

Although the artificial reefs were pointed out as an efficient tool in increasing fish production, up to now only few researches have contributed to quantify the biomass of benthic community settled onto the substrata (BOHNSACK and SUTHERLAND, 1985). In Mediterranean sea biomass studies were carried out on mussel beds settled on artificial reefs in Adriatic sea (FABI *et al.* 1985, BOMBACE, 1982), whereas RELINI and CORMAGI (1989) reported results on the fouling wet weight measured on some panels of asbestos along the Ligurian sea.

Aim of this paper is to suggest a method to estimate benthic biomass on artificial substrata using data obtained with the usual sampling techniques for hard substrata.

A five-cube pyramid structure laid in the north Adriatic sea off Porto Garibaldi (see BOMBACE, 1982 and BOMBACE *et al.*, 1989 for further details) was sampled in July 1991, three years after its deployment. It was chosen a three-stage sampling. The reef had no available inner surface, because cubes were fused each other due to blocks movement on the soft bottom. From the population (the whole pyramid surface) a sample of four faces (an horizontal and a vertical one for each layer) was considered. Each one was divided into three equal size nonoverlapping strata and three 10x10 cm surface units were collected from it, one unit per strata. It was taken a census of any 100 cmq unit; this area was pointed out as an adequate area, after plotting cumulative number of species against increasing areas in the same structure. It was used a non probabilistic scheme because in explorative survey it was proved to be more adequate than the probabilistic one and, in particular, the quota sampling was chosen at the second stage, owing to the high variance of the studied variable, the biomass. Zoobenthic biomass was measured as decalcified wet weight for each sampling unit. Identified taxonomic groups were put into trophic categories and their relative contribution was calculated.

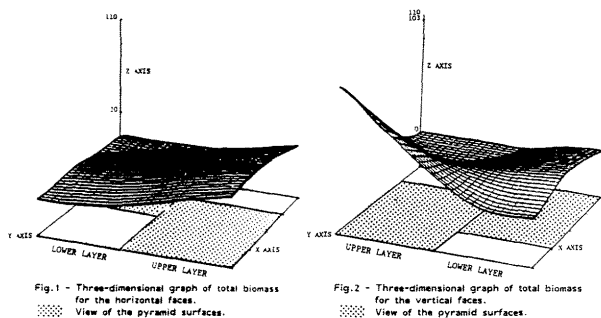
To verify if the biomass distribution was associated to the identified strata, a chi-square test was performed both for the horizontal and the vertical surfaces. There was a mild association for the horizontal surfaces, whereas a really strong association was found for the vertical faces (SIEGEL, 1966).

In order to quantify the total reef biomass a bivariate interpolation technique, the G3GRID of SAS with the spline option, was used. Each sampling unit was identified by three coordinates: the first two indicate unit position on the reef (x,y) and the third represents the biomass (z). The biomass of an area was considered as function of geographical coordinates,  $z=f(x,y)$ , of that area. A fundamental assumption was so made: the amount of biomass depends on the area position in the reef surface. Once obtained the biomass estimates for the four faces considered, a total biomass was evaluated for the whole structure and for the single cubes taking into account the structure shape.

The three-dimensional graph highlights an increase of the total biomass from the lower to the upper layer on the horizontal surfaces, showing also maximum values on the central zone (Fig.1). The same trend is evident through the vertical faces but, in this case, low values are given in the central part (Fig.2). Difference on biomass distribution is probably due to effects of surface discontinuity (DI PISA & RIGGIO, 1982).

The biomass estimated is 4.59 Kg/m<sup>2</sup> for the vertical faces of the upper boulder and 1.42 Kg/m<sup>2</sup> for the horizontal one. The exposed faces of the bottom layer show 1.41 Kg/m<sup>2</sup> on the vertical surfaces and 0.52 Kg/m<sup>2</sup> on the horizontal. On the whole, the structure has 112.66 Kg as total amount of biomass calculated on the concrete surfaces (not including holes): 60.4% percent on the single cube of the upper layer and 39.6% on the four cubes below.

Benthic community is characterized by total absence of macroalgae, whereas vagile and sessile zoobenthos species are dominant. Filter-feeders represent 97.88% of the total samples biomass, 61.53% of which are mussels and oysters, 17.41% serpulids, sabellarids, small-sized bivalves, barnacles and ascidians and the last 18.94% non-active filter-feeders as hydroids and actinarians. Other trophic groups are deposit-feeders (0.74%), omnivorous (0.41%) and carnivorous (0.12%).



We wish to thank the director and the researchers of the IRPeM of Ancona for logistic supports and suggestions.

REFERENCES

BOHNSACK J. A. & SUTHERLAND D.L., 1985. - *Bull. Mar. Sci.* 37 : 11-39  
BOMBACE G., 1982. - *Naturalista Sicil.* Ser. 4,6 (Suppl. 3): 573-591.  
BOMBACE G., FABI G. & FIORENTINI L., 1989. - *FAO Fisheries Report No. 428:* 86-98.  
COCHRAN W.G., 1977. - *A. Willey Publication in Applied Statistics.* 428 pp.  
DI PISA G., and RIGGIO S., 1982. - *Naturalista sicil.*, S IV, V (Suppl.) 3: 607-626.  
FABI G., FIORENTINI L. and GIANNINI S., 1985. - *Oebalia N.S.:* 11:681-692  
RELINI G. and CORMAGI P., 1989. - *FAO Fisheries Report No.428:*108-113  
SIEGEL S., 1966. - *Organizzazioni Speciali, Firenze:* 269 pp.

L'aménagement physique du milieu marin par l'emploi de récifs artificiels constitue une piste de réflexion prospectée depuis une vingtaine d'années, en complément aux mesures de gestion des pêches, le long du littoral français de Méditerranée (DUCLERC *et al.*, 1985). Pour tenter d'évaluer les impacts de telles réalisations, on a procédé en 1985 à la construction de cinq ensembles récifaux composés de structures creuses en béton de deux types : des modules parallélépipédiques de 150 m<sup>3</sup> et des modules polygonaux de 10 m<sup>3</sup>, immergés au large du littoral du Languedoc-Roussillon. Ce "Programme d'étude des récifs artificiels en Languedoc-Roussillon" a été mené en collaboration entre l'Ifremer et le Cépralmar.

L'évaluation de l'impact de ces aménagements a été tentée à travers deux voies d'investigation. D'une part des pêches expérimentales au filet maillant, réalisées simultanément sur un site d'immersion et sur un site témoin localisé sur la même sonde à une distance d'un mille environ, entre mars 1986 et juin 1987 (42 opérations de pêche). D'autre part, l'activité de pêche professionnelle d'un des ports proches d'un des ensembles récifaux (Gruissan) a été suivie par enquêtes suivant un plan d'échantillonnage stratifié (FARRUGIO et LE CORRE, 1984) pendant deux fois quinze mois, immédiatement avant et après l'immersion du récif (DUCLERC et BERTRAND, 1992). Le récif de Gruissan, d'un volume de 6000 m<sup>3</sup>, est situé sur un substrat meuble sablo-vaseux par 27 à 28 m de profondeur. Son emprise au sol est d'environ 1,5 ha.

Les pêches expérimentales ont permis d'identifier 39 taxons, dont 34 sur le site du récif et 28 sur le site témoin. Trois groupes d'espèces ont été considérés, (i) des espèces associées à la présence ou à la proximité d'un fond rocheux (*Palinurus elephas*, *Diplodus vulgaris*, *Phycis phycis*), capturées uniquement à proximité immédiate des structures récifales, (ii) des espèces qui, bien qu'abondantes dans les deux secteurs, paraissent montrer une affinité pour la zone aménagée (*Trisopterus minutus*, *Spicara maena*) et enfin (iii) des espèces sans affinité pour un secteur particulier mais dominant sur le plan pondéral (*Boops boops*, *Scombrus scombrus*, *Solea vulgaris*, *Merluccius merluccius*).

La moitié des espèces capturées sur le site témoin et près de 60 % de celles qui ont été observées sur le récif ne sont apparues que dans 10 % des relevés. Les indices de dispersion déduits des deux séries d'observations sont très proches : indice de SHANNON (1948) de 1,28 pour le site témoin et de 1,26 pour le site du récif. De plus, le coefficient de corrélation de rang de Spearman (in SCHERRER, 1984;  $\tau_s = 0,73$ ) indique que la corrélation entre les deux distributions est très significative.

La flottille de pêche professionnelle de Gruissan comprend une quinzaine de bateaux qui exercent leur activité essentiellement dans la bande côtière, sur une zone d'environ 1 300 ha, généralement à l'intérieur de la ligne de sonde de 30 mètres. Les principaux engins de capture utilisés sont le filet trémail et le filet maillant. Des indices d'abondance saisonnière pour les deux campagnes ont été estimés selon un modèle multiplicatif à partir de la prise globale par unité d'effort des navires (LAUREC et FONTENEAU, 1979). Les indices d'abondance globaux ainsi calculés par sous-secteur géographique, variables suivant les secteurs, sont plus élevés pour la seconde campagne d'observation (tabl. 1). De plus, la présence du récif n'a pas conduit à un déplacement de zones de pêche perceptible à l'échelle de la pêcherie.

Aucune modification importante dans la composition spécifique des captures n'a été relevée (tabl. 2), les débarquements restant constitués essentiellement d'espèces caractéristiques de substrats meubles. Les principales espèces pêchées sont des poissons plats (*Scophthalmus rhombus*, *Psetta maxima* et *Solea spp*) ainsi que des triglides (*Aspitrigla cuculus* et *Eutrigla gurnardus*), *Sepia officinalis* et *Raja spp*. Certaines de ces espèces, comme *Scophthalmus rhombus*, apparaissent toute l'année dans les débarquements. En revanche, pour la majorité des espèces, des variations saisonnières d'abondance sont identifiées. Ainsi *Psetta maxima* apparaît essentiellement de novembre à février et *Solea spp* de mars à octobre.

En conclusion l'étude réalisée sur les récifs artificiels en Languedoc-Roussillon montre que, sans préjuger d'autres retombées potentielles et notamment de leur intérêt éventuel à plus long terme, les résultats acquis à l'échelle de temps adoptée, n'ont pas conduit à identifier un impact du récif sur la pêche professionnelle pratiquée dans les eaux littorales proches du site d'implantation.

Sous-secteur	Nord	Centre	Sud
1984-1986	12,2	7,1	14,8
1987-1988	13,2	15,1	18,7

Tabl. 1. Indices d'abondance déduits des enquêtes sur la pêche aux filets maillants.

SAISON	PRI	ETE	AUT	HIV	Moy
nord					
1984-1986	0,73	1,09	0,87	1,03	0,93
1987-1988	0,96	1,12	0,85	0,71	0,91
centre					
1984-1986	0,80	0,98	1,08	0,87	0,93
1987-1988	0,72	1,19	0,90	0,58	0,85
sud					
1984-1986	0,74	1,04	0,93	0,95	0,92
1987-1988	1,02	1,19	0,91	0,90	1,01
Moyenne					
1984-1986	0,76	1,04	0,96	0,95	
1987-1988	0,90	1,17	0,89	0,73	

Tabl. 2. Indices de diversité (Shannon) déduits des enquêtes sur la pêche aux filets maillants.

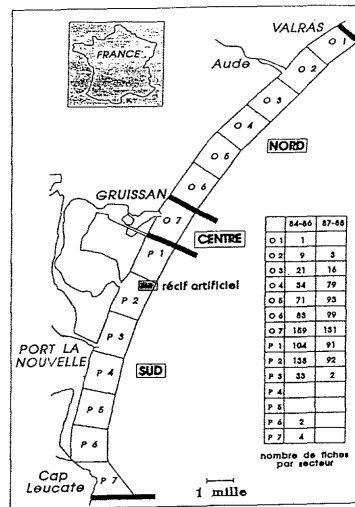


Fig. 1. Zone d'activité de la flottille de Gruissan.

REFERENCES

DUCLERC J. et BERTRAND J., 1992. - Essai d'évaluation de l'impact sur la pêche côtière d'un récif artificiel dans le golfe du Lion. - Rapp. int. DRV-IFREMER. (à paraître)  
DUCLERC J., HARDY L. et LEFEBVRE J.R., 1985. - Les récifs artificiels : une technique de gestion et d'aménagement de l'espace marin littoral. *Coll. franco japonais d'océanographie*, Marseille, sept. 1985 : 49-55.  
FARRUGIO H. et LE CORRE G., 1984. - Stratégie d'échantillonnage de la pêche aux petits métiers en Méditerranée. Rapp. convention CEE XIV-B-1-84/2/M03 P1: 249 p.  
LAUREC A. et FONTENEAU A., 1979. - Estimation de l'abondance d'une classe d'âge. Utilisation de la CPUE de plusieurs engins en différentes zones et saisons. - *Res. Doc. Scient. CICTA*, 8 (1): 79-100.  
SCHERRER B., 1984. - Biostatistique. Gaëtan Morin éd., 850 p.  
SHANNON C.E., 1948. - A mathematical theory of communications. - *Bell System Technical Journal*, 27.