

- C.N.R. -  
(C.R.P.R.M.)  
Istituto di Ricerca per la Pescata Marittima  
Largo Fiera della Pescata - 30065 ALICONCA  
Contribuzione n° 201

146015

# EUROPEAN RESEARCH ON CETACEANS - 8

PROCEEDINGS OF THE EIGHTH ANNUAL CONFERENCE  
OF THE EUROPEAN CETACEAN SOCIETY,  
MONTPELLIER, FRANCE

2-5 MARCH 1994



EDITOR : P.G.H. EVANS

## RELATIONSHIPS BETWEEN DOLPHINS, TYPE OF PREY AGGREGATION, AND THEIR GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION

Massimo Azzali\*, Lino Casini\*\* and Claudia Virno Lamberti\*

\*C.N.R.-I.R.Pe.M., Molo Mandracchio, 60100 Ancona, Italy

\*\*Fondazione Cetacea, Viale Milano 63, I-47036 Riccione, Italy

**INTRODUCTION** The consumption of small pelagic fish by dolphins in some areas of the Mediterranean Sea is large, perhaps of the same order of magnitude as the commercial catch. However, very little is known about the relationships between the geographical distribution of dolphins and their prey and the mechanism of predator interactions between dolphins and the fishing fleet. In an attempt to address this problem, the acoustic group of C.N.R. in Ancona, together with researchers of the Fondazione Cetacea in Riccione, have carried out a series of cruises since 1988 to collect simultaneous data on cetaceans and their prey. The sampled areas were the Adriatic Sea (1988-92), Tyrrhenian Sea (1988, 1991) and Sicily Channel (1988).

In this paper, the geographical distribution of encountered cetaceans and their prey, and the relationships between prey aggregations and dolphin species in all the sampled areas, are presented. This is followed by an analysis of the results obtained in the northern and central Adriatic Sea. We conclude by discussing some implications of the results for interaction between dolphins and the fishery.

**MATERIALS AND METHODS** The acoustic survey uses a line sampling technique, that takes the form of zig-zag transects, uninterrupted in space and in time (Azzali, 1980). The surveys were carried out in the same seasons for each area over several years (1988-1992). During the acoustic surveys, the following data were collected:

(1) Data on prey from hydroacoustic apparatus: (a) absolute estimates of density ( $t/\text{mile}^2$ ) and biomass ( $t$ ) of the pelagic fish populations as a whole and, within it, of some population such as anchovies (*Engraulis encrasicolus*), sardines (*Sardina pilchardus*), sprats (*Sprattus sprattus*) and other species (Azzali, 1981); (b) forms of aggregation (dispersed, schooled, and aggregations in layers) of the pelagic populations and their variability with time of day: dawn, daylight, sunset and night (Azzali *et al.*, 1985); (c) geographical and bottom depth distributions of all the above data (Azzali, 1988).

(2) Data on prey from pelagic trawls. During acoustic surveys, at intervals of 4-6 hours, a net was used to sample aggregations and to determine their structure (species and length of fish).

(3) Data on cetaceans (predators) from sightings. The presence of cetaceans was visually assessed along the transects by two experienced observers from a platform of the R/V S. Lo Bianco with  $360^\circ$  viewing. For each sighting, the following data were recorded: a) group size and composition; b) behaviour classified into two categories: hunting (which was related to the forms of aggregation), other activities (travelling, socialising); c) geographical position of the vessel (Latitude, Longitude, bottom depth, distance from the nearest coast, and from cetaceans); and d) date and hour. In the Adriatic Sea, the sightings from the research vessel were integrated with the ones collected from four liners of the "Adriatica" shipping company.

(4) Data on commercial catches and operational areas of the fishing fleet were obtained by official statistics (ISTAT) and from available literature.

**RESULTS** The total number of sightings per species and per sampled area are presented in Table 1. Ninety per cent of sightings consists of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) (53%) and striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) (37%).

Figure 1 shows the distribution of the sightings of these two species, which seem to have different patches. In the Ligurian Sea, Tyrrhenian Sea and in Sicily Channel, striped dolphins predominate. In the northern and central Adriatic Seas, virtually only bottlenose dolphins are present. In the southern Adriatic Sea and northern Ionian Sea, both species are found (bottlenose dolphins predominate in the western area and striped dolphins in the eastern area). Data on the average bottom depth of the sighting locations (Table 2) confirm the hypothesis that there are at least two patches in the habitat. The size of the groups varies considerably from one species to the other (Table 3).

The prey biomass in the areas covered acoustically (30,000 mile<sup>2</sup>) was assessed at around 1,130,000 t (average density: 43 t/mile<sup>2</sup>). However, its geographical distribution is very different in each area. About 67% of biomass is concentrated in the northern and central Adriatic Sea and only 5% in the southern Adriatic Sea. In the Sicily Channel, there is 15% of the total biomass, and in the Tyrrhenian Sea the remaining 18% (Azzali, 1988). In each area, the prey has its own characteristics of distribution and aggregation that influences the behaviour of fishermen and dolphins. In general, most of the dispersed or scattered forms of aggregation were found in the deep waters, and most of the schools and aggregations in layers occurred over the shelf (Azzali and Bombace, 1983).

The annual commercial catches in the sampled areas are estimated at around 300,000 t, that is 22% of the assessed biomass. About 60% of the catches come from the northern and central Adriatic Seas, where the majority of the Italian trawl fishing activity occurs. Here, the fishing effort is concentrated within the isobath of 50 m. The remaining 40% of the catches are obtained from the other areas, where the fishing fleet operates up to 200 m (ISTAT). Sightings of foraging dolphins and aggregations of their prey are reported in Table 4. The northern and central Adriatic Seas are characterised by a high variability in space and time of the resources common to fishermen and dolphins (Della Croce, 1982). Table 4 shows that 64% of schooled distributions and 68% of distributions in layers are within the 40 m isobath, where most of the fishing effort is concentrated, while 83% of bottlenose dolphins were encountered beyond this isobath. From these data, a habitat segregation between *Tursiops* and fishermen may be suggested. The data show that schooled distributions predominate during the full sunlight hours. It suggests that in this period of the day there is an overlap of activities between foraging bottlenose dolphins and the trawl fishing that operates in day time.

## CONCLUSIONS

The following conclusions were reached:

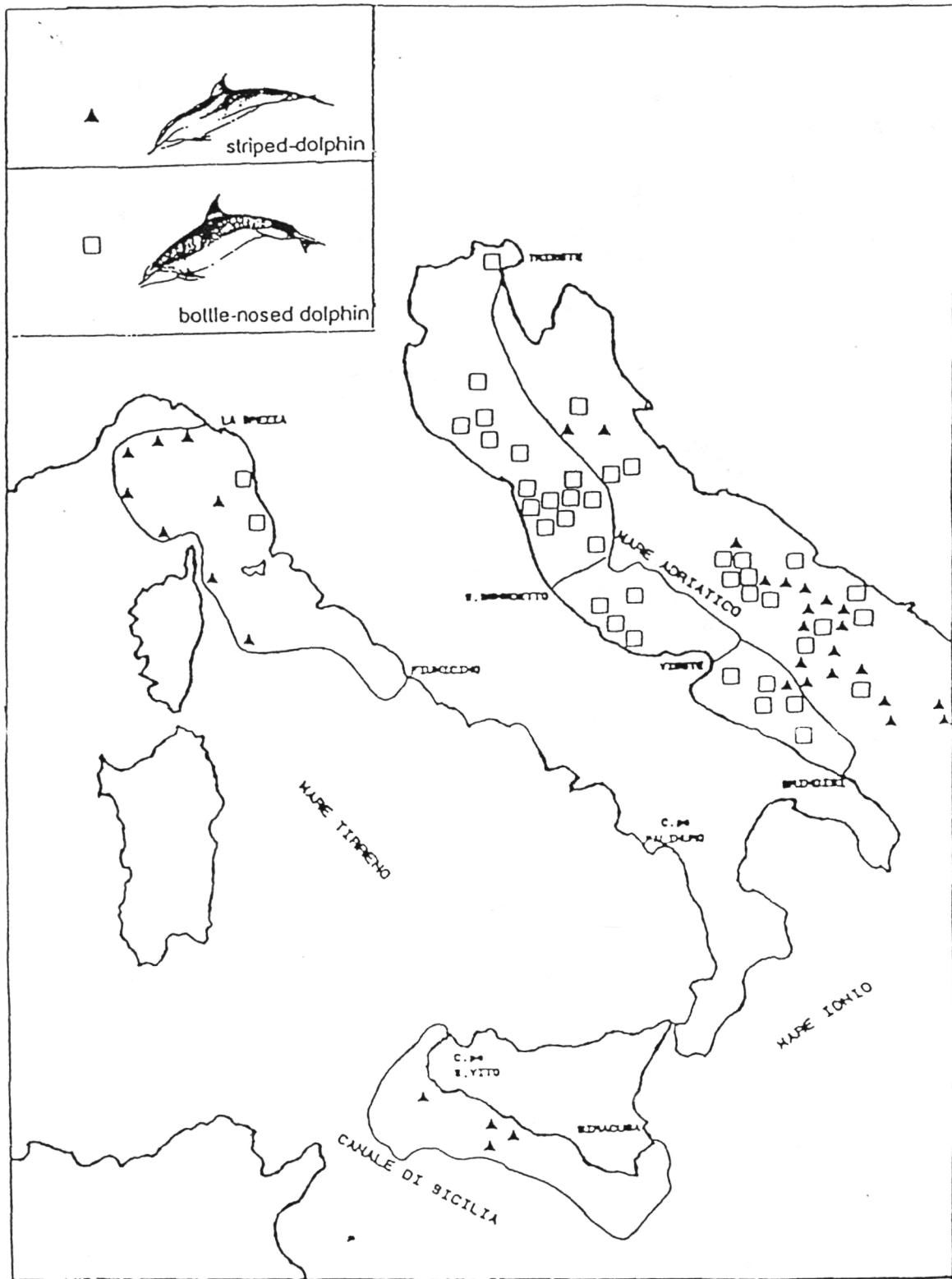
(1) *Coexistence of populations of bottlenose dolphins and striped dolphins* Striped dolphins and bottlenose dolphins prey upon pelagic resources (Leatherwood and Platter, 1975) similar in species but different in aggregation forms and separated by habitat. There is no interaction between the two species.

(2) *Interaction between striped dolphins and the trawl fishery* Striped dolphins hunt in deep water (Norris and Dohl, 1980) and upon scattered distributions, and so there would be a weak interaction with trawl fishing activity.

(3) *Interaction between bottlenose dolphins and the trawl fishery in the northern and central Adriatic Seas* In this semi-closed area, the population of bottlenose dolphins and trawl fishing fleet prey upon similar species and forms of aggregation (Leatherwood and Platter, 1975), probably in the same period of the day (Shane, 1977). A co-existence occurs through limited habitat segregation, possibly due to the spatial heterogeneity of the resources in this area.

## REFERENCES

- Azzali, M. 1981. Comparazione circa la distribuzione e la stima di biomassa di sardine effettuata nel 1976 e 1977 con metodi elettroacustici in Alto e Medio Adriatico. *Quad. Lab. Tecn. Pesca*, 3(1): 33-48.
- Azzali, M. 1988. Una nota preliminare sulle risorse pelagiche nei mari italiani stimate con tecniche acustiche. *Atti Seminari per la Pesca e l'Acquacoltura*, 1: 98-171.
- Azzali, M. and Bombace, G. 1983. Valutazione e valorizzazione delle risorse pelagiche. *Nova Thalassia*, 6: 343-350.
- Azzali, M., Cosimi, G. and Luna, M. 1980. Valutazione elettroacustica degli stocks di Sardine (*Sardina pilchardus*) nell' Alto e Medio Adriatico. *Quad. Lab. Tecn. Pesca*, 2(5): 1-99.
- Azzali, M., Buracchi, G., Conti, S., Gambetti, S. and Luna, M. 1985. Relationships between the forms of pelagic fish distribution and nictemeral periods. A tentative model of behaviour. *Oebalia*, 11(2): 471-488.
- Della Croce, N. 1982. Biologia e pesca del pesce azzurro. Pp. 103-112. In *Il Mare e la Pesca*:
- Leatherwood, S. and Platter, M.W. 1975. A preliminary assessment of summer stocks of bottle-nosed dolphins, *Tursiops truncatus* in coastal water of Alabama, Mississippi and eastern Luisiana. *J. Widl Manage*.
- Norris, K.S. and Dohl, T.P. 1980. The structure and functions of cetacean schools. Pp. 211-261. In *Cetacean behaviour: mechanism and functions* (Ed. L. M. Herman). Wiley, New York.
- Shane, S.H. 1977. *The population biology of the Atlantic bottle-nosed dolphin, Tursiops truncatus, in the Aransas Pass Area of Texas*. M.S. Thesis, Texas A & M University, College Station, Texas. 239 pp.



**Fig. 1** Location of sightings of bottlenose dolphins (□) and of striped dolphins (▲)

**Table 1** Total sightings for each cetacean species in the different sampled areas  
 NA = Northern Adriatic Sea, CA = Central Adriatic Sea, SA = Southern Adriatic Sea  
 NI = Northern Ionian Sea, SC = Sicily Channel, CT = Central Tyrrhenian Sea, L = Ligurian Sea

Species/Seas	NA	CA	SA	NI	SC	CT	L	Tot. Sight.
Bottle-nosed dolphin	6	31	7	2	1	2		49
Striped dolphin	3	12	5	3	3	3	5	34
Common dolphin	1	4						5
Risso's dolphin		1		1				2
Fin whale							1	1
Sperm whale		2						2

**Table 2** Mean depth (m) of sighting locations of cetacean species in the sampled areas  
 N = number of samples, X = mean value, S.D. = standard deviation, \*t-test=3.37, p=0.0013

Species	Depth			
	N	Range	X	S.D.
Bottle-nosed dolphin	45	15-2500	256.6*	459.3
Striped dolphin	30	18-2600	705.23*	624.4
Common dolphin	5	55-1159	619.2	468.4
Risso's dolphin	2	400-600		
Fin whale	1	2000		
Sperm whale	2	416		

**Table 3** Group size statistic for the encountered species in the sampled areas  
 \*t-test=3.25, p=0.003

Species	N	range	X	S.D.
Bottle-nosed dolphin	43	1-10	4.21*	3.17
Striped dolphin	34	2-90	14.68*	18.59
Common dolphin	5	4-20	8.40	6.66
Risso's dolphin	2	2-7		
Fin whale	1	2		
Sperm whale	2	1		

**Table 4** Relationship between dolphin species and aggregation forms of prey in the in the sampled areas

Species/prey aggregation	disperse	layer	school	Chi sq.	d.f.	p
Bottle-nosed dolphin		2	21	35.04	1	0.001
Striped Dolphin	7	2	2	4.54	2	n.s.

## Les ressources de pêche de l'Adriatique : Situation et perspectives

par

Giovanni BOMBACE

*Istituto Ricerche Pesca Marittima, C.N.R., Molo Mandracchio,  
I-60100 Ancona, Italie.*

### RÉSUMÉ

La mer Adriatique s'étend en direction NO/SE sur plus de 700 km. La surface occupée par cette mer est de 138 000 km<sup>2</sup>, soit 1/20 de toute la Méditerranée. Si les ressources étaient distribuées uniformément, en considérant la production totale de la Méditerranée égale à 1 000 000 de T/année, les prises annuelles de l'Adriatique devraient atteindre 50 000 T. Or elles sont à peu près cinq fois plus élevées.

En considérant les captures moyennes 1982-1990, l'apport de l'Adriatique à la production halieutique italienne dépasse 54%, dont à peu près 45% vient de l'Adriatique septentrionale et centrale. Une réduction des captures par unité d'effort est observé pour les bivalves tels que la petite paire.

Les deux facteurs impliqués sont l'effort de pêche triplé en 20 ans et les vastes anoxies qui ont affecté les fonds de pêche pendant ces dernières années. Au niveau des petits pélagiques on a enregistré l'effondrement du stock d'anchois après 1986. Le phénomène s'est vérifié dans toute la Méditerranée occidentale et centrale et il est indépendant de l'effort de pêche. Enfin l'arrêt saisonnier de la pêche a permis un important accroissement de la biomasse au niveau des espèces démersales.

Vu la complexité des pêcheries méditerranéennes il paraît impossible d'aménager les ressources par TAC ou Quota.

### ASPECTS ÉCOLOGIQUES

La physionomie éco-halieutique de l'Adriatique (fig. 1) est déterminée par un certain nombre de facteurs ou groupes de facteurs écologiques dont il

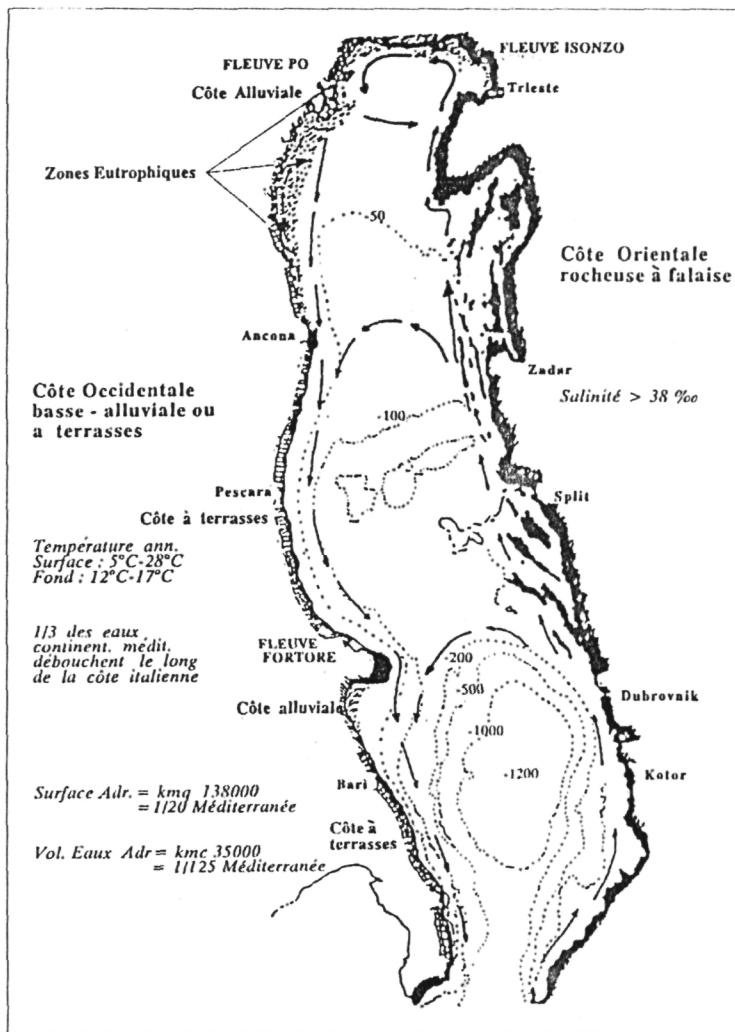


Fig. 1 – Caractéristiques écologiques de l'Adriatique.

faut citer au moins les suivants:

- 1 - les apports fluiviaux de la côte italienne ;
- 2 - l'étendue du plateau continental ;
- 3 - la faible profondeur des bassins de la haute et moyenne Adriatique ;
- 4 - les structures hydrologiques particulières.

### Apports fluiviaux

A peu près 1/3 des eaux continentales méditerranéennes débouchent en Adriatique septentrionale et centrale. Le volume des eaux fluiviales de la côte italienne, de l'Isonzo (auprès de Trieste) jusqu'au Fortore (Gargano), peut varier de 3 000 à 10 000 m<sup>3</sup>/s et plus, dont la moitié en provenance du fleuve Pô.

Les conséquences de ces apports sont en général positives mais, en partie et dans certaines conditions, elles peuvent être aussi négatives.

D'un côté on observe un enrichissement en éléments nutritifs et en matériel organique en suspension (processus d'eutrophisation) ce qui, au niveau du domaine pélagique, constitue la base trophique d'une importante biomasse planctonique favorisant les stocks des petits pélagiques. Au niveau benthique, la pluie de particules organiques en suspension, constitue la base principale de la nourriture de l'énorme biomasse des organismes sestonophages et détritivores qui, en haute et moyenne Adriatique, sont l'objet de prises importantes. Enfin, le matériel organique particulaire (véritable production paraprimaire), favorise les possibilités de conchyliculture en mer ouverte, associée ou non à des récifs artificiels.

D'autre part et en même temps, arrivent en mer des déchets et des matériaux physiques divers, métaux lourds et composés chimiques polluants qui troublent les équilibres biologiques, par exemple entre bactéries et micro-algues, et d'où découlent les proliférations phytoplanctoniques anormales.

### Etendue du plateau continental, nature des fonds, morphologie côtière

Les fonds des bassins septentrional et central de l'Adriatique constituent un seul plateau.

La morphologie côtière est très différente selon qu'il s'agit de la côte orientale (Croatie et Albanie) ou occidentale (Italie). La première est principalement rocheuse, très variée, avec des falaises et des tombants environnant des petites baies et des plages, avec des îles nombreuses, et pauvre quant aux apports fluiviaux. La côte italienne, par contre, est en général de type alluvial ou en terrasses, sauf à proximité de Trieste, d'Ancone (promontoire du Conero) et du promontoire du Gargano, où débute le bassin méridional de l'Adriatique, tout à fait différent des deux bassins cités auparavant (fig. 1).

La pente est douce et il s'agit surtout de fonds meubles (sableux, sablo-vaseux, détritiques, etc.) pour les deux bassins septentrionaux.

Les conséquences sur la pêche sont doubles : d'un côté l'on a une grande accessibilité à la ressource par l'utilisation et le développement des arts traînants, de l'autre on enregistre une tendance à la surexploitation. De là découlent les initiatives de protection et de restauration de la bande côtière, par exemple par récifs artificiels, et les mesures techniques d'arrêts saisonniers de la pêche, prises par les pêcheurs eux-mêmes.

### Faible profondeur

Les bassins septentrional et central de l'Adriatique sont très semblables au point de vue écologique et halieutique.

Les profondeurs ne dépassent pas 70 et 100 m respectivement, sauf dans la « fosse de Pomo » (Jubuka) où l'on peut avoir des profondeurs jusqu'à

300 m. Les conséquences qui découlent du facteur « faible profondeur » sont très importantes :

D'une part on observe : des interactions plus directes entre les chaînes alimentaires, pélagique et benthique (plusieurs espèces démersales se nourrissent de petits pélagiques) ; la réduction du temps nécessaire à l'échange global des masses d'eau (2-3 mois sont suffisants pour renouveler la masse d'eau du bassin septentrional) ; le recyclage des éléments nutritifs sédimentés par les vagues des grandes tempêtes.

De l'autre, on peut avoir, pendant les périodes de mer calme, une stratification des couches d'eau et une facilité d'hypoxie, étant donné le volume modeste de la masse d'eau, l'abondance du matériel organique et la richesse de vie sur le fond.

L'hypoxie peut devenir anoxie suite au processus de dystrophie, dû à la multiplication anormale d'algues et au matériel organique qui tombe et s'accumule sur le fond.

#### Les structures hydrologiques (fig. 2 et 3)

L'Adriatique septentrionale et centrale présente de fortes variations saisonnières de température et de salinité, surtout au niveau des couches superficielles. La température peut varier par exemple de 5 à 28° C en surface et de 12 à 17° C sur le fond. Les variations de salinité sont aussi remarquables, soit entre la surface et le fond, soit d'une saison à l'autre.

La formation de fronts thermohalins est particulière aux deux bassins.

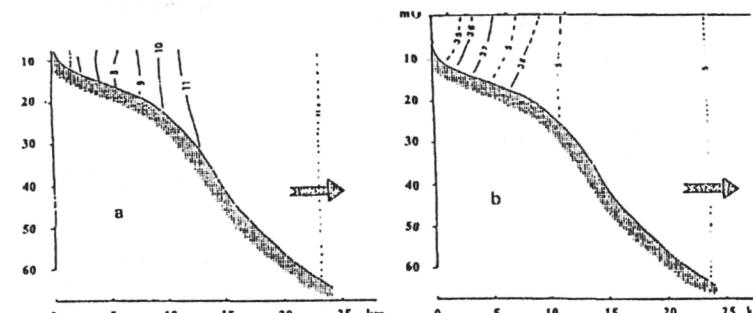


Fig. 2 – Moyenne Adriatique : température (a) et salinité (b) au niveau du transect de Portonovo en conditions hivernales (d'après ARTEGIANI, 1987). Les flèches indiquent la migration de la plupart des espèces démersales vers le large.

Pendant l'hiver une colonne d'eau uniforme, ayant une basse température (5-6° C) et une salinité au dessous de 37‰, se forme de la surface au fond, jusqu'à 6-7 milles de la côte. En mer ouverte, les températures varient entre 10-12° C et la salinité dépasse 38‰.

En résulte une nette séparation entre les eaux côtières et les eaux du large, due au gradient de densité. A cause des conditions thermiques extrêmes le long de la bande côtière, pendant l'automne et au début de l'hiver la plupart des espèces démersales émigrent vers le large où les conditions restent plus confortables (fig. 2).

Pendant l'hiver, seulement un nombre limité d'espèces eurythermiques

et euryhalines (telles que certains Gobiidae, Atherinidae, etc.) à cycle biologique annuel restent dans la bande strictement côtière où elles constituent presque les seules ressources pêchables.

De là, la dérogation de pêche pour les bateaux dédiés à la capture de ces ressources. Des petits chalutiers peuvent en effet être autorisés à l'activité, jusqu'à trois milles de la côte (zone interdite au chalutage en Italie), avec des filets au maillage adéquat pour la capture d'espèces de petite taille, à partir du mois d'octobre jusqu'en mars, dans l'Adriatique septentrionale.

Pendant l'été une stratification des masses d'eau peut avoir lieu, avec la formation d'un front thermohaline horizontal qui sépare la couche superficielle plus chaude et moins salée de la couche d'eau plus profonde, plus froide et plus salée.

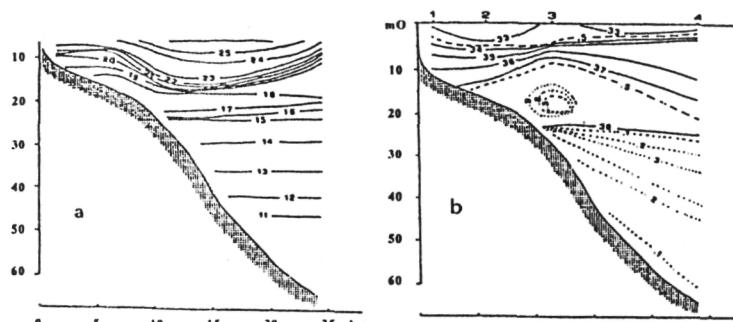


Fig. 3 – Moyenne Adriatique : température (a) et salinité (b) au niveau du transect de Portonovo en conditions de stratification estivale (d'après ARTEGIANI, 1987).

La différence de température entre les deux couches peut atteindre 12-13° C. La stratification est manifeste, lorsque les conditions météo-marines sont favorables (par exemple longue période de mer calme, forte insolation, température élevée, débit d'eau douce).

Ce sont là les conditions idéales pour les floraisons automnales de microalgues et pour les phénomènes d'hypoxie ou d'anoxie qui peuvent affecter les fonds. Il faut souligner que les deux phénomènes (floraison et anoxie) peuvent avoir lieu séparément, ainsi que les événements de ces 20 dernières années l'ont démontré. Des dommages pour les ressources démersales et surtout pour les formes benthiques et sédentaires (par exemple mollusques bivalves) sont la conséquence la plus directe de ces phénomènes.

## LES RESSOURCES DE PÊCHE

### Généralités

Les pêcheries méditerranéennes sont caractérisées comme suit :

- MULTISPÉCIFICITÉ DES STOCKS

Il y a environ 150 espèces de poissons exploitables et exploitées, dont une centaine communément. En un trait de chalut de quelques heures on capture fréquemment de 40 à 50 espèces de poissons différentes en fonction

des zones, de leur état d'exploitation et des années. Il en est de même pour les captures par filets fixes en zone côtière. Aux captures effectuées par engins fixes ou traînants il faut ajouter des crustacés et des mollusques, essentiellement des céphalopodes. Au point de vue de l'économie de la pêche, la biodiversité est une garantie importante pour la gestion car elle permet de jouer tour à tour sur la disponibilité d'une vaste gamme d'espèces qui peuvent fluctuer à l'intérieur du pool des démersales, mais qui offrent toujours des niveaux de captures soutenables et des rendements économiques adéquats. La biodiversité ne permet pas de s'orienter vers une gestion des ressources méditerranéennes par TAC ou QUOTA.

Pour l'évaluation du niveau d'exploitation la biodiversité halieutique pousse à l'adoption de modèles globaux de capture/effort. Mais cela entraîne la nécessité d'adopter en Méditerranée une réforme visant à changer les modalités de réalisation des statistiques de pêche.

#### - VARIABILITÉ DE LA BIOMASSE ET DES CAPTURES.

Au sein du pool des espèces démersales exploitées, la hiérarchie pondérale des captures diffère d'une année à l'autre. On observe des fluctuations d'abondance et donc des prises et des phénomènes d'alternance.

Les fluctuations d'abondance et de capture sont bien plus importantes au niveau des petits pélagiques. On constate une vie moyenne brève au niveau de la plupart des espèces, ce qui signifie rapidité de renouvellement des stocks.

#### - SUCCÈS DE LA PÊCHE BASÉ SURTOUT SUR LE RECRUTEMENT

Pour la pêche démersale les captures sont en grande partie soutenues par les classes jeunes (0+, 1). Cela signifie que les reproducteurs qui restent sont encore en mesure d'assurer des recrutements importants, mais la pêche est à la limite de la surexploitation.

#### - AUGMENTATION GÉNÉRALISÉE DE L'EFFORT DE PÊCHE

On enregistre une augmentation de l'effort sous forme de puissance motrice ou d'autres mécanismes techniques. En général les captures se sont accrues en Méditerranée, mais les captures par unité d'effort tendent à diminuer.

#### - VARIÉTÉ DES ENGINNS DE PÊCHE

La biodiversité, la variété des biotopes et des milieux marins a permis la création de nombreux engins de pêche et leur utilisation selon les opportunités spatio-temporelles. Ceci constitue une particularité de la pêche méditerranéenne.

#### - STATISTIQUES DE PÊCHE PEU FIABLES

La biodiversité, la variété des pêcheries et des engins, les nombreux points de débarquement le long de la côte, dépourvus d'unités pour l'annotation statistique, donnent lieu à des statistiques de pêche peu fiables et parfois irréalistes.

#### Contribution de l'Adriatique à la production globale italienne.

En considérant les moyennes de la période 1982-1990 et sur la base des données statistiques officielles (ISTAT), qui en général sous-estiment les prises, l'Adriatique participe à la production globale italienne (397 602 T) avec 54,2% (= 215658 T) (tab. I). En effet, la contribution la plus importante vient de l'Adriatique septentrionale et centrale (44,8% = 178 071 T).

On enregistre des apports significatifs au niveau des petits pélagiques (66,7%), des mollusques (58,4%) et de la petite paille (*Chamelea gallina* L.) (97,1%), qui, dans l'Adriatique, constitue un stock de grande importance économique (80-90 milliards de revenu/an).

TABLEAU I  
Captures et contribution (%) de l'Adriatique à la production totale italienne (moyenne 1982 - 1990)

Ressources	Adriatique		Adr. sept. et centr.		Italie	
	t	%	t	%	t	%
Petits pélagiques	58410	66,7	51095	58,3	87607	100,0
Espèces démersales	75973	43,0	58754	33,2	176780	100,0
Mollusques	42560	58,4	32141	44,1	72855	100,0
Petite paille	29191	97,1	28774	95,8	30049	100,0
Crustacés	8548	30,8	6621	23,8	27794	100,0
<b>Total</b>	<b>215658</b>	<b>54,2</b>	<b>178071</b>	<b>44,8</b>	<b>397602</b>	<b>100,0</b>

Ces contributions de l'Adriatique qui dépassent 50% de la production globale italienne, donnent une idée de la physionomie éco-halieutique de cette mer. Cette physionomie est encore plus évidente si l'on considère la productivité halieutique par rapport à la surface virtuellement exploitabile (tab. II). Pour l'Adriatique, elle correspond au double de la productivité moyenne globale et à plus du triple de celle des autres mers italiennes (considérées ensemble).

TABLEAU II  
Captures par rapport à la surface exploitabile (\*) (moyenne 1982 - 1990)

	Adriatique	Autres mers	Italie
Captures	215658	181944	397602
Surface exploitabile	25500	68482	93982
Rapport captures/surface	8,46	2,66	4,23

Captures en tonnes; surface en milles nautiques carrés.

(\*) Est considérée comme surface virtuellement exploitabile la partie du fond marin qui va de la côte jusqu'à 500 m. Dans les captures sont considérées toutes les espèces.

Toutefois les prises globales italiennes et adriatiques ont diminué lors de la période 1982-1990 autant que les captures par unité d'effort. Mais pour comprendre cette diminution il faut donner quelques explications. Elle est effective et réelle pour les ressources sédentaires, comme certaines espèces de bivalves (Petite paille, Coquille Saint-Jacques, etc.) qui ont subi les impacts de vastes anoxies et l'augmentation d'un effort de pêche qui a triplé au cours de ces 20 dernières années. La diminution des prises est réelle aussi pour le stock d'anchovies, mais dans ce cas le phénomène évoque des causes climatiques et non anthropiques ou de pêche.

En ce qui concerne la plupart des ressources démersales, la diminution apparente des prises est due à deux causes. D'une part on a une diminution réelle des captures (surexploitation, événements écologiques négatifs, etc.), et de l'autre, justement à cause des revenus réduits, de nombreux pêcheurs, pour des raisons fiscales, étudient de plus en plus les marchés de gros où l'on aurait automatiquement l'enregistrement statistique des produits débarqués.

Il en découle par conséquent des données statistiques où il est difficile de distinguer la partie qui relève effectivement d'une diminution des captures et celle qui relève de la commercialisation en dehors des marchés de gros.

#### Etat des ressources

Les observations qui suivent se basent en grande partie sur les élaborations des données ISTAT (Institut National des Statistiques) :

- TOUTES LES ESPÈCES. (tab. III et fig. 4, tab. IV et fig. 5)

La contribution de l'Adriatique à la production globale italienne qui en 1982 était de 62,5%, est descendue à 50% en 1990, de même que les captures par unité d'effort.

La diminution est plus évidente en haute Adriatique, tandis que la basse Adriatique enregistre une augmentation.

TABLEAU III  
Captures globales adriatiques et italiennes (t)

Année	Adriatique septentr.	Adriatique centrale	Adriatique méridion.	Adriatique	Italie
1982 *	107080	120897	31616	259593	415732
1983	103895	101869	30343	236107	414705
1984	100255	104759	28062	233076	428691
1985	94577	93195	30924	218696	430635
1986	80318	90068	38434	208820	407125
1987	71015	96893	37828	205736	395463
1988	74658	87016	47335	209009	388159
1989	71158	75753	53740	200651	360963
1990 *	68726	60509	39995	169230	336941

TABLEAU IV  
Captures par unité d'effort (kg/HP) en Adriatique et en Italie de 1982 à 1990.  
Toutes les espèces et tous les engins.

Année	Adriatique septentr.	Adriatique centrale	Adriatique méridion.	Adriatique	Italie
1982 *	510	403	169	372	245
1983	494	339	162	339	244
1984	408	375	149	326	254
1985	374	317	155	293	240
1986	306	313	192	278	225
1987	258	328	215	276	210
1988	265	279	214	256	202
1989	260	240	240	247	191
1990 *	248	186	174	204	172

#### - ESPÈCES DÉMERSALES PRINCIPALEMENT (tab. V)

Les captures démersales ont diminué en Italie, d'environ 8%.

En Adriatique la diminution globale des captures est à peu près de 32%. La réduction est remarquable (71%) en Adriatique septentrionale, de 21% en moyenne Adriatique tandis que l'Adriatique méridionale a enregistré une augmentation (16%).

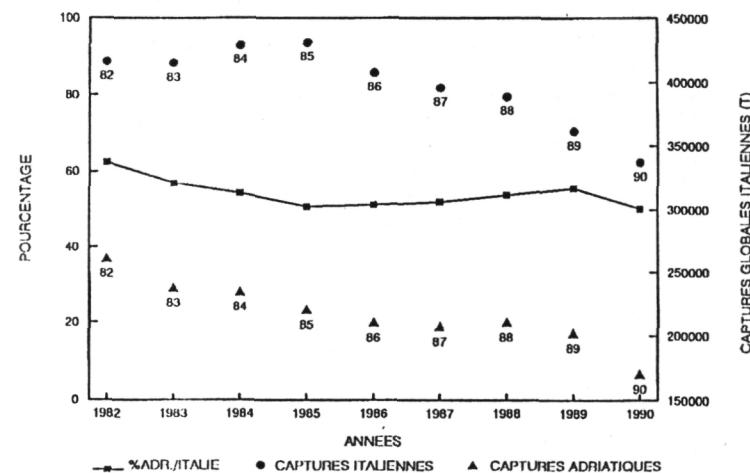


Fig. 4 - Pourcentages des captures adriatiques par rapport aux captures globales.

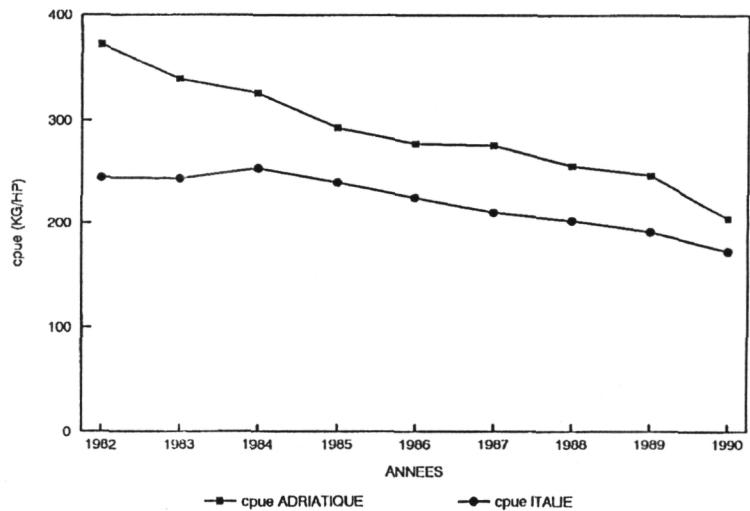


Fig. 5 - Allure des captures par unité d'effort en adriatique et en Italie (1982-1990). Toutes les espèces et tous les engins.

TABLEAU V  
Espèces démersales : captures adriatiques et captures globales italiennes (t)

Année	Adriatique septentr.	Adriatique centrale	Adriatique méridion.	Adriatique	Italie
1982 *	32108	41616	16423	90147	163832
1983	36607	32980	15059	84646	175163
1984	43640	35364	15010	94014	207552
1985	25468	31705	15639	72812	197800
1986	26007	35778	17152	78937	188916
1987	16259	37020	16625	69904	178453
1988	12298	36552	19821	68671	172720
1989	10586	32754	20160	63500	155241
1990 *	9265	32776	19083	61124	151347
Var. '82/'90	-71%	-21%	+16%	-32%	-8%

- PETITE PRAIRE (*CHAMELEA GALLINA* L.) (tab. VI)

En général les prises ont décliné d'environ 36% en Italie et de 38% en Adriatique. La situation est cependant très diversifiée dans les différents bassins. En Adriatique septentrionale on a eu une augmentation des prises de 332% et en Adriatique méridionale de 520%, mais en Adriatique Centrale le stock a chuté (-84%) et il s'agit des quantités les plus significatives concernant les prises en Adriatique.

TABLEAU VI  
Petite paire : captures adriatiques et captures globales italiennes (t)

Année	Adriatique septentr.	Adriatique centrale	Adriatique méridion.	Adriatique	Italie
1982 *	3384	28251	40	31675	32002
1983	4944	28037	14	32995	33557
1984	4579	32081	33	36693	37429
1985	4490	18986	609	24085	24618
1986	9808	14262	389	24459	25510
1987	10374	22746	1180	34300	35846
1988	13707	16823	786	31316	32197
1989	17596	9611	449	27656	28920
1990 *	14634	4655	248	19537	20360
Var. '82/'90	+332%	-84%	+520%	-38%	-36%

- MOLLUSQUES (tab. VII)

Il s'agit surtout de Céphalopodes.

La production globale italienne a enregistré une augmentation de 17%, tandis l'Adriatique connaissait une réduction globale de 14%. Au niveau des différents bassins de l'Adriatique, on a enregistré une diminution pour l'Adriatique septentrionale (-24%) et l'Adriatique centrale (-33%), alors qu'on a eu une augmentation pour l'Adriatique méridionale (+51%).

TABLEAU VII  
Mollusques : captures adriatiques et captures globales italiennes (t)

Année	Adriatique septentr.	Adriatique centrale	Adriatique méridion.	Adriatique	Italie
1982 *	17463	17433	7531	42427	63070
1983	15045	16918	9752	41715	67453
1984	14163	12573	7494	34230	61216
1985	18439	14128	6755	39322	68780
1986	20351	13846	8603	42800	73351
1987	21301	17223	10488	49012	81997
1988	18832	17867	13563	50262	84977
1989	12193	16461	18206	46860	81286
1990 *	13282	11751	11377	36410	73562
Var. '82/'90	-24%	-33%	+51%	-14%	+17%

- CRUSTACÉS (tab. VIII)

Les captures globales ont connu une augmentation importante en Italie (+67%) tandis qu'en Adriatique cette augmentation restait modeste (+6%).

Au niveau des différents bassins de l'Adriatique, on a eu augmentation en Adriatique centrale (+20%) et une petite diminution en Adriatique méridionale (-3%). Une diminution plus forte a été enregistrée en Adriatique septentrionale (-14%).

TABLEAU VIII  
Crustacés : captures adriatiques et captures globales italiennes (t)

Année	Adriatique septentr.	Adriatique centrale	Adriatique méridion.	Adriatique	Italie
1982 *	1729	3613	1893	7235	20104
1983	1718	3916	1099	6733	23196
1984	1923	4975	1361	8259	29627
1985	1855	5906	1228	8989	32107
1986	2017	5548	3162	10727	29909
1987	2123	4854	2111	9088	26552
1988	1756	5198	2527	9481	30574
1989	1748	4884	2128	8760	24550
1990 *	1487	4336	1841	7664	33524
Var. '82/'90	-14%	+20%	-3%	+6%	+67%

- LES PETITS PÉLAGIQUES.

En considérant le groupe anchois-sardines et maquereaux, la contribution de l'Adriatique à la production globale italienne reste élevée, à peu près 68% en moyenne, pendant la période 1982-1990 (tab. I).

Toutefois il faut remarquer que l'on a enregistré des diminutions de capture, surtout en Adriatique Centrale (tab. IX). Mais la réduction des prises intéresse l'Adriatique (-50%) et l'Italie dans son ensemble (-59%).

TABLEAU IX  
Anchois, sardines et maquereaux :  
captures adriatiques et captures globales italiennes (t)

Année	Adriatique septentr.	Adriatique centrale	Adriatique méridion.	Adriatique	Italie
1982 *	51950	29940	5727	87617	134730
1983	45330	19322	4389	69041	113224
1984	35937	18625	3897	58459	90027
1985	44304	21793	6409	72506	104778
1986	22069	19840	8811	50720	86355
1987	20935	14122	7021	42078	69771
1988	28053	9814	10219	48086	65389
1989	28522	13008	12217	53747	68535
1990 *	30055	6240	7137	43432	55650
Var. '82/'90	-42%	-79%	+25%	-50%	-59%

Pour mieux comprendre ce qui se passe dans le domaine pélagique de l'écosystème Adriatique, il faut examiner les résultats obtenus par les investigations d'écho-détection accomplies par la section d'acoustique de l'I.R.Pe.M. à partir de 1976. Jusqu'à présent l'investigation a pris en considération, non seulement le pool des petits pélagiques dans son ensemble, mais aussi les fluctuations d'abondance des divers composants du pool, à savoir sardines, anchois, sprats, autres espèces pélagiques (chinchards, maquereaux, etc.).

Pour la période 1976-1991, les phénomènes suivants ont été observés :

- la biomasse globale du pool des petits pélagiques est en 1991, pour l'Adriatique septentrionale, à peu près de 850 000 tonnes, sur une aire moyenne de 8.000 milles nautiques carrés (fig. 6).

Le maximum avait été de 1 030 000 tonnes en 1983, tandis que le minimum était de 250 000 tonnes en 1977.

En considérant les captures de petits pélagiques de ces 15 dernières années (fig. 7), on peut constater que dans l'Adriatique on a eu des prises importantes pendant la période 1979-1982 (captures allant de 91 885 à 87 618 tonnes). Ensuite une première chute (1983-84) fut enregistrée, puis une petite remontée en 1985 (72 507 tonnes) et enfin une autre chute en 1986-87, jusqu'à la prise de 43 431 tonnes en 1990 qui est à peu près la même qu'en 1976 (43 074 tonnes).

- Sardines : le stock a atteint son maximum en 1983, avec une biomasse de 586 698 tonnes, tandis que le minimum avait été enregistré en 1980 avec 44 204 tonnes de biomasse. En 1991 la biomasse du stock est, à peu près, de 304 000 tonnes (fig. 8).

- Anchois : le stock adriatique a atteint son maximum en 1978 avec une biomasse de 645 307 tonnes, tandis que le minimum a été touché en 1987 avec une biomasse de 11 101 tonnes. Pendant dix ans, à partir de 1981 le stock s'est tenu au dessous de la biomasse moyenne (à peu près 170 000 tonnes), a présenté une petite remontée en 1984-85, mais en 1986-87 il a chuté (fig. 9). A partir de 1990, il a commencé à remonter et maintenant il se situe autour de 360 000 T. La chute de l'anchois, qui est l'espèce la plus pêchée du pool des petits pélagiques, mérite quelques considérations :

- tout d'abord il faut souligner que les captures, soit adriatiques, soit italiennes en général, ont suivi presque exactement l'allure des fluctuations de la biomasse en mer (fig. 10) ;

- la chute du stock d'anchois adriatique, mais en général les fluctuations au niveau de la biomasse pélagique sont largement indépendantes de l'effort de pêche (fig. 11). Le phénomène a été constaté à d'autres endroits de la Méditerranée par d'autres chercheurs. La chute du stock d'anchois a intéressé presque toute la Méditerranée occidentale et centrale (fig. 12). Etant donné que le phénomène s'est étendu dans l'espace et dans le temps et qu'il est fort remarquable quant à son intensité, on ne peut évoquer ni des causes anthropiques, ni des causes écologiques.

L'hypothèse de petits changements climatiques peut être valable, sur la base d'autres observations concernant la température annuelle moyenne de l'eau (augmentation d'un degré à peu près), la migration d'espèces lessepiennes et de formes zooplanctoniques ionniennes vers la haute Adriatique, la prévalence de formes microflagellées au niveau du phytoplancton lors de ces dernières années, la réduction de l'apport fluvial (-20, 30%) qui nous portent à reconnaître l'instauration d'un faciès d'aridité et de réchauffement de l'environnement. Enfin la disparition ou la fragmentation des aires à grande densité de biomasse pélagique que l'on pouvait observer autrefois dans le Golfe de Trieste, autour du delta du Pô et dans la zone côtière, à la limite entre les régions de l'Emilia-Romagna et Marche.

- Sprats (fig. 13) : jusqu'à 1985 les fluctuations étaient régulières. À partir de 1986, le stock a mis en évidence une fluctuation qui suggère l'hypothèse d'une mortalité exceptionnelle dans un laps de temps très bref. La biomasse a atteint son maximum en 1987 avec 242 012 tonnes et le minimum en 1989 avec 8 921 tonnes.

- Autres Espèces Pélagiques (fig. 14) : ce groupe est représenté surtout par les chinchards (*Trachurus spp*) et l'on relève une tendance des fluctuations semblable à celle du stock de sardines.

Le maximum de biomasse fut atteint en 1983 avec 177 811 tonnes, et le minimum en 1977 avec 11 054 tonnes.

#### Alternance des biomasses et des captures

Le phénomène d'alternance des biomasses ou de compensation biologique est très évident au niveau des stocks de sardines et d'anchois (fig. 15).

Le phénomène est bien connu surtout au niveau de la compensation des prises. Alors que les prises d'anchois baissent, les prises de sardines montent (fig. 16).

La variabilité ou fluctuation d'abondance est certainement fonction de la plus ou moins grande mortalité qui survient en phase de pré-recrutement (ce qui détermine le succès ou l'échec du recrutement), mais la nature des causes qui induisent ces variations est encore à l'étude.

Or, les causes de mortalité peuvent être multiples, diverses et interactives (stress dû aux facteurs physiques, diminution ou changement de nature des aliments, préation intense, etc.).

Pour finir, il faut noter que des phénomènes de fluctuation et de compensation-compétition se rencontrent également au niveau des espèces démersales. Mais ici, presque certainement, la mortalité par pêche a une grande influence et ce facteur est contrôlable par l'homme.

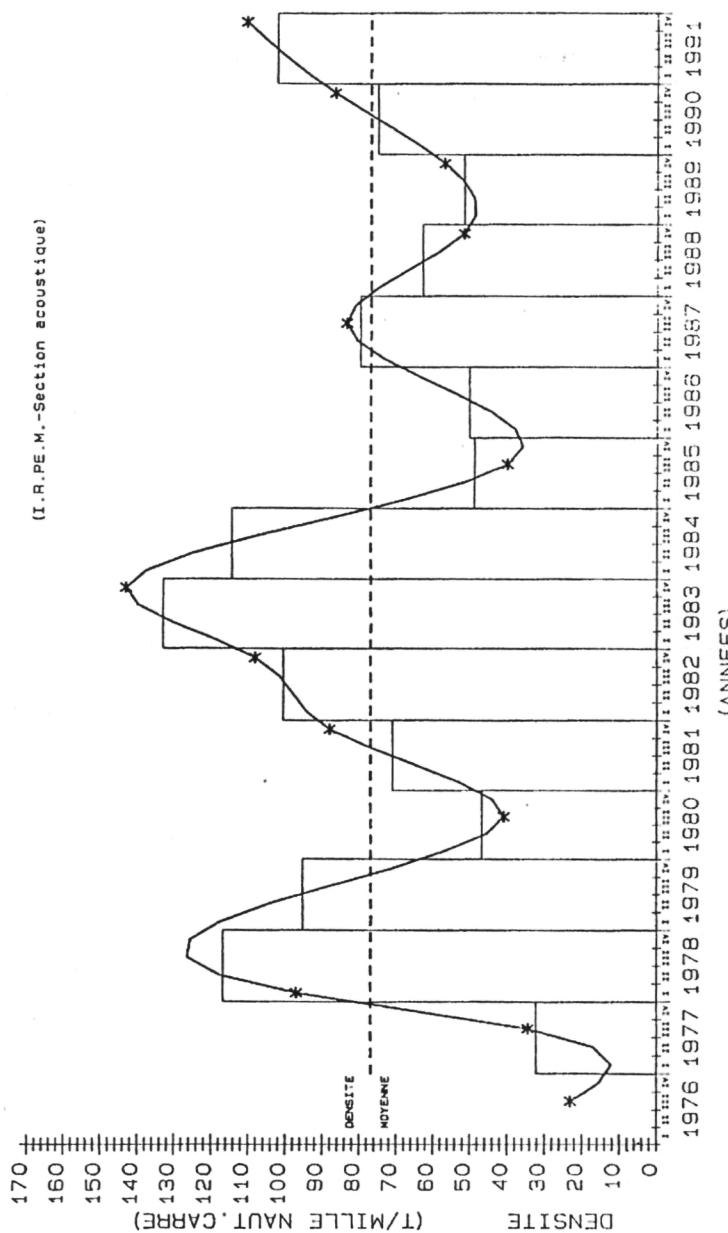


Fig. 6 - Allure de la biomasse pélagique totale en Adriatique septentrionale.

Il semble évident que le déclin d'une population est aussi fonction de sa distribution, de son cycle biologique, de son étho-écologie. Ainsi par exemple, les grandes anoxies que l'on peut observer dans certaines zones méditerranéennes frappent davantage les ressources sédentaires que les espèces végétales et les premières peuvent disparaître si en plus le facteur anthropique entre en jeu (surpêche). Les fluctuations d'abondance et les alternances de pêche n'auraient pas d'incidences négatives sur la gestion des pêcheries si la demande des consommateurs se répartissait harmonieusement sur toutes les espèces, en particulier sur celles qui sont abondantes au moment où la demande s'exprime. Malheureusement la demande méditerranéenne est rigide et obéit à des stéréotypes de consommation (espèces constituant des « status-symbols »). Ceci fait que l'abondance de la population recherchée diminue (par exemple l'anchois en Italie) mais que l'on ne profite pas de l'abondance de l'espèce compétitrice (sardine) qui est dévalorisée sur le marché.

Un gros effort de recherche pluridisciplinaire est nécessaire pour comprendre les facteurs et les mécanismes qui déterminent les variations d'abondance.

#### L'ACTIVITÉ ANTHROPIQUE PAR RAPPORT AUX RESSOURCES ET A LA PÊCHE

Avant tout, il faut distinguer la nature, l'entité des matières introduites dans le milieu, la continuité des déversements, la zone d'influence, etc...

A propos par exemple de la pollution par particules physiques (décharges de gravats de construction, déversements de poudres, boues soulevées par le chalutage à proximité de la côte...) il est indéniable que des effets négatifs se produisent sur des biotopes délicats tels que l'herbier à posidonies et les biocénoses coralligènes et à algues photophiles de l'étage infralittoral. De même des perturbations ont été observées dans les aires de

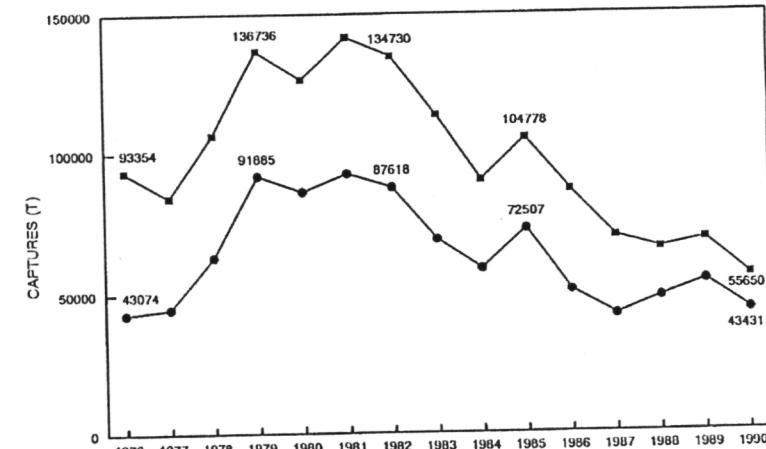


Fig. 7 - Capture d'anchois, sardines, maquereaux.

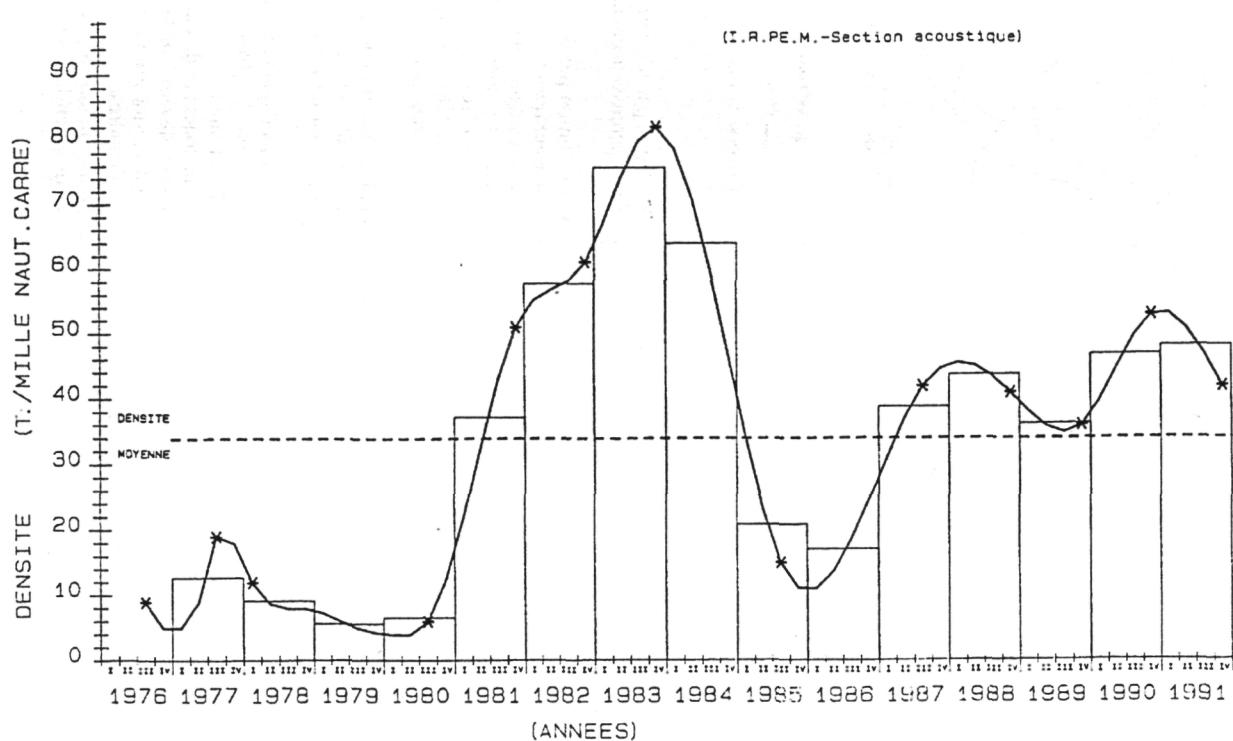


Fig. 8 - Allure de la biomasse de sardines en Adriatique septentrionale.

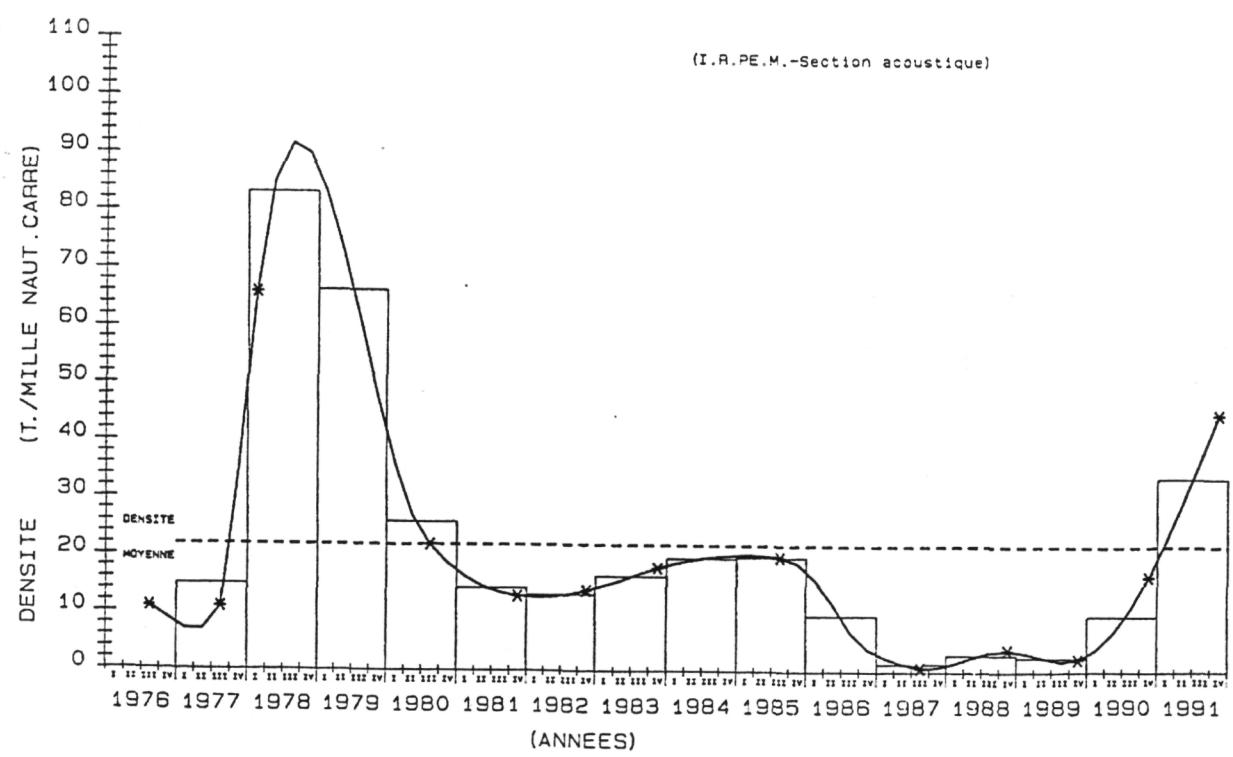


Fig. 9 - Allure de la biomasse d'anchois en Adriatique septentrionale.

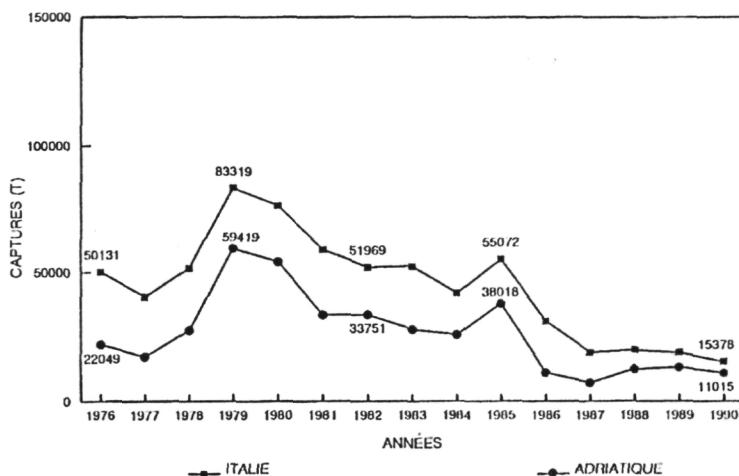


Fig. 10 - Capture d'anchois.

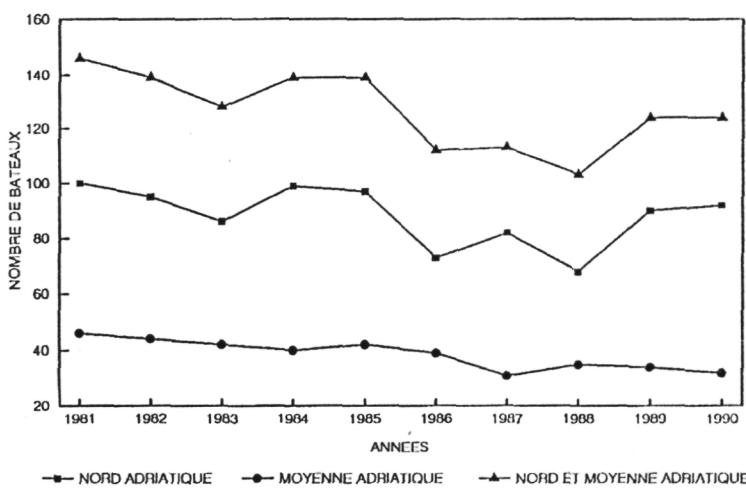


Fig. 11 - Effort de pêche en nombre de bateaux utilisés en Adriatique pour la capture des petits pélagiques.

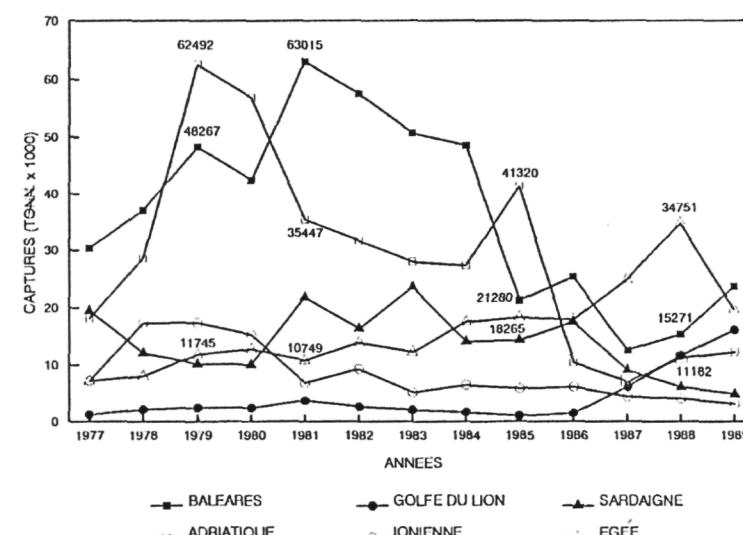


Fig. 12 - Anchois, captures dans les différentes zones de la Méditerranée.

reproduction des thonidés (les poudres de marbre rejetées par les carrières des côtes de la région de Trapani en Sicile ont eu des répercussions néfastes sur l'activité des madragues de cette zone).

Mais encore plus insidieuse et dangereuse est la pollution par des composés chimiques comme par exemple, les phytopharmaceutiques (pesticides, désherbants...). Ils ont des effets perturbateurs sur les messagers chimiques qui interviennent dans les rapports délicats entre bactéries et algues microscopiques. D'où les blooms algaux anormaux de ces dernières années. Des recherches intéressantes ont été conduites par le CERBOM de Nice en Méditerranée et des explications convaincantes ont été avancées à ce sujet (fig. 17).

Il faut aussi avoir à l'esprit d'autres composés chimiques comme les facteurs de croissance (vitamines du groupe B) qui sont abondants dans les eaux d'épuration et qui produisent des effets de stimulus sur les microalgues et en particulier sur les dinoflagellés.

Ces phénomènes (blooms algaux et production de mucilages) entraînent un préjudice direct pour l'activité de pêche (enrassement des filets et des moteurs), mais aussi et surtout un dommage indirect sur les ressources lorsque, les matières étant tombées sur le fond, par un concours de circonstances (mer calme, stratification des eaux, température élevée), sur le fond se développent des carences en oxygène, entraînant la mortalité des ressources démersales, en particulier pour les espèces sédentaires.

Pour ces phénomènes également, il est nécessaire de développer une recherche multidisciplinaire, aussi bien sur le terrain qu'en laboratoire au moyen de simulations.

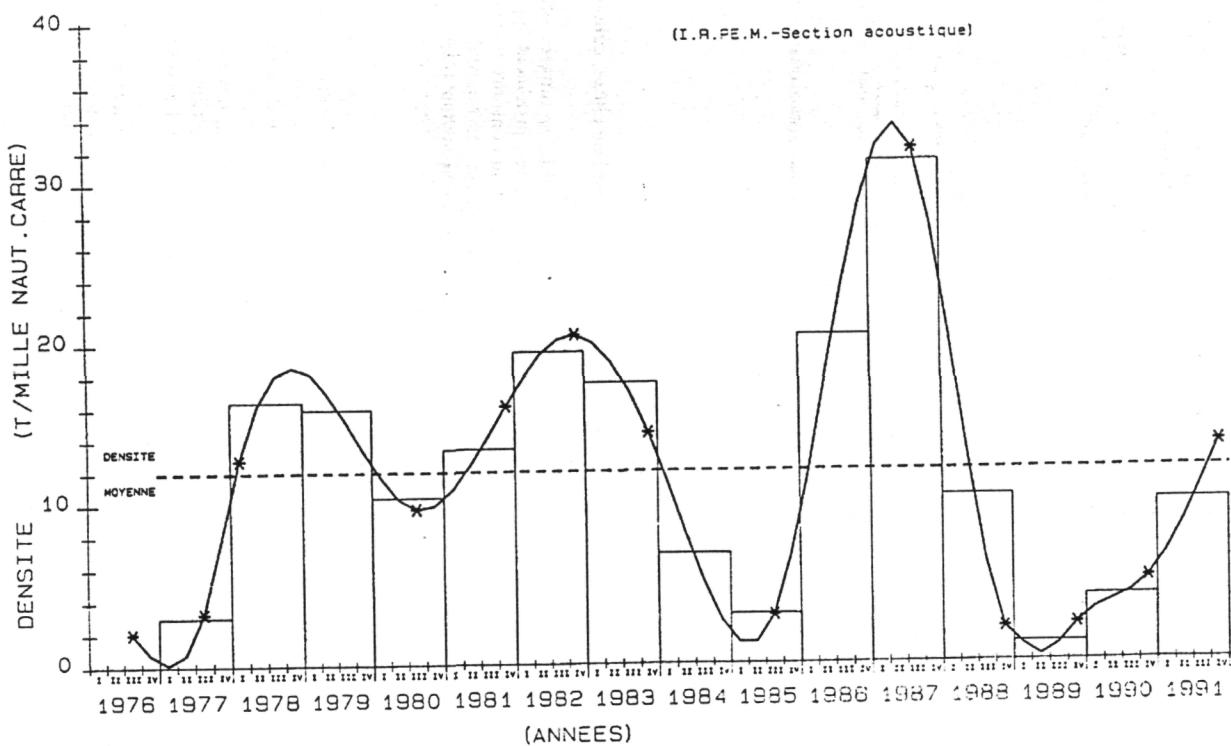


Fig. 13 - Allure de la biomasse de sprats en Adriatique septentrionale.

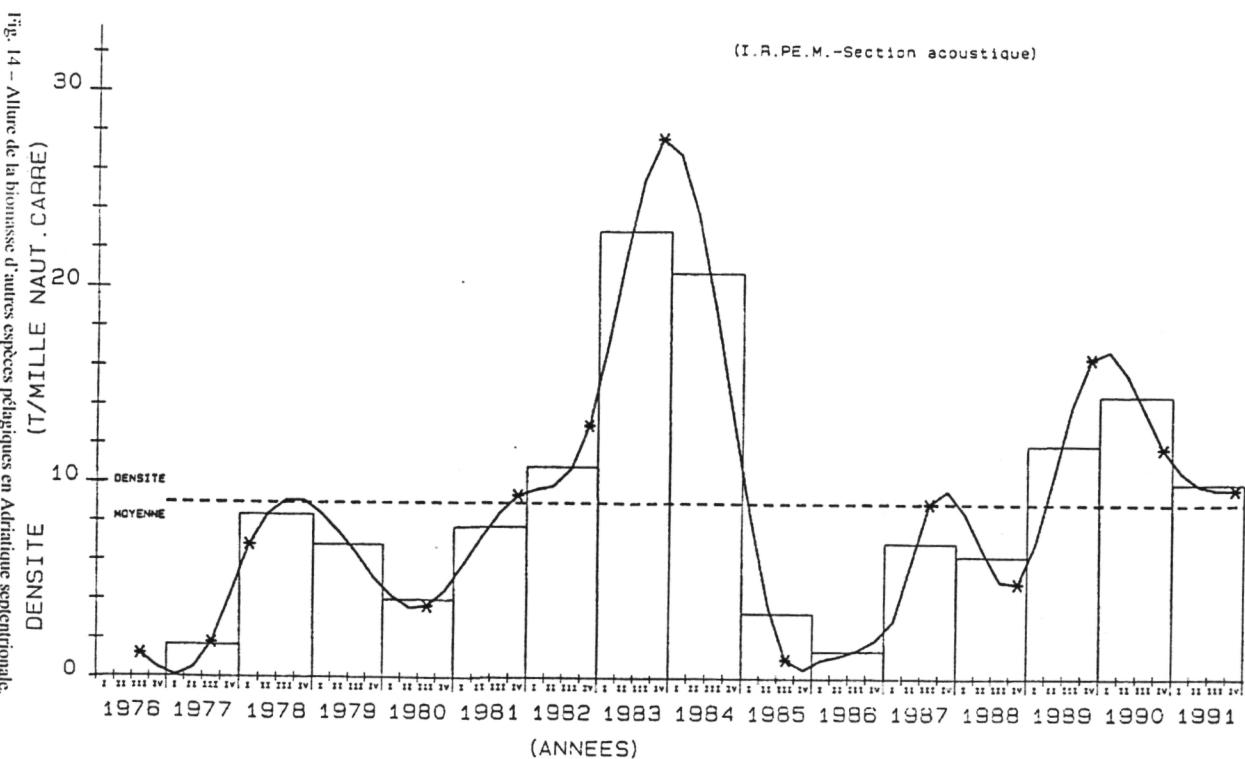


Fig. 14 - Allure de la biomasse d'autres espèces pélagiques en Adriatique septentrionale.

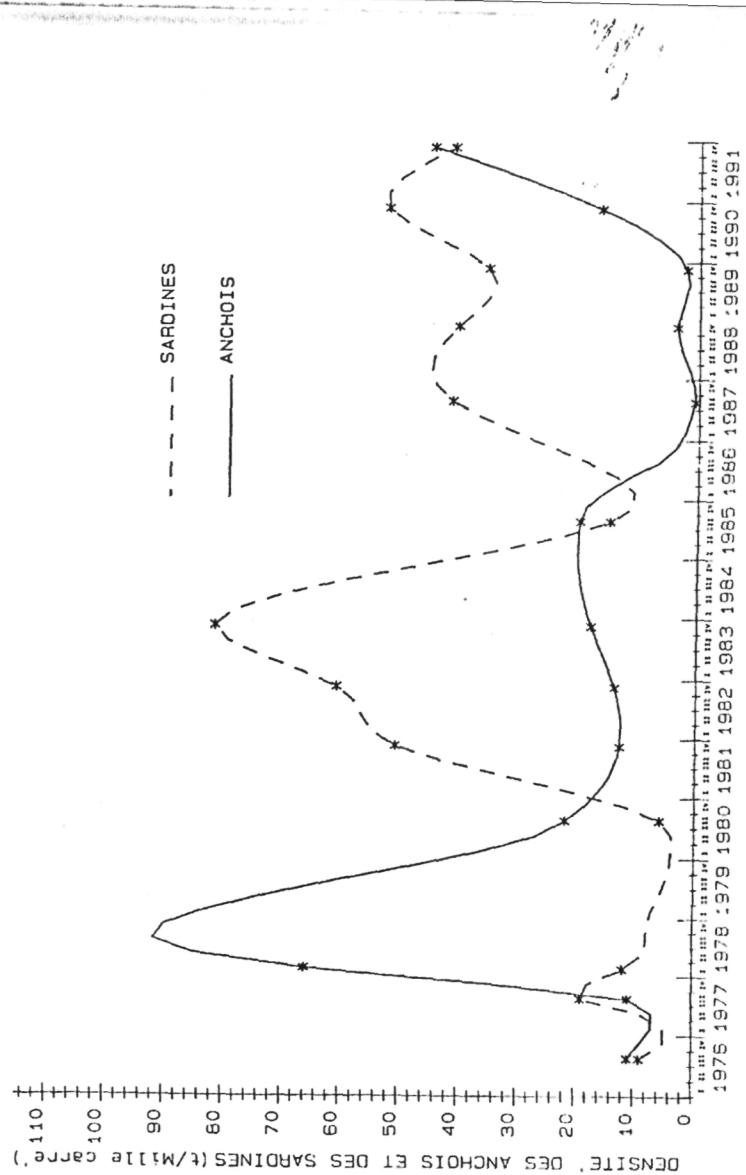


Fig. 15 – Alternance entre la biomasse des anchois et des sardines en Adriatique.

#### Eutrophisation et pêche

L'eutrophisation est le processus d'enrichissement d'une masse d'eau en sels minéraux et en matière organique. On a considéré, très superficiellement, que ce processus était responsable des dystrophies environnementales (floraisons algales, production de mucus, anoxies...), en cumulant des faits et des phénomènes divers et en transposant la vision lagunaire à la mer.

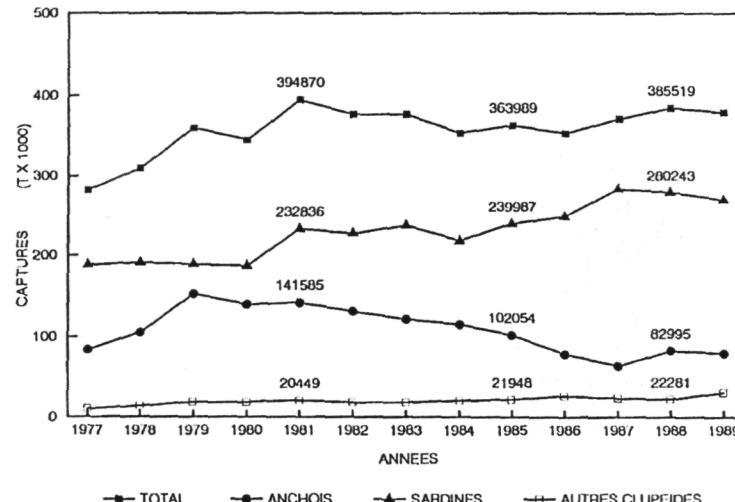


Fig. 16 – Capture des petits pélagiques en Méditerranée.

L'eutrophisation d'un bassin fermé (lac, lagune...) est une chose, celle de la mer en est une autre.

En réalité la teneur en éléments nutritifs et surtout en nitrates semble déterminante pour la floraison de certaines macroalgues, justement appelées nitrophiles (*Ulva*, *Enteromorpha*, etc...). Mais c'est au contraire une condition nécessaire mais non suffisante pour la floraison des microalgues. La production des mucilages ne semble au contraire avoir aucune relation avec les éléments nutritifs et même, une hypothèse explicative est celle qui se base sur la carence en éléments nutritifs.

En fait, ce que nous constatons est que le processus d'eutrophisation est à la base de riches chaînes alimentaires qui vont jusqu'aux poissons et aux macroinvertébrés pêchables. Les régions côtières les plus eutrophisées sont aussi les plus productives du point de vue halieutique.

Enfin, les particules organiques représentent une grande énergie qu'il faut s'ingénier à utiliser par le biais d'initiatives de mariculture. D'où l'expérimentation que mène l'IRPEM depuis 1974-75 au moyen de récifs artificiels de type polyvalent, pour obtenir : une protection de la bande côtière, un repeuplement et une possibilité de mariculture. Les résultats sont prometteurs (fig. 18).

Toutefois, il faut prendre en sérieuse considération certains phénomènes de synergie, par exemple entre l'activité de pêche (surexploitation) et les événements écologiques négatifs (anoxies) dans le rapport environnement/ressources (fig. 19).

(D'après M. AUBERT 1986)

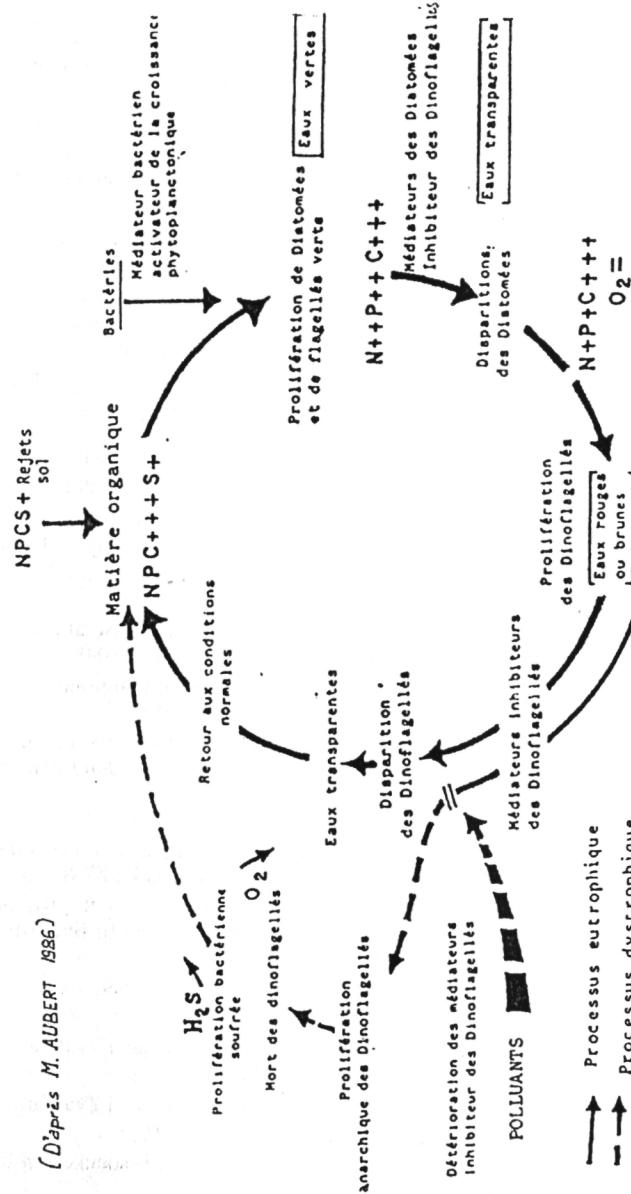


Fig. 17 – Cycles phytoplanctoniques dans les processus d'eutrofie et de dystrofie.

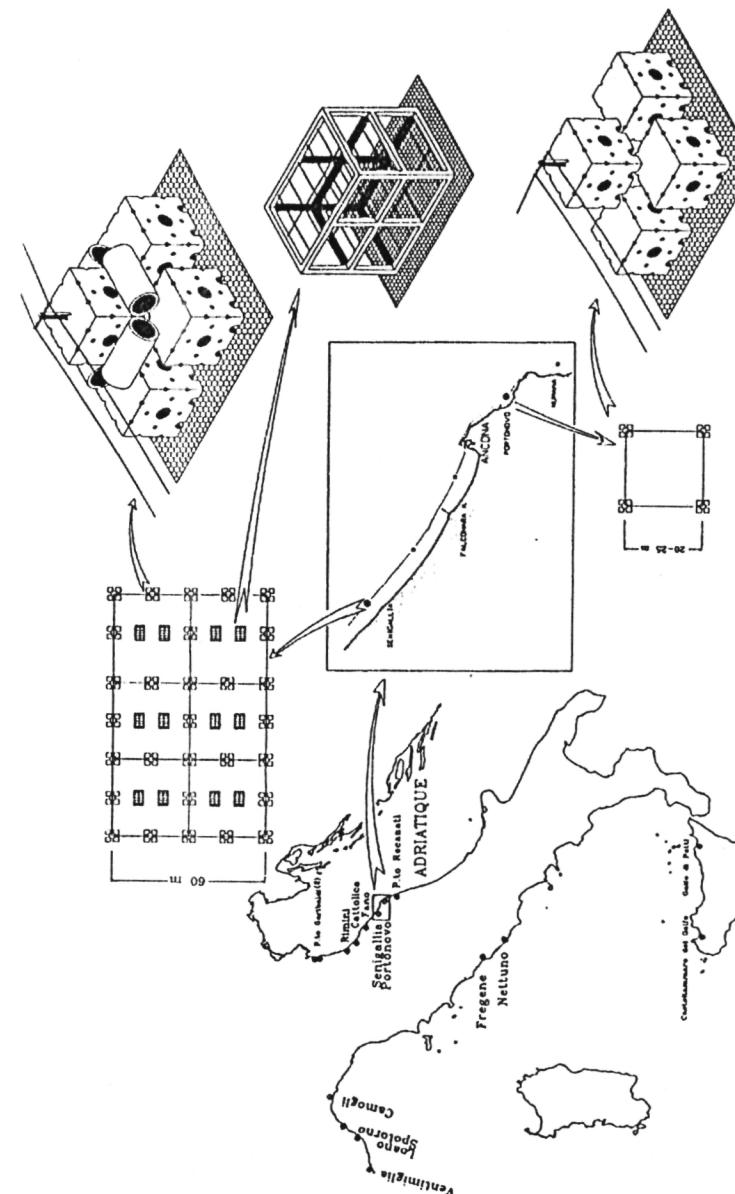


Fig. 18 – Localisation de récifs artificiels le long de la côte italienne et modules en béton utilisés par l'I.R.P.E.M. pour les expérimentations de repeuplement et d'élevage de moules et d'huîtres.

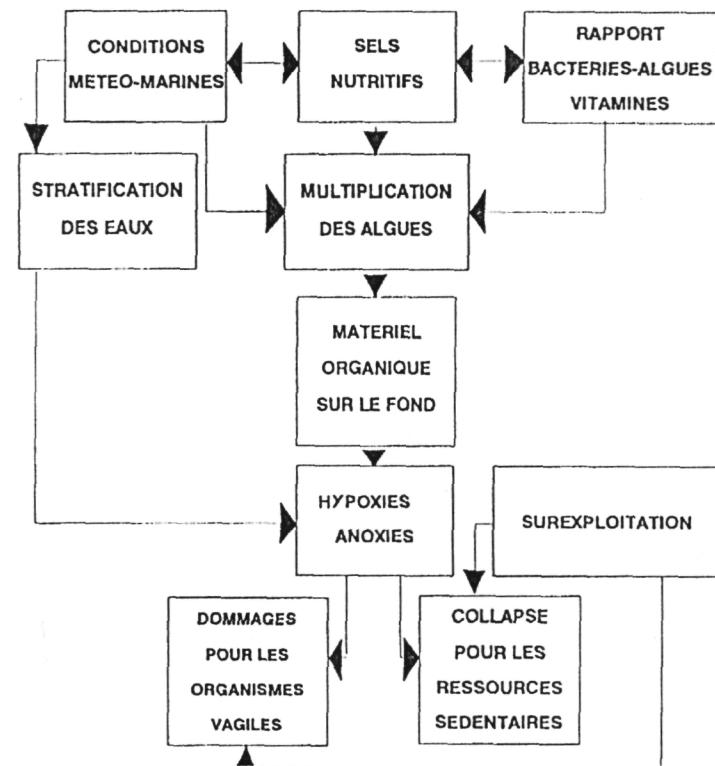


Fig. 19 - Schéma d'interaction environnement/ressources

#### REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier vivement mes collaborateurs : G. FABI, L. FIORENTINI, S. BOLOGNINI, N. CINGOLANI, M. LUNA, A. SALA et S. SPERANZA.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ARTEGIANI A., 1984. — Seasonal flow rates of the Italian rivers having outlets in the Northern and the Central Adriatic. — *FAO Fish. Rep.*, 290 : 81-83.
- AUBERT M. et AUBERT J., 1986. — Eutrophie et dystrophie en milieu marin, phénomènes planctoniques et bactériens. — *Rev. Int. Oceanogr. Méd.*, 83-84. 302 p.

AZZALI M. e LUNA M., 1988. — Nota preliminare sulle risorse pelagiche nei mari italiani, stimate con tecniche acustiche. — *Atti Semin. Un. Operat. Min. Mar. Mercantile C.N.R.* I : 99-174.

AZZALI M., COSIMI G. e LUNA M., 1990. — Rapporto sulle risorse pelagiche dei mari italiani stimate con metodi acustici. — Rapporto per il Min. Mar. Mercantile : 1-12.

BOMBACE G., 1981. — Note sur les expériences de création de récifs artificiels en Italie. — *Etud. Rev. C.G.P.M.*, 58 : 321-337.

BOMBACE G., 1982. — Il punto sulle barriere artificiali: problemi e prospettive. — *Naturalista Sicil.*, Ser. 4, 6 (Suppl. 3) : 573-591.

BOMBACE G., 1985. — Eutrofizzazione e produzione di pesca. — *Nova Thalassia*, 7 (Suppl. 3) : 277-295.

BOMBACE G. et ROSSI V., 1986. — Effects socio-économiques consécutifs à la réalisation d'une zone marine protégée par des récifs artificiels dans la zone de Porto Recanati. — *FAO Fish. Rep.*, 357 : 157-164.

BOMBACE G., 1987. — Iniziative di protezione e valorizzazione della fascia costiera mediante barriere artificiali a fini multipli. — *Atti LIX Riun. SIPS* : 201-233.

BOMBACE G. et CINGOLANI N., 1987. — Distribution de l'effort de pêche dans les pêcheries des mers italiennes. — *FAO Fish. Rep.*, 394 : 234-244.

BOMBACE G., CINGOLANI N., COPPOLA S.R. and MORTERA J., 1987. — Summary Report on the Quality check Sample Survey of Fisheries Catch and Effort statistics. Adriatic Area. — *FAO Fish. Rep.*, 394 : 245-259.

BOMBACE G., 1989. — Le ricerche nella fascia costiera base allo sviluppo della piccola pesca. — *Nova Thalassia*, 10 (Suppl. 1) : 57-80.

BOMBACE G., 1990. — Distribuzione dell'ittiofauna e fisionomia di pesca del Mediterraneo. — *Oebalia*, 16 (Suppl. 1) : 169-184.

BOMBACE G., FABI G. and FIORENTINI L., 1990. — Preliminary analysis of catch data from artificial reefs in Central Adriatic. — *FAO Fish. Rep.*, 428 : 86-98.

BOMBACE G., 1991. — Fisheries of the Adriatic Sea. — In : G. Colombo et al. eds Marine Eutrophication and Population Dynamics, Proceedings of the 25th EMBS, Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark : 57-67.

BOMBACE G., FABI G., FIORENTINI L. and SPERANZA S., (in press) — Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. — *Bull. Mar. Sci.*

C.G.P.M.-F.A.O., 1991. — Captures nominales 1977-1989. — *Bull. Stat. C.G.P.M.*, 8 : 31-211.

F.A.O., 1982. — Troisième Consultation Technique sur l'évaluation des stocks dans l'Adriatique. — *FAO Fish. Rep.*, 290, 255 p.

F.A.O., 1985. — Quatrième Consultation Technique sur l'évaluation des stocks dans l'Adriatique. — *FAO Fish. Rep.*, 345, 204 p.

FABI G. and FIORENTINI L., 1989. — Shellfish culture associated with artificial reefs. — *FAO Fish. Rep.*, 428: 99-107.

- FONDA UMANI S., FRANCO P., GHIRARDELLI E. and MALEJ A., 1991. — Outline of oceanography and the plankton of the Adriatic Sea. — In : G. Colombo et al. eds, Marine Eutrophication and Population Dynamics, Proceedings of the 25th EMBS, Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark : 25-43.
- FRANCO P., 1970. — Oceanography of Northern Adriatic Sea. Cruises July-Aug. and Oct.-Nov. 1965. — *Arch. Oceanogr. Limnol.* (Suppl. 16) : 1-93.
- FRANCO P., 1970. — Oceanography of Northern Adriatic Sea. Cruises Jan.-Feb. and Apr.-May 1966. — *Arch. Oceanogr. Limnol.* (Suppl. 17) : 1-97.
- FRANCO P., 1983. — L'Adriatico settentrionale: caratteri oceanografici e problemi. — *Atti v Congresso AIOL*, Stresa : 1-29.
- FROGLIA C., 1973. — Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius*) del Medio Adriatico. — Atti V Congresso SIBM: 327-341.
- FROGLIA C., 1989. — Clam fisheries with hydraulic dredges in the Adriatic sea. — In : J.F. Caddy ed., Marine Invertebrate Fisheries, J. Wiley, New York : 507-524.
- MARCHETTI R., 1983. — Quadro di sintesi delle indagini svolte dal 1978 sul problema dell'eutrofizzazione nelle acque costiere dell'Emilia-Romagna. — Atti Convegno « Eutrofizzazione dell'Adriatico » Regione Emilia-Romagna, 18-20 maggio 1983 : 39-75.
- OLIVOTTI R., 1989. — Tutela delle acque costiere. Cosa è cambiato negli ultimi venti anni. — In : P.v. Curzi ed F. Tombolini eds, L'eutrofizzazione nel mare Adriatico, Atti Conv. Naz. per la difesa dell'Adriatico, Ancona : 116-142.
- OREL G., VIO E. e ALEFFI F., 1989. — Biocenosi bentoniche e loro modificazioni in seguito a stress anossici. — In : P.v. Curzi ed F. Tombolini eds, L'eutrofizzazione nel mare Adriatico, Atti Conv. Naz. per la difesa dell'Adriatico, Ancona : 59-63.
- OTT J.A., 1991. — The Adriatic benthos: problems and perspectives. — In : G. Colombo et al. eds, Marine Eutrophication and Population Dynamics, Proceedings of the 25th EMBS, Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark : 45-56.
- POR F.D., 1978. — Lessepsian migration. — Springer verlag, Heidelberg. 288 p.
- SARA M., 1983. — Ecological Factors and their biogeographic consequences in the mediterranean ecosystems. — In : M. Moraitou-Apostolopoulou and V. Kiortsis eds, *Medit. Mar. Ecosyst.*, NATO Conf. Ser. : 1-18.
- TORTONESE E., 1983. — Distribution and Ecology of Endemic Elements in the Mediterranean Fauna (Fishes and Echinoderms). — In : M. Moraitou-Apostolopoulou and V. Kiortsis eds, *Medit. Mar. Ecosyst.*, NATO Conf. Ser. : 57-83.

## The Albanian sea-coast: problems and perspectives

by

L. GJIKNURI

Faculty of Natural Sciences, Tirana University, Albania.

The Albanian sea-coast borders the easternmost and southernmost part of the Adriatic sea, and the north-eastern part of the Ionian sea (Fig. 1). From a geographical point of view, it is located between  $39^{\circ} 40'$  and  $41^{\circ} 53'$ -S. It represents a rather linear configuration, with few capes and bays and the sole principal island-Sazan. The Albanian coastal zone is limited to the North by the estuary of Buna river, and to the South by Stillo Cape, in front of Corfu Channel. It has a general length of 450 km of which 284 km belong to the Adriatic Sea, 12 km to Sazani Island and 154 km to the Ionian Sea.

The main capes are: Rodon, Bishti i Palles and Karaburun ; the main bays are: Drimi, Lalzi, Durresi, Vlora and Saranda (Fig. 2). Among the main lagoons, Lezha, Karavasta, Narta and Butrinti stand out. The main rivers are rivers, Buna, Drini, Mati, Ishmi, Erzeni, Shkumbini, Semani and Vjosa. The littoral – in particular on the Ionian sea – is densely populated. The principal coastal cities are Durresi, Vlora and Saranda, with a population not greater than 100 000 inhabitants each. They represent also the principal ports of the country.

### GEO-MORPHIOLOGICAL DATA

From a geo-morphological point of view, the Albanian coast is divided in two principal types (Fig. 3): the low coastal zone, chiefly depository, to the north from Buna estuary to Vlara beach, and an erosive zone to Stillo Cape to the south (see KABO et al., 1990).

The Albanian Adriatic coast is marked by the presence of sandy beaches, sandy arcs and arrows, river deltas, rocky capes, silts, lagoons, submarine bars, and sandy coastal dunes. These features are tied chiefly with the synclinal structure which forms our coastal lowland.

