

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

INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO - SPLIT
SFR JUGOSLAVIJA

Vol. XV, No. 1.

ESSAI D'EVALUATION ET PRONOSTIC DE LA PRODUCTION EN FONCTION DES FACTEURS DU MILIEU DANS L'ADRIATIQUE

PROCJENA PRODUKCIJE JADRANA I MOGUĆNOST
PREDSKAZIVANJA NJEZINE GODIŠNJE VELIČINE U
ODNOSU NA FAKTORE SREDINE

TEREZA PUCHER-PETKOVIĆ ET MIRA ZORE-ARMANDA

SPLIT 1973

ESSAI D'EVALUATION ET PRONOSTIC DE LA PRODUCTION EN FONCTION DES FACTEURS DU MILIEU DANS L'ADRIATIQUE

PROCJENA PRODUKCIJE JADRANA I MOGUĆNOST PREDSKAZIVANJA
NJEZINE GODIŠNJE VELIČINE U ODNOSU NA FAKTORE SREDINE

Tereza Pucher-Petković et Mira Zore-Armanda

Institut d'océanographie et de pêche, Split

INTRODUCTION

Ce travail se présente comme résultat des efforts faits afin d'utiliser un grand nombre de données et de faits connus dans le domaine de l'océanographie physique et biologique en vue d'aboutir à la solution de certains problèmes pratiques s'imposant pour l'exploitation des ressources vivantes de la mer. Notre travail ayant été, pendant une longue suite d'années, lié à l'Adriatique et à sa partie centrale en particulier, la plupart des données se rapportent à cette région. Mais, pourtant, la majorité des conclusions intéresse aussi l'Adriatique tout entière et une moindre partie de la Méditerranée orientale. Ce sont, d'après leur production, des mers assez pauvres et leur exploitation pose le problème de l'appauvrissement biologique. Etant donné, d'autre part que l'Adriatique est une mer presque fermée et généralement peu profonde, les fluctuations saisonnières et celles à long terme (s'étendant sur plusieurs années) de ses propriétés physico-chimiques sont amples, ce qui se répercute sur les fluctuations correspondantes de la production et d'une série d'autres phénomènes biologiques. Aussi avons-nous, tout d'abord, d'après les données connues sur la production primaire - dans un nombre déterminé de localités - essayé d'évaluer les productions globales, primaire et secondaire, dans l'Adriatique. Nous avons ensuite procédé à l'analyse des fluctuations à long terme de la production primaire, en fonction de certains facteurs du milieu, et nous avons trouvé des rapports réels entre ces fluctuations et certains facteurs de l'environnement. Ces relations, bien confirmées, entre les fluctuations à long terme ainsi que des faits statistiquement établis sur l'existence d'un intervalle de trois ans de retard de la production halieutique sur la production primaire - offrent la possibilité de prévoir la production annuelle halieutique, ce qui a été fait dans le troisième chapitre.

Pour ce travail nous avons utilisé un très grand nombre de mensurations. Les informations météorologiques proviennent, pour une part, de l'Institut Hydrométéorologique de la République Fédérale de Croatie; on s'est servi aussi du matériel de Monthly Climatic Data for the World, U. S. Dpt. of Commerce, 1—23, 1948—1970, ainsi que de l'Annuario, (Pubbl. Istituto sperimentale talassografico), Trieste, 1950—1971. Les données sur les glaces dans l'Atlantique nord, aux abords de l'Islande, ont été empruntées aux travaux de SIGTRÝG-GSSON, 1969, 1972. La documentation hydrographique provient, en grande

partie, du travail de BULJAN et ZORE-ARMANDA, 1966, ainsi que de données non publiées des mêmes auteurs, recueillies sur les stations permanentes de la coupe Split-Gargano et dans la région de l'Adriatique méridionale. Les données relatives à l'apport du Pô proviennent de SCACCINI CICATELLI, 1962, Note di Fano 1 (15) et de Annali idrologici — Parte II, Ministero dei Lavori Pubblici, Servizio idrologico, 1960—1968.

Les renseignements biologiques originaux, ainsi que ceux se rapportant à la mesure des courants, proviennent également de la coupe mentionnée. Pour tout ce qui touche à la pêche, nous nous sommes servis du FAO Yearbook of Fisheries Statistics, 1—28, 1948—1970 et de Morsko ribarstvo, 18—24, 1966—1972. Quant aux sources d'autres données, elles seront indiquées au cours de ce travail.

PRODUCTION PRIMAIRE ET SECONDAIRE DANS L'ADRIATIQUE

Depuis l'introduction de la méthode du carbone radio-actif (STEEMANN NIELSEN, 1952) dans les recherches sur la production primaire en milieu aquatique, on a recueilli, pour toutes les mers du monde, plus de 7000 données concernant son importance. Elles ont été rassemblées par les chercheurs soviétiques KOBLENTZ-MISHKE, VOLKOVINSKY et KOBANOVA (d'après RYTHER, 1969). En se basant sur celles-ci, et sur la connaissance des différents degrés de la production primaire dans diverses régions de la mer, on a estimé que la production annuelle primaire était de $1,5$ à $1,8 \times 10^{10}$ tonnes de carbone. En partant de cette valeur on est allé plus loin et, en se basant sur celle-ci, et en supposant l'existence de relations trophiques aux divers degrés de la chaîne alimentaire, on a essayé d'évaluer la production de poissons. Nous ne citerons que SCHAEFFER (1965) qui, par cette méthode, a calculé que la production annuelle de poissons s'élevait à 200 millions de tonnes environ pour l'ensemble des mers et des océans et RYTHER (1969) qui cite un chiffre approchant pour la production mondiale de poisson: 240 millions de tonnes, environ, par an.

Etant donné que, dans l'Adriatique pour la dernière décennie tout au moins pour certaines régions - des observations systématiques à long terme sur la production annuelle ont été faites par la méthode du ^{14}C (VATOVA, 1961; CVIIC, 1964; PUCHER-PETKOVIĆ, 1969, 1970, 1971; PUCHER-PETKOVIĆ et VUČETIĆ, 1969; FRANCO, 1969; KVEDER et autres, 1971; ZORE-ARMANDA, PUCHER-PETKOVIĆ et KAČIĆ, 1971) et que, pour beaucoup d'autres régions, nous disposons de renseignements, au moins fragmentaires, nous avons pensé qu'il serait utile d'essayer — à titre d'expérience - d'évaluer la production annuelle de poissons dans l'Adriatique à partir des données sur le premier degré de la production.

BULJAN a déjà (1964, 1969), d'après la teneur en sels nutritifs, divisé l'Adriatique en 4 zones (en tenant compte aussi de la profondeur de la mer) se différenciant l'une de l'autre par le contenu de sels nutritifs et par conséquent par le degré de production organique. Il a désigné ces zones par les lettres A, B, C et D (Fig. 1).

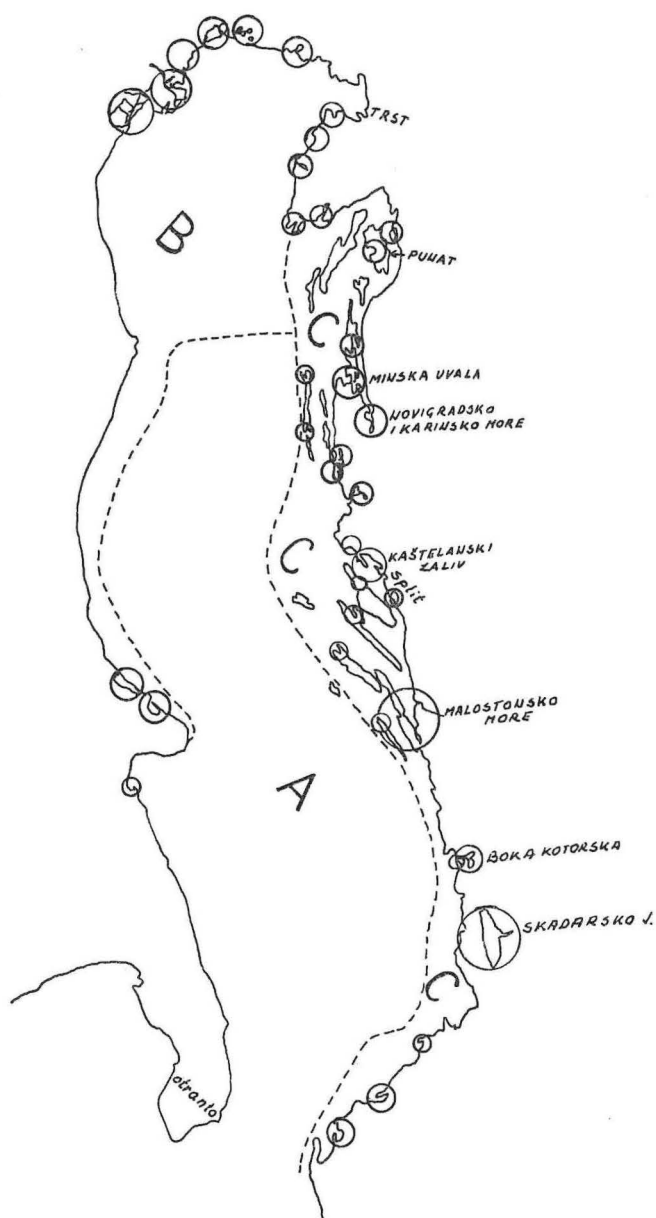


Fig. 1 — Esquisse de la division de l'Adriatique en 4 zones, basée sur le degré de la production organique. Les zones désignées par un cercle appartiennent à la zone D (d'après BULJAN, 1964).

Dans ce travail nous avons adopté cette division et d'après celle-ci classé les données rassemblées, à ce jour, sur la production primaire.

Pour le large de l'Adriatique (zone A), nous nous sommes servies de nos données saisonnières sur la production primaire fournies par la station per-

manente, située près de l'île de Sušac, ainsi que des données sur la quantité de sels nutritifs et la transparence de l'eau, comme facteurs ou indicateurs de production (BULJAN, 1964; BULJAN et ZORE-ARMANDA, 1966). Nous avons évalué à 55 g C/m², en moyenne, la quantité de carbone qui se fixe annuellement dans cette région par le procédé de photosynthèse.

Si nous basons l'évaluation de la productivité de la zone B sur les données de KVEDER et autres auteurs (1971) pour la région de Rovinj (sur une station située à 20 milles marins de la côte), où des recherches intensives se sont poursuivies pendant plusieurs années, ainsi que sur les renseignements de CVIČ (1964) pour Gargano, il ressort que, dans cette zone, se fixe environ 80 g C/m² par an.

Pour évaluer la productivité de la zone C, nous avons utilisé les résultats obtenus au cours de 9 années de recherches dans ce domaine sur la station de Stončica, près de l'île de Vis (PUCHER-PETKOVIĆ, 1970, 1971 et données non publiées). Il ressort que, pendant cette période, par le procédé de photosynthèse se sont fixés, en moyenne, 60 g C/m² par an.

Pour la zone D, en nous appuyant sur des séries de données sur la production primaire, recueillies pendant plusieurs années dans la baie de Kaštela (PUCHER-PETKOVIĆ, 1970, 1971 et données non publiées), ainsi que sur un cycle annuel de la production primaire dans la lagune de Venise (VATOVA, 1961), et sur des renseignements fragmentaires provenant de plusieurs localités de l'Adriatique (baie de Mali Ston, lac de Vrana, canal de Lim et baie de Marina), nous avons évalué la production primaire annuelle à 150 g C/m² environ.

D'après l'étendue (en %) de chacune des zones, par rapport à l'Adriatique tout entière (BULJAN, 1964), on a calculé les surfaces de chacune d'elles en km².

La surface totale de l'Adriatique étant de 138 595 km² (TEŠIĆ, 1968), les surfaces de chacune des zones seraient donc approximativement: Zone A: 79 000 km², zone B: 31 900 km², zone C: 25 000 km², et zone D: 2 100 km².

Si, maintenant, nous notons les valeurs du carbone par zone, nous obtenons une production totale, exprimée en tonnes, par an, comme le montre le tableau 1.

Tableau 1. Production annuelle totale de carbone dans l'Adriatique

Région	Surface en km ²	Production primaire moyenne en g C/m ² par an	Production totale en tonnes de C par an
Zone A	79 000	55	$4,4 \times 10^6$
Zone B	31 900	80	$2,5 \times 10^6$
Zone C	25 000	60	$1,5 \times 10^6$
Zone D	2 100	150	$0,3 \times 10^6$
Total			$8,7 \times 10^6$

Les quantités de carbone obtenues pour chacune des zones subiront certainement, avec le temps, certaines corrections, car il y a évidemment dans l'Adriatique des localités où la production primaire dépasse ces limites ou ne les atteint pas.

Une certaine marge d'erreur apparaît aussi par suite des différentes profondeurs des parties de chacune des zones. Des recherches ultérieures, dans ce sens, donneront certainement une image plus précise. D'autre part, pour le moment, la production des algues benthiques n'ayant pas une grande signification pour l'évaluation de la production globale n'a pas été prise en considération. Il faudrait cependant en tenir compte, en particulier dans les recherches entreprises dans de plus petites localités, moins profondes, convenant à la pisciculture, tels que: baies, golfes, bras de mer. Ceci est valable également pour la microvégétation benthique qui, d'après GRONTVED (1957) peut, dans des conditions optimales, produire une plus grande quantité de matière organique que les grandes algues et les phanérogames marines. Dans les eaux basses du Danemark (Wadden Sea) on a noté une activité photosynthétique dans les sédiments des lieux exposés jusqu'à une profondeur de 5 cm, alors qu'une photosynthèse plus intensive a été trouvée dans les 5 mm supérieurs dans les régions abritées (GRONTVED, 1966).

D'après les recherches de ŠPAN (1969), dans les parties, moyenne et nord de l'Adriatique orientale, sur une longueur de 1300 km de côte, jusqu'à l'isobathe de 4 m, on trouve 9 850 tonnes d'algues brunes du genre *Cystoseira*, soit, pour 1 km, 7 576 kg en moyenne. La valeur moyenne de sa biomasse est de 2,32 kg/m² (poids humide). L'auteur mentionné considère que cette quantité est faible, mais son évaluation ne se rapporte qu'à un seul genre d'algues, quoique le plus important de l'Adriatique (par son volume). Les futurs essais d'évaluation de la production des algues benthiques dans l'Adriatique sont favorisés par le fait que l'on considère généralement que leur production annuelle - tout au moins celle des formes annuelles - est à peu près égale à la densité de leurs populations.

Nous disposons déjà de mensurations directes plus récentes de l'activité photosynthétique pour certaines algues benthiques, telles que: *Fucus virsoides* dans l'Adriatique (ZAVODNIK, N., 1971) et pour les genres *Peyssonnelia*, *Udotea* et *Padina*, dans la Méditerranée (DREW, 1969), mais on ne peut pas encore les appliquer à de plus vastes régions, car elles sont de caractère local et les genres mentionnés ne représentent qu'une partie de la végétation dans la zone des recherches.

Ce qui vient d'être exposé prouve que les valeurs réelles de la production primaire dans la ceinture côtière sont probablement, plus élevées que celles indiquées.

D'après les résultats ainsi obtenus concernant la production primaire de l'Adriatique, et d'après l'hypothèse de RYTHER (1969) sur les relations trophiques aux divers degrés de la chaîne alimentaire par rapport à la production mondiale de poissons, nous allons essayer de calculer leur production annuelle dans l'Adriatique.

RYTHER (1969), dans l'évaluation du poisson dans les eaux des océans a adopté une chaîne alimentaire de cinq degrés trophiques, ces eaux étant caractérisées par des organismes très petits au niveau du producteur, ce qui conditionne l'existence de chaînes plus longues depuis le plancton photosynthétisant jusqu'aux organismes intéressants pour l'alimentation de l'homme.

Pour la zone côtière, il considère que le phytoplancton est généralement d'assez grande taille pour pouvoir être filtré et consommé directement par le zooplancton de crustacés: copépodes et euphausiides. Dans cette région, les organismes de plus grande taille, directement utiles à l'homme, ont des habitudes alimentaires très différentes. Alors que certains poissons et mollusques sont herbivores, la majorité des clupéidés se nourrissent de zooplancton. Le poisson démersal se nourrit de la faune du fond qui est d'un à plusieurs degrés éloignée du phytoplancton. L'auteur mentionné considère avec assez de certitude que la moyenne des organismes de cette zone, susceptibles de servir de nourriture à l'homme, représente le troisième degré trophique.

Pour les zones «upwelling» il a pris comme moyenne 1 degré 1/2 trophique entre le phytoplancton et le poisson, étant donné que dans de telles régions dominent les herbivores.

RYTHER (1969) compte avec l'efficacité écologique à chaque degré trophique: 10% pour les océans, 15% pour la ceinture côtière et 20% pour la région «upwelling». Là aussi des erreurs peuvent intervenir car, dans la mer, il y a aussi des organismes représentant même le cinquième degré trophique, à la différence de ceux qui se nourrissent directement de phytoplancton ou d'algues benthiques, et se trouvent pour cette raison au commencement de la chaîne alimentaire.

L'Adriatique étant une mer fermée, nous avons considéré pouvoir réellement baser la suite de nos calculs sur l'hypothèse que, dans ses eaux, on trouve en général trois degrés trophiques entre les producteurs et les organismes pouvant servir à la nourriture de l'homme et que l'efficacité écologique est de 15% à chaque degré.

Les résultats de nos recherches sur les premiers anneaux des chaînes alimentaires en Adriatique plaident en faveur de cette supposition (PUCHER-PETKOVIC, 1973), résultats d'après lesquels on voit que la photosynthèse microplanctonique (de plus de 50 μ) est représentée dans les eaux du large de l'Adriatique moyenne dans les proportions de 12,3 à 48,6% et dans la région côtière de 10,4 à 80,3% par rapport à la totalité de la photosynthèse et que celle-ci est un producteur plus important de matière organique qu'on aurait pu s'y attendre, d'après les recherches effectuées dans d'autres mers (YENTSCH et RYTHER, 1959; TEXEIRA, 1963).

Par ce procédé, après avoir calculé la production annuelle de poissons par zone, on a obtenu la production totale dans l'Adriatique (Tableau 2).

Il ressort de ce calcul que la production annuelle de poissons dans l'Adriatique est de 300 000 tonnes et qu'elle serait probablement un peu plus élevée si l'on pouvait prendre en considération les facteurs dont il a précédemment été question. Elle ne peut cependant pas être équivalente à la capture potentiel-

Tableau 2. Production annuelle de poissons établie en se basant sur l'évaluation de la production primaire dans l'Adriatique

Région	Production annuelle primaire (en tonnes C)	Degrés trophiques	Efficacité écologique	Production annuelle de poissons (en tonnes)
Zone A	$4,4 \times 10^6$	3	15%	150 000
Zone B	$2,5 \times 10^6$	3	15%	85 000
Zone C	$1,5 \times 10^6$	3	15%	50 000
Zone D	$0,3 \times 10^6$	3	15%	10 000
Total	$8,7 \times 10^6$			295 000

le du fait qu'elle est amoindrie par l'action des prédateurs et par la mortalité naturelle. Que peut représenter cette partie soustraite ainsi à l'exploitation de l'homme? Cette question n'a pas encore été suffisamment étudiée dans l'Adriatique. Il faut d'autre part aussi tenir compte de la partie indispensable à la conservation du fonds de poissons.

FLUCTUATIONS A LONG TERME DE LA PRODUCTION PRIMAIRE EN FONCTION DES FACTEURS DU MILIEU

Lors de l'évaluation précédente de la production il convenait de souligner qu'elle exprime une valeur moyenne, calculée sur plusieurs années. Mais, d'une année à l'autre, les fluctuations peuvent atteindre une grande amplitude. D'après ce que nous savons sur l'Adriatique moyenne, la production primaire dans cette région varie jusqu'à +60% environ, si à la valeur moyenne calculée sur plusieurs années, on ajoute l'indicateur 100%. Les écarts négatifs de la valeur moyenne sont un peu plus faibles et n'atteignent que -25% environ. Les écarts d'une année à l'autre peuvent même être très brusques. C'est le cas pour Stončica, p. exemple, où de 1964 à 1965 la valeur de cette variation a dépassé 100%. Aussi, ces dernières années a-t-on accordé une grande attention à l'étude des fluctuations à long terme des facteurs du milieu, ainsi qu'aux changements correspondants dans la communauté planctonique (PUCHER-PETKOVIĆ, 1970, 1971; PUCHER-PETKOVIĆ et VUČETIĆ, 1969). Dans un travail antérieur (ZORE-ARMANDA, PUCHER-PETKOVIĆ et KAČIĆ, 1971) on a publié en détails l'historique de ces recherches. Nous n'allons donc pas y revenir plus longuement. Nous désirons seulement souligner la contribution de BULJAN (1953, a et b, 1968) qui, le premier, a observé de fortes fluctuations de la salinité dans l'Adriatique à la suite de plus larges ingressions périodiques d'eau de la Méditerranée orientale et les a amenées en relation avec les fluctuations des propriétés chimiques et de la production. On a, de plus, établi (ZORE-ARMANDA, 1966, 1969, 1971 et sous presse) l'existence de certains facteurs climatiques qui, en même temps que d'autres, en agissent sur l'advection plus ou moins forte de l'eau intermédiaire en provenance du Levant, dans la mer Adriatique, déterminent le degré de salinité dans ce bassin. Il s'agit du gradient de la pression atmosphérique prédominant sur la Méditerranée

orientale, comme aussi de la quantité des glaces dans l'Atlantique nord qui serait à l'origine du régime de la circulation de l'air dans une vaste région de l'Atlantique nord et de l'Europe, par la position bien caractérisée des grands centres tels que le cyclone islandais et l'anticyclone sibérien. La position de ces centres est liée à une irruption plus ou moins forte de l'air froid polaire continental dans la région de la Méditerranée orientale. Les facteurs climatiques décrits sont donc à l'origine des fluctuations de la salinité et ont une répercussion sur l'importance de la production primaire, ainsi que le montre la figure 2. Nous allons maintenant tenter d'expliquer le mécanisme de ces relations.

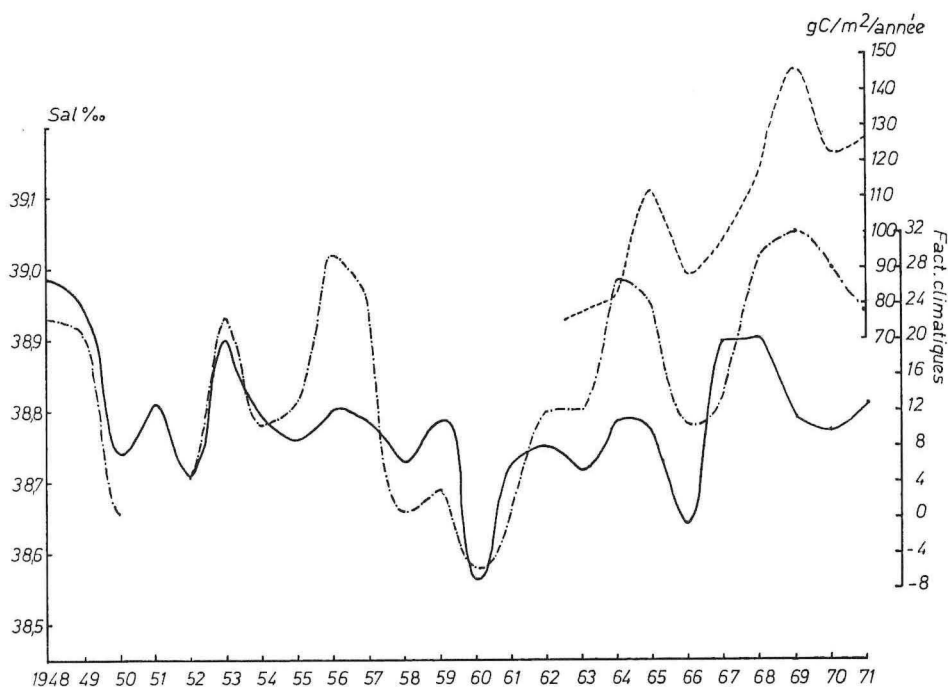


Fig. 2 — Variations à long terme des facteurs climatiques (gradients de la pression atmosphérique entre Athènes et Trieste, superposés aux quantités de glace dans l'Atlantique nord, dans les parages de l'Islande) — ligne pleine; valeurs maximales annuelles de la salinité — ligne en tirets et pointillés; production primaire annuelle (g C/m^2) dans la région de l'Adriatique moyenne (valeurs moyennes provenant de deux stations) — ligne en tirets. La salinité maximale est calculée d'après les données recueillies sur cinq stations de la coupe Split—Gargano.

Il est superflu de souligner que les sels nutritifs règlent le degré de production et qu'ils peuvent même, de temps à autre, et par endroits, la réduire complètement. Aussi est-il important de se rendre compte que, dans l'Adria-

tique, les variations de la production sont d'une année à l'autre du même ordre de grandeur que les changements correspondants d'une saison à l'autre, bien que sur la dynamique saisonnière doivent agir aussi, dans une assez large mesure, des facteurs purement biologiques. D'autre part, les fluctuations saisonnières des facteurs physiques du milieu - variations de la température et de la salinité, courants et vents, nébulosité et autres - sont les mêmes ou nettement plus marqués que les fluctuations à long terme correspondantes comme on peut d'ailleurs, en partie, s'en rendre compte d'après les tableaux 3,4 et 5. Les données se rapportent à la station permanente de l'Adritique moyenne, située près de l'île de Vis (Stončica) à 100 m de profondeur ($\varphi = 43^{\circ}00'N$; $\lambda = 16^{\circ}20'E$).

Tableau 3. Valeurs saisonnières et annuelles de la production primaire à Stončica

Année	mg C/m ² par jour				g C/m ² par an
	Hiver (I, II, III)	Printemps (IV, V, VI)	Eté (VII, VIII, IX)	Automne (X, XI, XII)	
1962/63.	101,1	201,0	121,4	115,4	49,6
1964.	—	97,7	157,8	109,0	44,4
1965.	617,9	146,3	142,1	103,2	92,2
1966.	122,9	213,2	160,8	113,5	55,9
1967.	152,7	238,8	151,9	122,2	60,6
1968.	141,2	260,4	71,6	82,8	50,7
1969.	123,7	208,4	149,8	142,7	57,0
1970.	155,3	267,8	208,1	103,9	67,1
1971.	118,9	173,9	101,1	105,4	45,6
Moyenne	191,7	200,8	140,5	110,9	58,1

Tableau 4. Valeurs moyennes saisonnières et annuelles de la salinité à Stončica (prises en considération des valeurs à 0 et à 50 m)

Année	Sal ‰				Moyenne annuelle
	Hiver (I, II, III)	Printemps (IV, V, VI)	Eté (VII, VIII, IX)	Automne (X, XI, XII)	
1962.	38,44	38,20	38,46	38,32	38,36
1963.	38,28	38,20	38,12	38,51	38,28
1964.	38,40	38,21	38,49	38,45	38,39
1965.	38,31	38,27	38,32	38,37	38,32
1966.	38,08	38,10	38,43	38,31	38,23
1967.	38,11	38,28	38,33	38,58	38,33
1968.	38,74	38,28	38,73	38,60	38,59
1969.	38,63	38,25	38,57	38,68	38,53
1970.	38,41	38,05	38,36	38,59	38,35
1971.	38,49	37,96	38,16	38,40	38,25
Moyenne	38,39	38,18	38,40	38,48	38,36

Tableau 5. Valeurs moyennes saisonnières et annuelles de la température à Stončica (prises en considération des valeurs à 0 et à 50 m)

Année	T°C				
	Hiver (I, II, III)	Printemps (IV, V, VI)	Été (VII, VIII, IX)	Automne (X, XI, XII)	Moyenne annuelle
1962.	13,78	15,74	19,93	16,11	16,39
1963.	13,91	15,09	19,86	18,95	17,16
1964.	13,98	16,62	19,24	17,61	16,86
1965.	13,79	15,50	19,39	17,71	16,67
1966.	13,16	17,23	19,83	19,17	17,35
1967.	13,26	16,32	19,94	18,56	17,02
1968.	13,67	17,04	18,80	17,48	16,75
1969.	13,75	16,36	18,95	18,68	16,94
1970.	13,78	15,98	19,14	17,52	16,61
1971.	14,45	16,31	19,63	17,25	16,91
Moyenne	13,75	16,30	19,47	17,90	16,87

Il est donc permis de conclure à l'existence d'un certain régulateur agissant sur les fluctuations à long terme de la production, facteur non compris dans les changements saisonniers des caractéristiques physiques mentionnées ci-dessus mais notablement plus persistant, le même sens de son cours persistant pendant plusieurs années.

D'autre part, nous pouvons, maintenant, montrer directement que, parallèlement à l'apparition d'un plus fort gradient zonal de la pression atmosphérique, en été — c'est-à-dire avec de plus grandes différences de pression atmosphérique entre Malte et Athènes — la composante occidentale du courant est plus marquée, dans la couche superficielle, et plus encore dans la couche intermédiaire (Fig. 3). Ceci signifie que, dans de telles conditions atmosphériques, une plus grande quantité d'eau en provenance de la Méditerranée orientale, pénètre dans l'Adriatique. Des connaissances plus récentes montrent aussi que, pour la plus grande partie de l'Adriatique, l'eau méditerranéenne représente ce régulateur favorable et que, de cette région, elle reçoit davantage de sels nutritifs.

Quant à la partie nord de l'Adriatique, de faible profondeur, elle est plus tributaire de l'apport de matières nutritives contenues dans les eaux des cours d'eau du Nord de l'Italie. Sous l'action du régime des courants, la côte occidentale de l'Adriatique, ou tout au moins une grande partie, semble tirer des avantages de cette source.

Il faudrait peut-être aussi essayer ici de déterminer dans quelle partie de l'Adriatique se fait ressentir l'influence des apports de sels nutritifs du Pô et des autres fleuves du Nord de l'Italie. SCACCINI CICATELLI (1967) a procédé à des analyses dans la ceinture côtière de la côte occidentale de l'Adriatique, du delta du Pô jusqu'à Ancône, et a déjà trouvé à peu de distance de l'embouchure de ce fleuve de faibles quantités de phosphates et surtout un rapport N/P très augmenté. POLI MOLINAS et OLMO (1969) ont aussi étudié la quantité de sels nutritifs dans les eaux de deux petits fleuves, dans les parages de Fano, sur la côte occidentale et ont aussi noté un rapport N/P

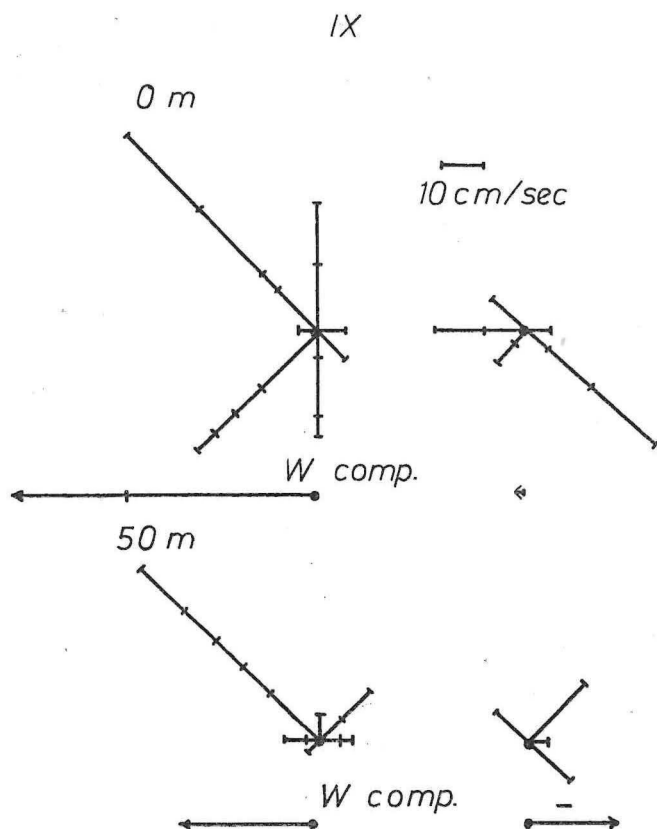


Fig. 3 — Rose des courants pour la région de l'Adriatique moyenne en surface (en haut) et à la profondeur de 50 m (en bas) construite pendant des étés présentant une grande (à gauche) et une petite (à droite) différence zonale de la pression atmosphérique. On voit clairement la prédominance de la composante ouest d'entrée du courant dans l'Adriatique pendant les étés à plus forte différence zonale de la pression atmosphérique.

très élevé. Par contre, d'après McGILL (1965), le rapport N/P dans la fosse de Jabuka est exceptionnellement faible. Il semble, à vrai dire, que la comparaison entre des données de divers auteurs sur les sels nutritifs ne soit pas tout à fait mise au point, la méthode n'ayant pas été standardisée à fond (SCACCINI CICATELLI, op. cit). Cependant de telles différences dans le rapport du N/P entre l'Adriatique nord — le long de la côte occidentale en particulier jusqu'à Ancône — et la fosse de Jabuka, indique que dans celle-ci on ne ressent plus l'influence des fleuves du Nord de l'Italie. Mais, pourtant, FAGANELLI (1961) pense que les eaux de la fosse de Jabuka s'enrichissent à cette source. Selon celui-ci, d'assez fortes quantités de sels nutritifs apparaissent dans le Nord de l'Adriatique; elles sont plus faibles dans l'Adriatique moyenne et augmentent de nouveau dans le Sud sous l'action de facteurs étrangers à cette mer. Nous pouvons faire encore une autre comparaison entre la salinité et les apports du Pô. La figure 4 montre le cours annuel du Pô en amont de Pontelagoscuro ainsi que les salinités, moyenne et maximale dans l'Adriatique moyenne (coupe Split — Gargano), au cours de plusieurs années. On constate que l'écoulement du Pô a une influence déterminée

sur la salinité moyenne, mais agit moins sur la salinité maximale, ce qui est compréhensible, la salinité maximale étant précisément l'indicateur d'une advection d'eau intermédiaire orientale. Les taux de la production primaire étant justement beaucoup plus liés à la salinité maximale, on pourrait en conc-

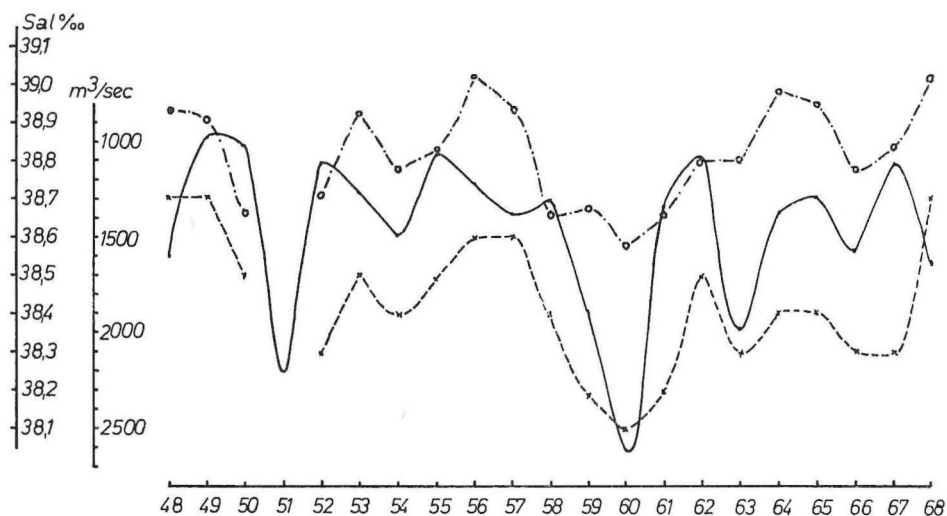


Fig. 4 — Apport annuel du fleuve Pô (en m^3/sec) en amont de Pontelagoscuro (ligne pleine), salinité moyenne (ligne en tirets) et maximale (ligne en tirets et pointillés) dans l'Adriatique moyenne (coupe Split—Gargano).

lure que, non seulement dans l'Adriatique sud, mais aussi dans l'Adriatique moyenne, l'advection d'eau orientale joue un rôle plus important dans l'apport des sels nutritifs et la production que celui des fleuves du Nord de l'Italie. Nous pouvons en trouver une autre preuve dans le fait que le groupe phytoplanctonique des Coccolithophorides - groupe caractéristique des mers plus chaudes, donc de la Méditerranée — entre dans une proportion notablement plus élevée dans la composition de la masse totale du phytoplancton (PUCHER — PETKOVIĆ et VUČETIĆ, 1969), les années de plus forte advection d'eau orientale. Il semble donc bien probable que la participation des Coccolithophorides dépende directement de la salinité, mais que ceux-ci, avec un certain retard, nécessaire à l'adaptation, suivent ses variations (PUCHER—PETKOVIĆ, ZORE—ARMANDA et KAČIĆ, sous presse). Le fait que ce groupe accompagne si bien la salinité maximale suffit pour nous autoriser à le considérer comme le groupe indicateur de l'eau méditerranéenne en Adriatique. Sur la figure 5 on voit le cours pluriannuel de ce groupe suivant de près la salinité maximale dans l'Adriatique moyenne.

Le régime des courants dans la majeure partie de l'Adriatique se présente ainsi: en été, l'eau de la couche superficielle — jusqu'à la thermocline — sort de l'Adriatique, mais plutôt le long de la côte occidentale, et, dans ce

parcours, elle a la possibilité de s'enrichir au contact de l'eau nord-adriatique. De plus, l'eau nord-adriatique d'hiver, en plongeant au cours de certains hivers dans la couche profonde de la fosse de Jabuka peut lui apporter des éléments nutritifs. Il convient cependant de souligner que ce processus n'a lieu que certaines années, ainsi que l'a prouvé l'analyse d'un grand nombre de

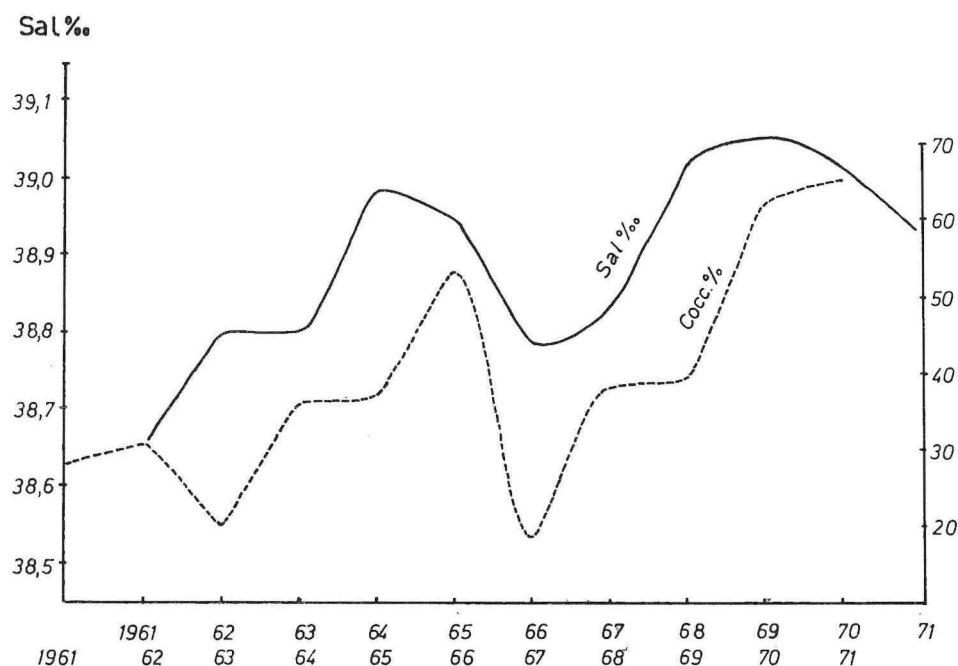


Fig. 5 — Variations des valeurs maximales annuelles de la salinité dans l'Adriatique moyenne (ligne pleine) et représentation en % des Coccolithophorides par rapport à la totalité du phytoplancton, à Stonëica (ligne en tirets). La première série d'années sur l'ordonnée se rapporte à la salinité, et l'autre série à la participation en % des Coccolithophorides.

diagrammes TS et la saturation en oxygène—certaines années—des eaux profondes de cette fosse (ZORE—ARMANDA, 1963). Mais, dans la zone profonde de l'Adriatique méridionale (de 400 m, environ, jusqu'au fond), l'eau s'écoule en grande partie hors de l'Adriatique, de sorte que l'eau profonde de l'Adriatique, dans une moindre mesure, enrichit les couches supérieures de son propre bassin. La figure 6 montre la répartition des masses d'eau dans l'Adriatique, l'été et l'hiver, d'après laquelle on voit que l'eau orientale méditerranéenne afflue dans la couche intermédiaire de l'Adriatique pendant toute l'année et, de plus, l'hiver, dans les eaux superficielles. Notre désir est de souligner que, dans toute l'Adriatique, sauf dans l'extrême Nord et dans la ceinture côtière, le très large développement de la couche intermédiaire peut

seul être responsable de l'enrichissement éventuel de l'eau, la plus grande partie de l'advection d'eau orientale méditerranéenne s'y déroulant. Dans l'Adriatique, cette couche d'eau s'étend de 40 à 400 m environ de profondeur. D'après WÜST (1960) l'eau intermédiaire, en dehors de sa région d'origine, se situe entre 200 et 600 m environ et son noyau se trouve à 300 m de profondeur dans la majeure partie de la Méditerranée orientale. D'après une opinion, non encore confirmée, de l'une des auteurs de ce travail (ZORE—ARMANDA, 1963) pendant les années caractérisées par une plus large pénétration des

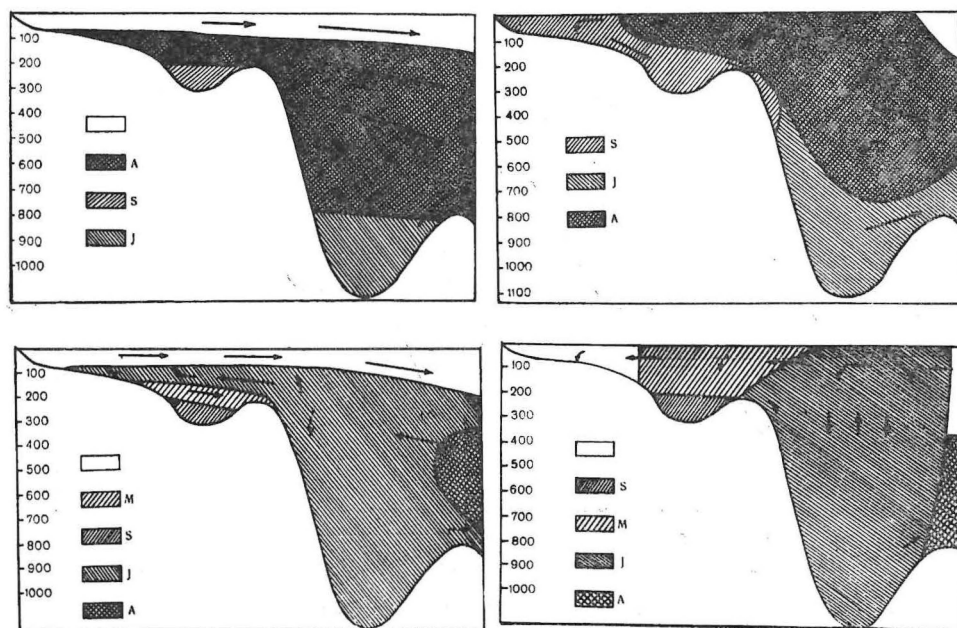


Fig. 6 — Schéma de la répartition des types d'eau sur la coupe longitudinale verticale à travers l'Adriatique. S, désigne l'eau nord-adriatique; M, l'eau de l'Adriatique moyenne; J, l'eau sud-adriatique; A, l'eau intermédiaire orientale (du Levant). Sur les figures de gauche le champ blanc se rapporte à l'eau superficielle d'été qui n'est pas définie comme un type, et sur les figures de droite se trouve l'eau d'hiver nord-adriatique qui n'atteint pas une densité suffisante pour plonger jusque dans la fosse de Jabuka. Les deux figures du haut se rapportent à la période d'influence plus forte d'eau orientale (ingression) et celles d'en bas à la période de moindre influence de cette eau. A gauche figurent les périodes estivales et à droite les hivernales.

eaux intermédiaires, cette couche monte encore plus vers la surface et occupe un plus grand volume. La position plus élevée de cette couche d'eau dans l'Adriatique, est due au fait que l'eau de la couche sous-jacente est plus dense que dans la mer Ionienne où, entre la couche intermédiaire et les eaux profondes, s'intercale une eau de transition, de densité un peu plus faible que celle des eaux profondes.

D'après MCGILL (1965) et son graphique (Fig. 7) sur la répartition des sels nutritifs dans la Méditerranée orientale, il ressort que, d'après leur teneur en sels nutritifs, les bassins de la Méditerranée orientale peuvent être classés comme il suit: mer du Levant, mer Ionienne, mer Adriatique. Il est intéressant de constater qu'une telle classification est justement la plus nette dans la couche intermédiaire, car c'est en effet son eau, qui pénétrant en plus ou moins grande quantité dans l'Adriatique, lui apporte plus ou moins de sels nutritifs. Sur la figure 8 sont présentées les données des expéditions »ATLAN-

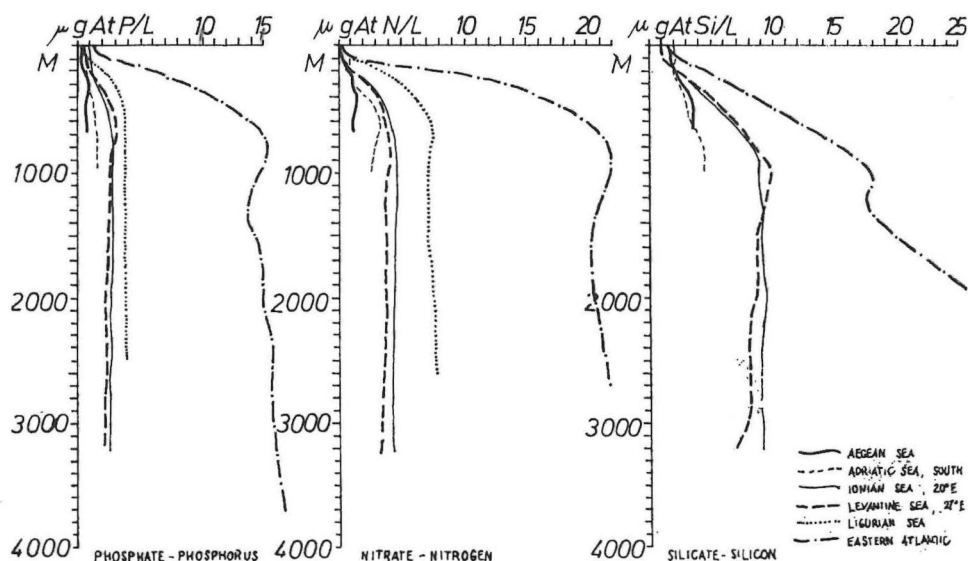


Fig. 7 — Sur la figure sont présentées sommairement les différences dans les concentrations en phosphates, nitrates et silicates dans les diverses régions de la Méditerranée et de l'Atlantique est (d'après MCGILL, 1965)

TIS» et »CHAIN» concernant le phosphore total pour la période allant du 10. 1961 au 2. 1962 pour la couche intermédiaire (à 300 et 500 m) de toute la Méditerranée orientale. L'accroissement du taux en phosphore dans l'Adriatique en allant vers le Levant peut être le plus nettement observé à 500 m de profondeur, profondeur n'ayant pas d'influence directe sur l'Adriatique. Cependant, si on se rend compte que, dans l'Adriatique, la couche intermédiaire s'élève légèrement on peut, avec une certitude suffisante, supposer que l'eau, même celle de cette profondeur, pénètre dans l'Adriatique.

Il ressort de ce qui vient d'être exposé que les zones productives déterminées par BULJAN (1964), en se basant sur la répartition de la quantité de sels nutritifs et la profondeur, le sont aussi par la dynamique. Considérant l'Adriatique comme un tout, on pourrait dire que cette mer, en ce qui con-

cerne les fluctuations à long terme dans la quantité des sels nutritifs, donc des conditions fondamentales de productivité, est soumise, dans une très large mesure, à l'influence du volume de l'échange d'eau avec la mer Ionienne et que l'on ne doit accorder aux autres facteurs qu'une importance plutôt locale. Nous n'excluons pas, naturellement, la possibilité (étant donnée la très large action des facteurs climatiques) qu'un plus volumineux échange d'eau entre l'Adriatique et la mer Ionienne ne puisse coïncider avec un plus gros afflux d'eau des fleuves du Nord de l'Italie, ce qui ne pourra être prouvé que par des recherches quantitatives ultérieures.

Pour confirmer le point de vue exposé nous nous appuyons sur les recherches de BULJAN (1968) qui a suivi les fluctuations des phosphates et du phosphore total dans l'Adriatique moyenne pendant 6 ans (1962—1967) et a trouvé, pendant cette période, une augmentation de ces paramètres. Il écrit: »bien que, au cours de ces quatre dernières années de valeurs obtenues il ne soit pas question de changements importants, le fait qu'il s'agit d'un cours persistant pendant plusieurs années de suite, donne à ces valeurs une certaine signification«. L'augmentation des phosphates coïncidant avec l'accroissement du maximum de salinité, il est clair qu'on a à faire à l'action bénéfique d'une plus forte ingression d'eau intermédiaire plus salée dans l'Adriatique. La suite des événements se déroulerait donc ainsi: un plus fort gradient de pression atmosphérique dans la Méditerranée orientale et une répartition déterminée de cette pression en Europe conditionnent une pénétration plus abondante d'eau orientale intermédiaire dans l'Adriatique et, en même temps que celle-ci, un apport plus abondant de sels nutritifs, circonstance agissant favorablement sur la production primaire qui accompagne directement ces changements. Etant donné que pour les facteurs climatiques on a noté une certaine persistance — surtout quand il s'agit de l'interaction de la mer et de l'atmosphère — le cours de l'augmentation ou de la diminution s'étend ordinairement sur plusieurs années.

En même temps que ce facteur à long terme intervenant dans l'importance de la production, sur celle-ci agit encore toute une série de facteurs locaux. Comme ils sont très complexes, il est très difficile, dès à présent, de les valoriser quantitativement. Aussi n'allons-nous présenter, du point de vue qualitatif, que certains d'entre eux. Nous désirons cependant, faire remarquer encore une fois le fait que le volume de l'advection d'eau orientale dans l'Adriatique peut être considéré comme le facteur primaire pour la bonne raison que son action s'étend à la plus grande partie de cette mer, alors que les autres facteurs (apport des fleuves du Nord de l'Italie, nébulosité etc.) présentent un caractère plus local et sont moins ressentis si l'on considère l'Adriatique toute entière.

Sur la figure 9 sont notés les changements à long terme de la production primaire dans une localité de l'Adriatique moyenne (Stončica) ainsi que la moyenne annuelle de la nébulosité dans la même région. On voit que ce facteur, étroitement lié aux conditions de l'éclairement dans la mer, a une influence déterminée sur la valeur de l'assimilation du phytoplancton. Il convient cependant de souligner que même ce facteur peut agir simultanément avec d'autres qui dépendent des conditions climatiques dont il a été déjà question.

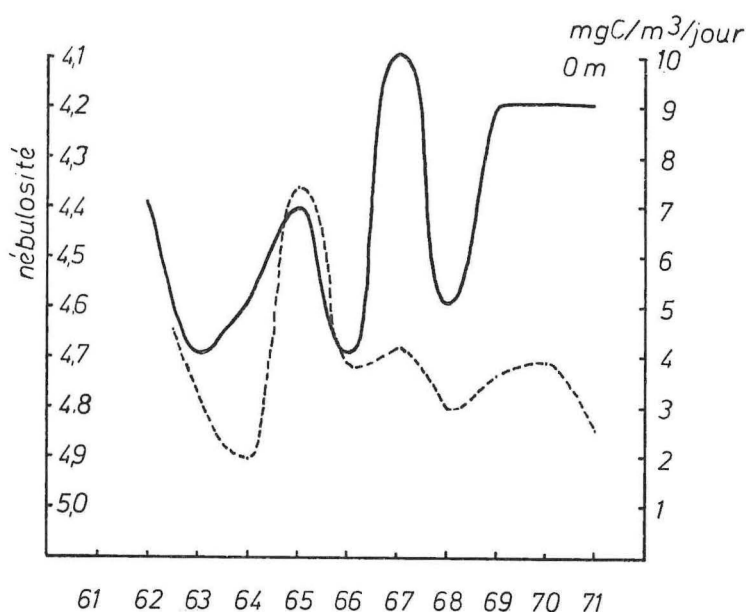


Fig. 9 — La nébulosité moyenne annuelle (en dixièmes de ciel couvert) pour la région de Hvar (ligne pleine) et la production primaire moyenne journalière en surface (mg C/m^3) sur la station de Stončica (ligne en tirets).

On a aussi étudié l'influence des vents sur la production primaire dans cette même région. Sur la figure 10 sont présentées de nouveau les variations à long terme de la production à Stončica ainsi que les moyennes annuelles de la force des vents. On constate de nouveau une influence déterminée de celle-ci sur la production et on doit l'interpréter dans le même sens que la nébulosité.

Puisque, pour le moment, il est pratiquement impossible d'étudier quantitativement l'influence de chacun des facteurs mentionnés, il faudrait diriger les futures recherches vers la découverte des meilleurs paramètres susceptibles de servir d'indicateur de tous les facteurs climatiques agissant sur les fluctuations de la production. Les facteurs climatiques décrits précédemment, et dont l'action s'étend à une plus vaste région, représentent les premiers essais dans ce sens.

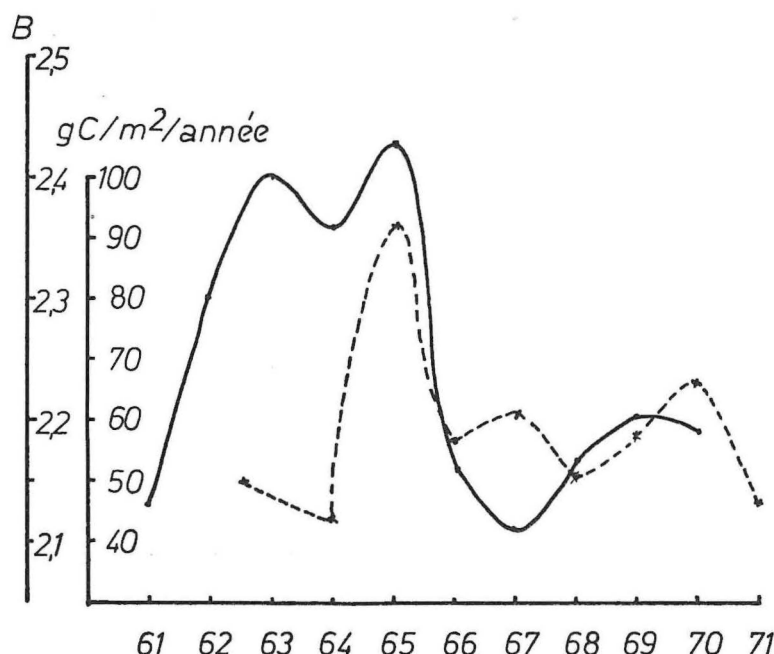


Fig. 10 — Force annuelle moyenne du vent (en degrés Beaufort) pour la région de Hvar (ligne pleine) et cours de la production primaire (mg C/m²) à Stončica (ligne en tirets).

EVALUATION ET PRONOSTIC DE LA PRODUCTION HALIEUTIQUE

Au cours des essais d'évaluation des fluctuations de la production primaire et des changements qui interviennent dans le stock de poissons, en se basant sur les fluctuations de la production primaire, un problème se pose: au bout de combien de temps les changements survenus dans la production primaire peuvent-ils avoir une répercussion sur la production halieutique? L'analyse des données statistiques concernant la capture des petits poissons pélagiques et sa variation en fonction des facteurs climatiques (ZORE—ARMANDA, 1970) a montré qu'un retard de trois ans répondait à la réalité. Il est certain que pour chaque espèce on doit envisager un intervalle différent, mais la concordance des facteurs climatiques — et par conséquent de la production primaire — et la capture effectuée trois ans plus tard, prouvent que cet intervalle peut être considéré comme une bonne moyenne statistique pour l'entrée d'une génération de poissons dans le stock. D'après l'exposé synoptiques de la FAO pour la sardine et l'anchois (LARAÑETA, 1960; DEMIR, 1965), pour la sardine de l'Adriatique sont mentionnées comme dominantes les classes II et III; pour les anchois, on note que les exemplaires les plus âgés, pêchés en Méditerranée, avaient de deux à quatre ans. R. MUŽINIĆ (1954),

pour la sardine de l'Adriatique moyenne, cite S. MUŽINIĆ, d'après lequel, dans les pêches, peut dominer la sardine âgée de trois ou quatre ans, alors qu'elle-même mentionne pour certains autres lieux de la même région la prédominance des classes de IV à VI. Il est tout à fait certain que l'intervalle de temps devant s'écouler avant l'incorporation de chaque espèce dans le stock varie d'une année à l'autre sous l'influence des facteurs du milieu, mais une bonne moyenne statistique peut servir de base acceptable en vue de l'évaluation. L'une des auteurs de ce travail (ZORE—ARMANDA, 1970) a tenté également, à partir d'un index déterminé, de prendre aussi en considération les conditions météorologiques, non seulement pour l'année 0 d'un cycle (année de la ponte) mais aussi pour l'intervalle de trois ans, comme le montre la figure 11. Ce procédé a donné des résultats encore meilleurs et prouve que, pour le développement du petit poisson pélagique, les conditions météorologiques sont — dans une certaine mesure — importantes pendant les trois années d'intervalle, mais que leur efficacité est



Fig. 11 — La ligne pleine représente les mêmes facteurs climatiques superposés que sur la fig. 2, mais totalisés pour trois ans, comptés à rebours, la plus grande importance étant donnée à l'année 0 (année de la ponte). Si nous désignons les facteurs météorologiques par mt , et les années par 0, 1, 2 et 3, le total est alors calculé comme il suit:

$$mt(3') = mt(0) + \frac{mt(1) + mt(2) + mt(3)}{3}$$

La ligne en tirets montre la capture totale du petit poisson pélagique en Méditerranée orientale (Yougoslavie, Italie, Grèce et Israël) pour la dernière année pendant laquelle on a tenu compte des facteurs météorologiques.

la plus grande l'année même de la ponte. On constate, évidemment, une tendance continue à l'accroissement de la capture, indépendante des fluctuations naturelles, en relation avec les efforts permanents consacrés à la pêche et avec l'amélioration de la technique.

On sait que le poisson pélagique est plus sensible aux fluctuations naturelles liées aux conditions du milieu que le poisson benthique. Pourtant, comme le montre clairement la figure 12, on voit que la capture totale du poisson cadre avec les fluctuations de la production primaire observée trois ans auparavant et que l'intervalle établi peut donc être accepté comme une moyenne statistique satisfaisante pour l'incorporation de tout le poisson dans le fonds de pêche, et pour la marge de retard des fluctuations de la production halieutique sur la production primaire dans l'Adriatique.

Le second problème qui se pose est celui-ci des données sont-elles suffisamment représentatives dans l'espace pour permettre d'évaluer la production halieutique. C'est pourquoi dans le chapitre précédent nous avons longement débattu cette question: sur quelle partie de l'Adriatique agit l'advection inégale d'eau orientale méditerranéenne, et nous avons conclu que la majeure partie de cette mer est soumise à cette action. La zone B est sous l'influence plus forte des rivières du Nord de l'Italie mais on suppose que leur cours inégal est aussi soumis à l'action de ces mêmes facteurs climatiques qui règlent l'advection inégale de l'eau méditerranéenne. Nous considérons donc,

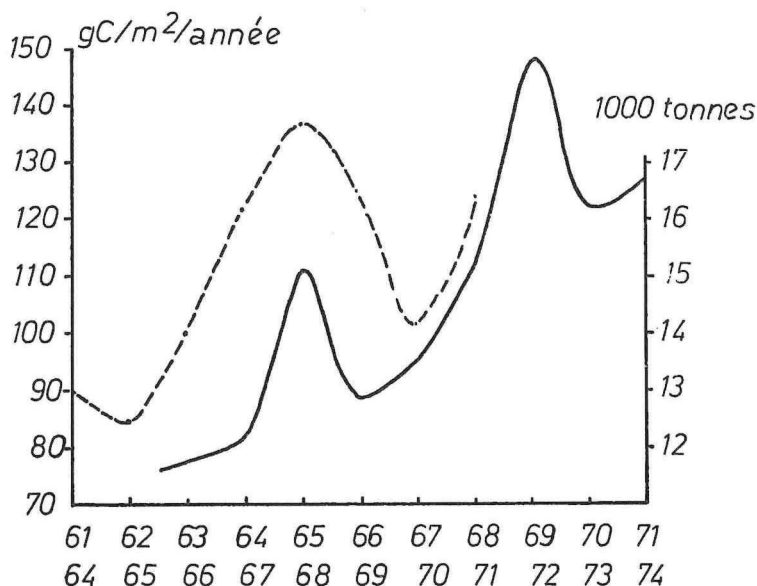


Fig. 12 — Fluctuations à long terme de la production primaire dans l'Adriatique moyenne en g C/m²/an (ligne pleine) et capture totale du poisson en Dalmatie (ligne en tirets). La série supérieure d'années sur l'ordonnée se rapporte à la production primaire et la série inférieure à la capture du poisson.

pour cette raison, que les changements des valeurs moyennes de la production primaire, obtenus d'après les données provenant de la baie de Kaštela et de Stončica (zone côtière et haute mer), représentent ce qui se passe dans l'Adriatique moyenne, ainsi que le montre la figure 12, et que, d'après les raisons exposées, on peut les considérer — pour une évaluation globale — comme représentatives aussi pour toute la région de pêche de la côte orientale (Fig. 13).

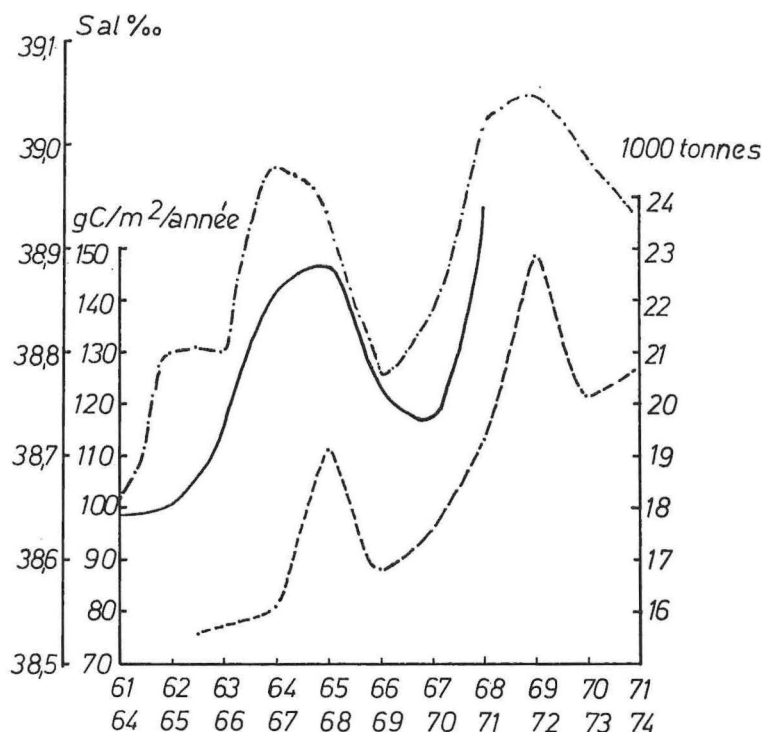


Fig. 13 — La ligne en tirets et pointillés représente la salinité annuelle maximale dans l'Adriatique moyenne, comme sur la figure 2, la ligne en tirets la production primaire annuelle brute (g C/m^2) dans l'Adriatique moyenne et la ligne pleine la capture annuelle yougoslave du petit poisson pélagique, toujours avec un retard de trois ans. La série supérieure des années sur l'ordonnée se rapporte à la salinité et à la production primaire, et l'inférieure série inférieure à la capture du poisson.

Sur sa figure 14 on montre comment se présente le rapport production primaire-pêche, quand on prend en considération une zone restreinte, p. ex. la production primaire sur une station (Stončica) et la capture dans les parages de cette station (île de Vis). Etant donné que les facteurs climatiques décrits se rapportent aussi à toute la Méditerranée orientale en provoquant

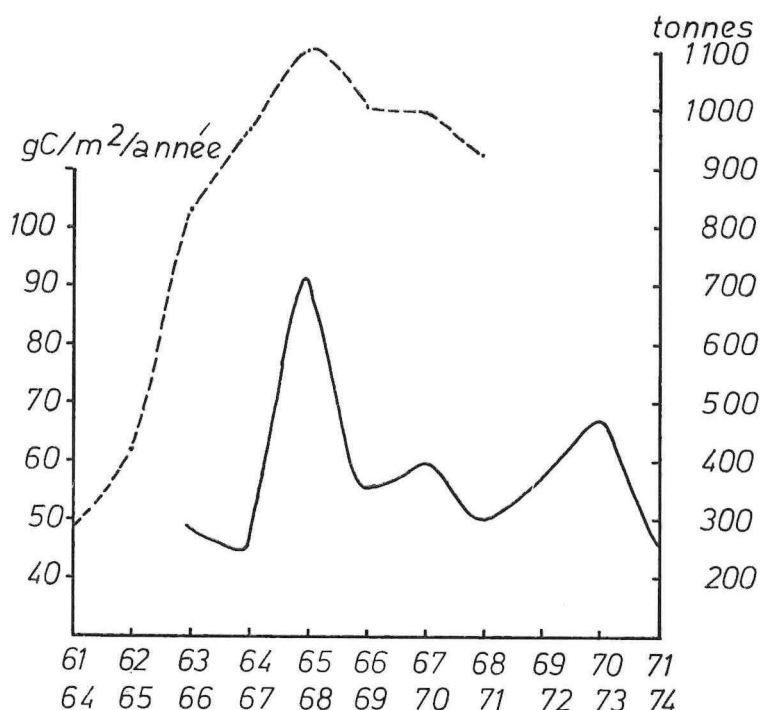


Fig. 14 — Fluctuations à long terme de la production primaire à Stončica en g C/m²/an (ligne pleine) et capture totale du poisson dans la région de Vis (ligne en tirets). La série supérieure des années sur l'ordonnée se rapporte à la production primaire et la à la capture du poisson.

une accélération de la circulation de l'eau, on peut admettre qu'ils régissent aussi les conditions de production dans toute la région en même temps que d'autres facteurs locaux — de moindre signification — la région étant considérée dans son ensemble. C'est pourquoi la capture du petit poisson pélagique dans toute la Méditerranée orientale répond d'une façon satisfaisante aux conditions climatiques y ayant régné trois ans auparavant (Fig. 11).

Le troisième problème qui se pose lors de l'évaluation des fluctuations de la production halieutique consiste à calculer les quantités de poissons disponibles. On a essayé de présenter leurs variations pour la zone C (25000 km² environ) pendant une période de 9 ans, calculées de nouveau d'après la production primaire de la station de Stončica (Tableau 6).

Tableau 6. Variations à long terme de la production de poissons dans la zone C, calculées d'après les données sur la production primaire de la station de Stončica

Année	g C/m ² /année (Stončica)	Tonnes C/année (Zone C)	Production annuelle du poisson (en tonnes)
1962/63.	49,6	$1,2 \times 10^6$	41 000
1964.	44,4	$1,1 \times 10^6$	37 000
1965.	92,2	$2,3 \times 10^6$	78 000
1966.	55,9	$1,4 \times 10^6$	47 000
1967.	60,6	$1,5 \times 10^6$	50 000
1968.	50,7	$1,3 \times 10^6$	44 000
1969.	57,0	$1,4 \times 10^6$	47 000
1970.	67,1	$1,7 \times 10^6$	58 000
1971.	45,6	$1,1 \times 10^6$	37 000
Moyenne	58,1	$1,5 \times 10^6$	50 000

On a observé dans la zone mentionnée de notables variations de la production de poissons pouvant s'écarter de la moyenne de + de 59% ou de — de 24%.

On a ensuite essayé d'évaluer combien de poissons peut fournir une année de production élevée et une autre de faible production dans toute l'Adriatique. En se basant sur les écarts de la moyenne de production primaire, dans les zones C et D, pour lesquelles nous disposons des plus longues séries de valeurs, nous trouvons que celle-ci, dans les cas extrêmes est de +60% et de —25% de la valeur moyenne, et on suppose qu'il en est même pour les zones A et B.

Tableau 7. Production annuelle de poissons dans l'Adriatique, évaluée pour une année pauvre, une année riche et une année «normale»

Région	g C/m ² /année	Production annuelle de poissons en milliers de tonnes (chiffres arrondis)
Zone A	Moyenne 55	150
	min. — 25%	110
	max. + 60%	240
Zone B	Moyenne 80	85
	min. — 25%	65
	max. + 60%	135
Zone C	Moyenne 60	50
	min. — 25%	38
	max. + 60%	80
Zone D	Moyenne 150	10
	min. — 25%	8
	max. + 60%	16
Total	Moyenne	295
	min.	220
	max.	470

L'évaluation de la production de poissons dans l'Adriatique, pour une année »normale«, une année pauvre et une riche est notée dans le tableau 7, d'après lequel on voit que le résultat d'une riche année représente une quantité de poissons à peu près deux fois supérieure à celui d'une année pauvre, soit 470 mille et 220 mille tonnes.

Ce qui vient d'être exposé prouve, qu'avec une certaine probabilité, on peut admettre l'existence d'un intervalle de trois ans de retard de la production halieutique sur la production primaire. Il sera donc possible, en se basant sur des conditions climatiques et océanographiques connues, et d'après la valeur de la production primaire pour une année donnée, de prévoir le stock de poisson qui sera disponible trois ans plus tard. Le cas le plus favorable pour établir ce pronostic se présentera pendant une période caractérisée par des conditions climatiques extrêmes. Pour 1971, par exemple, on a pu faire un pronostic efficace (ZORE—ARMANDA, 1970), basé sur l'apparition de masses considérables de glaces dans la mer du Nord en 1968, ayant provoqué dans l'Adriatique une forte advection d'eau orientale qui fut à l'origine d'une production élevée. Note pronostic pour l'année 1972 (ZORE—ARMANDA et PUCHER—PETKOVIĆ, 1972), qui a prévu une bonne pêche, a été juste aussi, les circonstances de la production primaire en 1969 ayant été très favorables. Quant à l'évaluation des quantités réelles, on peut, dans des années aussi productives, supposer qu'elles correspondent au maximum du tableau 7. La capture totale du poisson et des invertébrés comestibles dans l'Adriatique (de 1947 à 1961) ayant été de 65 à 120000 tonnes (ŽUPANOVIĆ, 1971), et la limite supérieure de cette valeur étant très admissible, pour cette dernière décennie également, les chiffres du tableau 7 semblent assez bien correspondre à la réalité. Il ressort donc de ce qui vient d'être dit que les possibilités potentielles d'utilisation du fonds de poissons ne dépassent que de peu le degré actuel d'exploitation, si nous pensons à une année moyenne. Dans une plus riche année on pourrait encore accroître le rendement de la pêche sans craindre de porter dommage au stock.

Pour, terminer, nous désirerions encore une fois faire observer que le rapport entre la production primaire et la production halieutique a été vérifié dans l'Adriatique par des expériences directes, et non seulement basé sur des statistiques de pêche, dans un travail antérieur (ZORE—ARMANDA, PUCHER—PETKOVIĆ et KAČIĆ, 1971). Dans cette étude on a comparé avec la production primaire le nombre de signes enregistrés par la bathymètre ultrasonique. A notre avis ce rapport a donc été expérimentalement contrôlé.

CONCLUSIONS

Si on utilise la division antérieure de l'Adriatique, par BULJAN, en quatre zones de productivité (A, B, C et D) il ressort que la zone A, qui représente par sa superficie plus de la moitié de cette mer, a la plus faible production. Le phytoplancton y fixe, en moyenne, 55 g C/m² par an. Les zones B, C et D sont plus riches et leurs productions moyennes sous 1 m² s'élèvent respectivement à environ 80, 60 et 150 g C/m² par an. On a calculé que la production totale primaire annuelle était d'environ $8,7 \times 10^6$ tonnes de carbone.

On considère que les valeurs de la production primaire dans la zone côtière sont un peu plus élevées que celles obtenues, étant donnée qu'il n'a pas été possible de prendre en considération les productions du macro- et du microphytobenthos.

Les conditions climatiques régnant sur une vaste région (quantité de glace dans l'Atlantique nord et, sous leur influence la position du cyclone islandais et de l'anticyclone sibérien), contribuent à la formation d'eau orientale, très salée, dans le Levant d'où elle s'étend dans la couche d'eau intermédiaire de toute la Méditerranée. Comme on l'avait déjà observé auparavant, cette eau se manifeste de temps à autre dans l'Adriatique par un accroissement de la salinité et par d'autres modifications des propriétés physico-chimiques et biologiques de son eau.

Les mensurations directes ont également prouvé que, coïncidant avec un plus fort gradient de la pression atmosphérique en Méditerranée orientale, s'intensifie la composante ouest des courants dans la région de l'Adriatique moyenne et, par conséquent, une influence accrue de l'eau orientale dans cette région.

Alors que dans l'Adriatique moyenne on observe d'une année à l'autre de notables fluctuations de la production primaire égalant en importance les fluctuations saisonnières — les variations saisonnières de certains facteurs abiotiques sont, par contre, plus accusées que leurs fluctuations à long terme. Aussi, admet-on l'existence d'un régulateur de la production primaire (advection inégale d'eau de la Méditerranée orientale), qui, par l'intermédiaire des sels nutritifs a une influence sur les variations à long terme, celui-ci conservant pendant plusieurs années la même tendance dans ses variations.

En se basant sur la concentration en sels nutritifs dans les eaux de l'Adriatique et sur le rapport N/P on a la preuve que le Pô et les autres fleuves du Nord de l'Italie enrichissent en premier lieu la partie nord de l'Adriatique et sa côte occidentale et que leur influence ne se fait sentir que pendant certains hivers dans les eaux profondes de la fosse de Jabuka.

Du fait que l'eau de la couche profonde de l'Adriatique sud s'écoule en grande partie hors de celle-ci, elle n'enrichit pas sa propre couche photique.

On a observé que les fluctuations des conditions climatiques ou des facteurs océanographiques, ainsi que celles de la production primaire, sont suivies dans le même sens par la production halieutique, mais avec un retard de trois ans.

Pour le développement du poisson, les facteurs du milieu sont le plus agissants pendant la première année suivant la ponte, bien qu'ils jouent aussi un rôle déterminé pendant toute la période de trois ans nécessaire à son développement.

On a démontré que les taux de la production primaire, ainsi que ses fluctuations à long terme dans l'Adriatique moyenne, sont suffisamment représentatives pour permettre d'évaluer la production halieutique et ses variations dans toute l'Adriatique.

Compte tenu du fait que les facteurs climatiques agissent dans toute la Méditerranée orientale, on en conclut qu'ils régularisent les conditions de la productivité dans toute cette région.

D'après l'évaluation, la production annuelle du poisson dans l'Adriatique est de 300.000 tonnes environ; dans une année exceptionnellement riche elle peut atteindre à peu près 470.000 tonnes, et dans une année d'une extrême pauvreté, 220.000 tonnes environ.

On conclut, pour terminer, que la connaissance des conditions météorologiques et océanographiques, ainsi que celle de la production primaire, permettent d'évaluer approximativement la production du poisson et ses fluctuations. Ces rapports pouvant être utilisés en vue du pronostic du stock disponible.

RESUME

Dans ce travail, l'intention a été d'utiliser toute une série de données, recueillies à ce jour, du domaine de l'océanographie physique et biologique afin de résoudre certains problèmes qui se posent dans l'exploitation des ressources vivantes de la mer.

Dans le premier chapitre on a systématisé les résultats auxquels on a abouti, jusqu'à présent, ainsi que les données non encore publiées sur la production primaire dans des localités diverses de l'Adriatique.

On a calculé la production primaire journalière moyenne et la production annuelle totale pour les quatre zones de production de l'Adriatique (selon BULJAN) et pour l'Adriatique tout entière.

Les calculs ultérieurs pour l'évaluation de la production halieutique annuelle dans l'Adriatique sont basés sur l'hypothèse que, dans cette mer, on peut distinguer trois degrés trophiques entre le producteur et les organismes exploitables et que l'efficacité écologique est de 15% à chaque degré.

Le second chapitre est consacré au rôle des facteurs climatiques, régnant sur une vaste région et agissant sur la formation d'une plus ou moins grande quantité d'eau orientale très salée dans le Levant. On discute la part prise par l'advection de cette eau dans le transport des sels nutritifs dans l'Adriatique, ainsi que le rôle joué par le Pô et les autres fleuves du Nord de l'Italie dans la production. On confirme que l'advection d'eau orientale a une notable action sur la production de la plus grande partie de l'Adriatique et que les fleuves de l'Italie septentrionale enrichissent surtout la partie nord de ce bassin maritime et sa ceinture côtière occidentale. L'eau profonde de l'Adriatique méridionale, s'écoulant en majeure partie hors de cette mer, a une plus faible influence sur la production des couches supérieures.

Alors que, dans ce chapitre, on examine en détails, les relations existant entre les fluctuations des facteurs climatiques et océanographiques, d'une part, et la production primaire, d'autre part, dans le troisième chapitre, on essaye de découvrir si les paramètres mentionnés ont une influence sur la production halieutique dans l'Adriatique. On a analysé la capture du petit poisson pélagique dans la Méditerranée orientale et en particulier dans l'Adriatique ainsi que la totalité du poisson pêché dans la région moins étendue de l'Adriatique moyenne, par rapport aux facteurs en question. On a trouvé qu'il

s'écoulait un intervalle de trois ans entre la production primaire et la production halieutique, pendant lequel la production halieutique suivait les variations des facteurs climatiques et océanographiques et de la production primaire. Ceux-ci jouent un rôle déterminé pendant toute cette période nécessaire au développement du poisson adulte, mais leur action est beaucoup plus décisive l'année-même de la ponte.

En s'appuyant sur ce que nous savons de la production primaire, nous avons procédé à l'évaluation de la production annuelle de poissons et de ses variations dans l'Adriatique moyenne. On a aussi calculé la production annuelle de poissons pour toute l'Adriatique (pour une année de richesse moyenne, une année de basse production et une de production élevée).

Pour terminer, on souligne que c'est en se basant sur l'étude de la relation entre les conditions météorologiques et océanographiques, d'une part, et la production primaire, d'autre part, qu'on a pu évaluer la production de poissons. L'existence d'un intervalle de trois ans entre les facteurs mentionnés ci-dessus et la production halieutique représente un fait significatif permettant d'utiliser ces rapports pour prévoir la valeur du stock de poissons disponible trois ans plus tard.

BIBLIOGRAPHIE

- Buljan, M. 1953, a. The nutrient salts in the Adriatic waters. Acta Adr., 5 (9), 15 p.
- Buljan, M. 1953, b. Fluctuation of salinity in the Adriatic. Izvješća — Reports, Rib. — biol. Eksp. »HVAR«, 2 (2), 63 p.
- Buljan, M. 1964. Ocjena produktivnosti Jadrana dobivena na temelju njegovih hidrografskih svojstava. Acta Adr., 11 (4), pp. 35—45.
- Buljan, M. 1968. Fluktuacija ocenografskih svojstava srednjeg Jadrana u razdoblju od 1962—1967. g. Pomorski Zbornik, 6, pp. 845—865.
- Buljan, M. 1969. La produttività dell'Adriatico stimata in base alle sue proprietà idrografiche. Il patrimonio ittico dell'Adriatico, difesa e valorizzazione. Comunicazione al convegno italo-jugoslavo, Venezia, 19 aprile 1969, pp. 3—15.
- Buljan, M. et M. Zore-Armanda, 1966. Hydrographic data on the Adriatic Sea collected in the period from 1952 through 1964. Acta Adr., 12, 438 p.
- Cviić, V. 1964. Primary organic production, distribution and reproduction of bacteria in the Middle Adriatic euphotic zone. Acta Adr., 10 (9), 21 p.
- Demir, N. 1965. Synopsis of biological data on anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus) 1758 (Mediterranean and adjacent seas), FAO Fisheries Synopsis, No 26. Revision 1 (Distribution restricted), pp. 1. 1. — 6. 6.
- Drew, E. A. Photosynthesis and growth of attached marine algae down to 130 metres in the Mediterranean. Proc. Intl. Seaweed Symp., 6, 151—159.
- Faganelli, A. 1961. Primi risultati relativi alla concentrazione dei sali nutritivi nelle acque del Mare Mediterraneo centrale e mari adiacenti. Arch. Oceanograf. Limnol., 12 (2), pp. 191—208.

- Franco, P. 1969. Report on primary productivity in the Gulf of Venice. North Adriatic sea. NATO Subcommittee on oceanographic research. Mediterranean Productivity Project, Technical Report, 47, pp. 35—49.
- Grøntved, J. 1957. A sampler for underwater macrovegetation in shallow waters. Jour. Cons. international Explor. Mer, 12 (3), pp. 293—297.
- Grøntved, J. 1966. Productivity of the microbenthic vegetation in the Danish Wadden Sea (Abstract). Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven. Sonderband, 2, pp. 275—276.
- Kveder, S., N. Revelante, N. Smodlaka et A. Škrivanić, 1971. Some characteristic of phytoplankton and phytoplankton productivity in the Northern Adriatic (Abstracts). 6th European Symposium on Marine Biology, Rovinj, Sept. 27 — Oct. 2, 1971, p. 23.
- Larrañeta, N. G. 1960. Synopsis of biological data on *Sardina pilchardus* of the Mediterranean and adjacent seas, FAO Fisheries Biology Synopsis No 9. (Distribution restricted), pp. 137—173.
- Mc Gill, D. A. 1965. The relative supplies of phosphate, nitrate and silicate in the Mediterranean Sea. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 18 (3), pp. 737—744.
- Müller, A. R., Tchernia, H. Charnock et D. A. McGill, 190. Mediterranean Sea Atlas. The Woods Hole Oceanographic Institution Atlas Series, 3, 190 p.
- Mužinić, R. 1954. Contribution à l'étude de l'oecologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique orientale. Acta Adr., 5 (10), 219 p.
- Poli Molinas, M. et M. V. Olmo, 1969. Ulteriori osservazioni sull'apporto in sali nutritivi di alcuni corsi d'acqua sfocianti nell'Adriatico. Note del Lab. Biol. Mar. e Pesca-Fano, 3 (3), pp. 41—72.
- Pucher-Petković, T. 1973. Recherches préliminaires sur la photosynthèse du nanoplancton et du microplancton dans les eaux de l'Adriatique moyenne. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 21 (8), pp. 445—448.
- Pucher-Petković, T. 1970. Sezonska i višegodišnja fluktuacija primarne produkcije u srednjem Jadranu. Pomorski Zbornik, 8, pp. 847—856.
- Pucher-Petković, T. 1971. Recherches sur la production primaire et la densité des populations du phytoplancton en Adriatique moyenne (1962—1967). Rapp. Comm. int. Mer Médit., 20 (3), pp. 339—343.
- Pucher-Petković, T. (sous presse). Recherches préliminaires sur la photosynthèse du nanoplancton et du microplancton dans les eaux de l'Adriatique moyenne. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 21.
- Pucher-Petković, T. et T. Vučetić, 1969. Fluktuacije klimatskih i hidrografskih svojstava i njihov utjecaj na biološku produktivnost Jadrana. Hidrografski godišnjak 1968, pp. 85—91.
- Pucher-Petković, T., M. Zore-Armanda et I. Kačić (sous presse). Primary and secondary production of the Middle Adriatic in relation to climatic factors. Thalassia Jugoslavica.
- Ryther, J. H. 1969. Photosynthesis and fish production in the sea. Science, 166 (3901), pp. 72—76.

- Scaccini Cicatelli, M. 1967. Distribuzione stagionale dei sali nutritivi in una zona dell'Alto e Medio Adriatico. Boll. pesca, pisc. e idrobiol. Anno XLIII, 22 (1), n. s., pp. 49—82.
- Sigtryggsson, H. 1969. Yfirlit um haffs ígrennd við Ísland (An outline of sea ice conditions in the vicinity of Iceland). Haffsinn, Almenna Bókafélagið, pp. 80—94.
- Sigtryggsson, H. 1972. An outline of sea ice conditions in the vicinity of Iceland. Jökull, 22, pp. 1—11.
- Steemann Nielsen, E. 1952. The use of radioactive carbon for measuring organic production in the sea. J. Cons. Int. Explor. Mer., 18 (2), pp. 117—140.
- Špan, A. 1969. Quantities of the most frequent *Cystoseria* species and their distribution in the central and northern Adriatic. Proc. Intl. Seaweed Symp., 6, pp. 383—387.
- Tešić, M. 1968. Vojnopomorska geografija. Državni sekretarijat za narodnu odbranu. Mornarička uprava, Split, 391 p.
- Texeira, C. 1963. Relative rates of photosynthesis and standing stock of the net phytoplankton and nanoplankton. Bolm. Inst. oceanogr., Sao Paulo, 12 (2), pp. 53—60.
- Vatova, A. 1961. Primary production in the High Venice Lagoon. Jour. Cons. int. Explor. Mer, 26 (2), pp. 148—155.
- Wüst, G. 1960. Die Tiefenzirkulation des Mittelländischen Meeres in den Kernschichten des Zwischen- und des Tiefenwassers. Deutsche Hydrographische Zeitschrift, 13 (3), pp. 105—131.
- Yentsch, C. S. et J. H. Ryther, 1959. Relative significance of the net phytoplankton and nanoplankton in the waters of Vineyard Sound. Woods Hole Ocean. Inst. Coll. Repr. Contr., 984, pp. 231—238.
- Zavodnik, N. 1971. Fluctuations in photosynthetic activity and chemical composition in *Fucus virsoides* C. J. Ag. Abstracts, 6th European Symposium on Marine Biology, Rovinj, Sept. 27 — Oct. 2, 1971. p. 65.
- Zore-Armanda, M. 1963. Les masses d'eau de la Mer Adriatique. Acta Adr., 10 (3), 89 p.
- Zore-Armanda, M. 1966. Gradijent tlaka zraka u istočnom Mediteranu i salinitet jadranske vode. Hidrografski godišnjak 1965, pp. 61—67.
- Zore-Armanda, M. 1969. Water exchange between the Adriatic and the Eastern Mediterranean. Deep-Sea Research, 16, pp. 171—178.
- Zore-Armanda, M. 1970. Meteorološki uvjeti i mogućnost prognoze ulova male plave ribe u Jadranu. Morsko ribarstvo, 22 (4), pp. 157—160.
- Zore-Armanda, M. 1971. Influence of long-term changes in the oceanographic/meteorological conditions in the North Atlantic on the Mediterranean, »The Ocean World«, Proc. Joint. Oceanogr. Assembly (Tokyo, 1970), pp. 151—154.
- Zore-Armanda, M. (sous presse). Some aspects of air-sea interaction in the Eastern Mediterranean. Proceedings of the colloquium on the Physics of the Seas, held in Trieste from Oct. 13th to 16th 1971. Accademia Nazionale dei Lincei.

- Zore-Armanda, M. (sous presse). Fomation of the Eastern Mediterranean deep water in the Adriatic. Colloquium on »Processes of formation of oceanic deep waters in particular in the Western Mediterranean«. Paris, 1972.
- Zore-Armanda, M., T. Pucher-Petković et I. Kačić, 1971. Klimatski faktori i mogućnost predskazivanja veličine organske produkcije u Jadranu. Pomorski zbornik, 9. pp. 545—559.
- Zore-Armanda, M. et T. Pucher-Petković, 1972. Predskazivanje o vjerovatno raspoloživoj količini ribe u Jadranu u 1972. godini. Morsko ribarstvo, 24 (2), pp. 54—56.
- Županović, Š. 1971. Ribarstvo Jadrana. Biblioteka za prirodne znanosti, 8, Matrica hrvatska, Split, 84 p.

Reçu pour la publication le 24. 11. 1972.

PROCJENA PRODUKCIJE JADRANA I MOGUĆNOST PREDSKAZIVANJA NJEZINE GODIŠNJE VELIČINE U ODNOSU NA FAKTORE SREDINE

Tereza Pucher-Petković i Mira Zore-Armanda

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

KRATAK SADRŽAJ

Velik broj do sada prikupljenih podataka iz područja fizičke i biološke oceanografije omogućio je da se procjeni veličina primarne i sekundarne proizvodnje Jadrana, da se uoči ovisnost proizvodnje o fluktuacijama klimatskih faktora, te da se, iz nađene činjenice o trogodišnjem zakašnjavanju fluktuacija sekundarne u odnosu na primarnu proizvodnju, ukaže na mogućnost predskazivanja visine sekundarne produkcije Jadrana.

Podaci o primarnoj proizvodnji sistematizirani su u 4 produktivne zone prema ranijoj podjeli Jadrana po BULJANU, učinjenoj na temelju količine hranjivih soli. U najprostranijoj zoni A godišnje se fiksira prosječno oko 55 g C/m², u zoni B oko 80 g C/m², u zoni C oko 60 g C/m², a u zoni D oko 150 g C/m². Te vrijednosti, uz odgovarajuće površine zona pokazuju da fitoplankton Jadrana godišnje fiksira oko $8,7 \times 10^6$ tona ugljika.

Uz pretpostavku da se u Jadranu pojavljuju uopćeno 3 trofične stepenice od proizvođača do organizama pogodnih za eksploataciju, te da je ekološka efikasnost na svakoj stepenici 15%, proizvodnja ribe u Jadranu je za prosječno bogatu godinu procijenjena na oko 300.000 tona.

Kolebanja veličine primarne proizvodnje su povezana s prije ustanovljenim (BULJAN, 1953 a i b) fluktuacijama slanosti, nekih kemijskih svojstava i produkcije srednjeg Jadrana zbog povremenih većih prodora (ingresija) istočnomediteranske vode. Ustanovljeno je da neki klimatski faktori reguliraju veličinu advekcije intermedijarne vode s Levanta, koja utječe na slanost. Tu se misli na prevladavajuće gradijente tlaka zraka nad istočnim Mediteranom, te na količinu leda u sjevernom Atlantiku, koja je opet u vezi sa smještajem velikih baričkih centara kao što su islandska ciklona i sibirski anticikloni. O položaju tih centara ovisi jačina prodora hladnog i suhog polarnog kontinentalnog zraka u istočni Mediteran. To uvjetuje formiranje većih količina istočne vrlo slane vode na Levantu, a veći gradijenti tlaka zraka njezinu jaču advekciju u Jadran, gdje se ona manifestira povišenim salinitetom.

Kolebanja srednje godišnje produkcije istog su reda veličine kao ona iz sezone u sezonu, dok su sezonske fluktuacije nekih lokalnih fizikalnih parametara (temperatura i slanost mora) iste ili znatno veće od višegodišnjih, iz čega se zaključuje da postoji jedan drugi regulator koji utječe na višegodišnje promjene produkcije, a čiji trend kretanja pokazuje određenu perzistentnost (advekcija istočne vode uvjetovana klimatskim faktorima).

Direktnim mjerenjem je pokazano da se uz pojavu većeg zonalnog gradijenta tlaka zraka nad istočnim Mediteranom, pojavljuje u Jadranu jače izražena zapadna komponenta strujanja, pogotovo u intermedijarnom sloju, što označuje ulazak veće količine istočne vode u Jadran. Podaci ekspedicija »Atlantis« i »Chain« o rasporedu fosfata i totalnog fosfora su pokazali da je istočna voda bogatija tim komponentama od jadranske vode, osobito u intermedijarnom sloju, u kojem se odvija i pretežan dio advekcije istočne vode u Jadran. Zato je zaključeno da advekcija istočne intermedijarne vode ima vrlo značajnu ulogu u donosu hranjivih materija i stoga i u produktivitetu većeg dijela Jadrana.

Posebno se diskutira o ulozi rijeke Po i drugih sjevernotalijanskih rijeka na produktivnost Jadrana. Režim strujanja u Jadranu uvjetuje da se iz tog izvora obogaćuje samo njegov sjeverni dio i zapadna obala, dok u pridnenom sloju voda pretežno izlazi iz Jadrana, pa tako u smanjenoj mjeri obogaćuje gornje slojeve u vlastitom bazenu. Vrlo različit odnos N/P u sjevernom Jadranu, a osobito uz zapadnu obalu do Ancone, prema onom u Jabučkoj kotlini, govorio bi u prilog tome da se u njoj ne osjeća više utjecaj sjevernotalijanskih rijeka. U prilog tome govori i odnos godišnjeg protoka rijeke Po te maksimalnih i srednjih godišnjih saliniteta u srednjem Jadranu. Protok rijeke Po pokazuje slabije izražen odnos prema maksimalnim salinitetima, koji su u tom području upravo određeni advekcijom istočne vode, a na koje se, opet, dobro veže primarna produkcija. Na taj način raspodjela Jadrana na 4 produktivne zone ima i svoju dinamičku određenost.

U radu se takođe analizira utjecaj lokalnih faktora, kao što su naoblaka i vjetar, na višegodišnje promjene primarne produkcije. Nađeno je da su ti faktori sekundarnog značaja.

Analiza statističkih podataka o ulovljenoj ribi je pokazala da se fluktuacije primarne produkcije odrazuju na sekundarnu, ali sa zakašnjenjem od približno tri godine. Uvjeti primarne produkcije, odnosno klimatske prilike, cijelog tog intervala od 3 godine djeluju na sekundarnu produkciju, ali su najdjelotvorniji u godini mriješćenja. Pelagična riba je svakako podložnija prirodnim fluktuacijama u odnosu na uvjete sredine, ali je pokazano da se i količina ukupno ulovljene ribe dobro slaže s fluktuacijama primarne produkcije uz interval od 3 godine zakašnjenja.

Analizirano je pitanje prostorne reprezentativnosti podataka o primarnoj produkciji u odnosu na procjenu količine ribe, pa je nađeno da se podaci o primarnoj produkciji iz srednjeg Jadrana mogu smatrati dovoljno reprezentativnim za procjenu lovine ribe istočne obale Jadrana. To je moguće zato što veličina primarne produkcije prvenstveno ovisi o advekciji istočne vode, koja se opet manifestira u najvećem dijelu istočne obale.

Godišnje kolebanje kvantitete raspoložive ribe je također približno procijenjeno na bazi maksimalnih godišnjih kolebanja primarne produkcije na jednoj postaji, u srednjem Jadranu (Stončica), za koju raspoložemo s 9-godišnjim nizom podataka. S obzirom na to da su najveća odstupanja srednjih godišnjih vrijednosti primarne produkcije od višegodišnjeg srednjaka na toj postaji + 60%, odnosno — 25%, ta su odstupanja primijenjena i na srednju godišnju

sekundarnu produkciju. Na taj je način učinjena procjena godišnje produkcije ribe za jednu prosječnu, te za jednu bogatu i za jednu siromašnu godinu. Izračunano je da je godišnja produkcija jedne bogate godine otprilike dvostruka nego u siromašnoj godini, tj. da u bogatoj godini iznosi oko 470 hiljada tona prema cca 220 hiljada tona, dok prosječna godišnja produkcija Jadrana iznosi oko 300 hiljada tona.

Na kraju je naglašeno da je na osnovu proučavanja meteoroloških i oceanografskih prilika i njihova utjecaja na primarnu produkciju moguće učiniti procjenu godišnje produkcije ribe i te procjene iskoristiti za prognoziranje raspoloživog stoka.

SOMMAIRE

	pages
Introduction	3
Production primaire et secondaire dans l'Adriatique	4
Fluctuations à long terme de la production primaire en fonction des facteurs du milieu	9
Evaluation et pronostic de la production halieutique	20
Conclusions	26
Résumé	28
Bibliographie	29
Kratak sadržaj	35

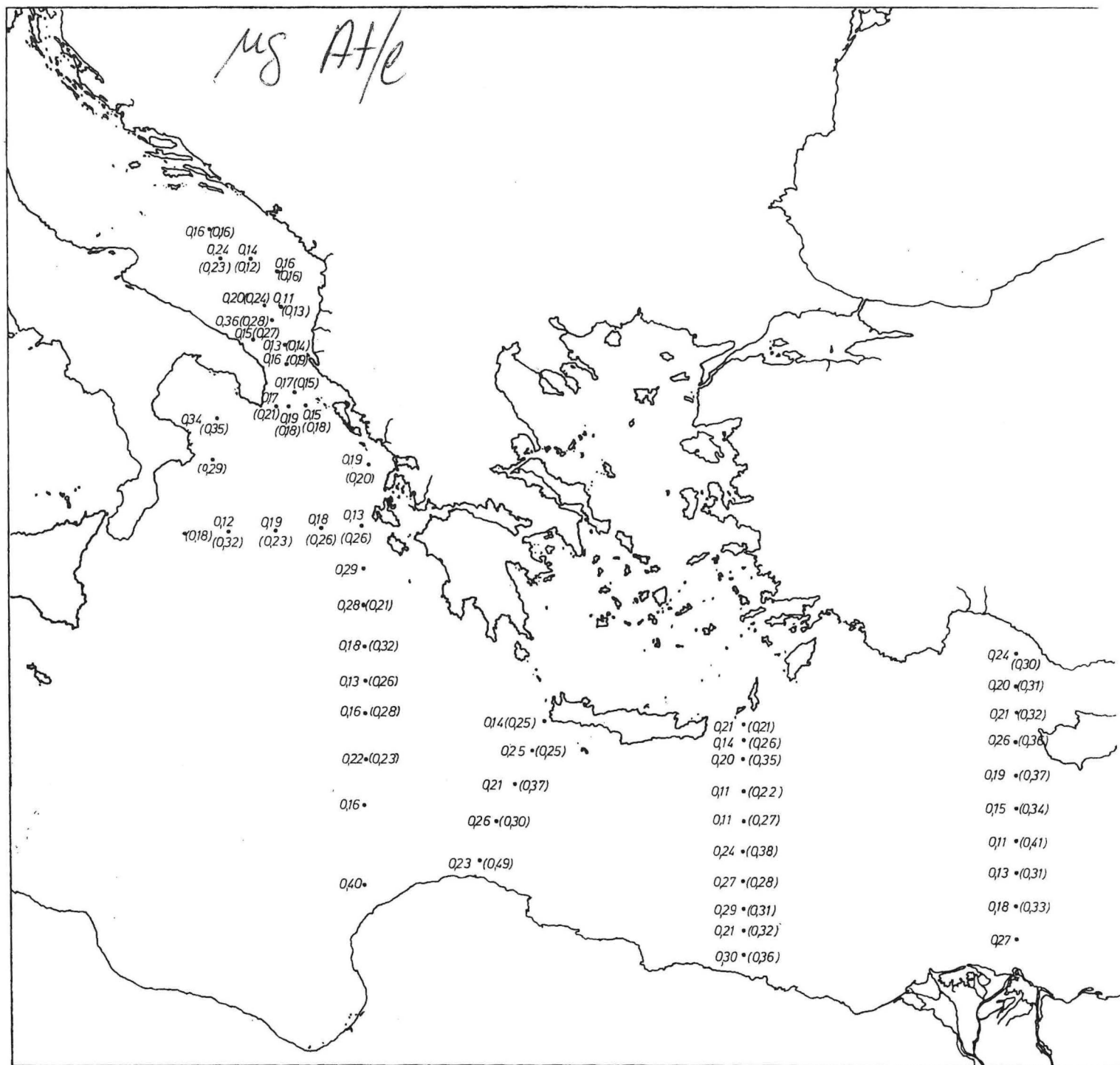


Fig. 8 — Distribution des quantités de phosphore total (P-tot) dans la Méditerranée orientale pendant la période allant du 10. 1961 au 2. 1962 dans la couche intermédiaire (profondeur 300 et 500 m) présentée d'après les données des expéditions «ATLANTIS» et «CHAIN» (MILLER, A. R., TSCHERNIA, H. CHARNOCK, D. A. MCGILL, 1970). Les données pour la profondeur de 500 m se trouvent entre parenthèses.