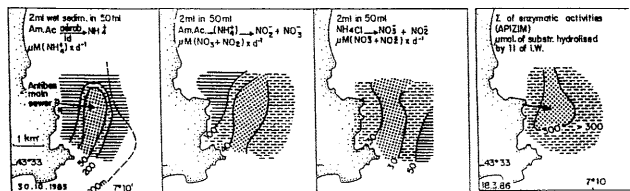


Pendant plusieurs années les travaux de recherches relatifs à la pollution des sédiments marins ont eu pour principal but de repérer la présence de polluants et d'en mesurer les concentrations. Par exemple, des mesures de concentrations en détergents ou en métaux lourds tels le Hg, le Cd et le Pb ont été réalisées. La répartition cartographique de ces polluants a fréquemment permis de localiser des sources de pollution (voir par ex. DE LEON *et al.*, 1983, VOUTSINOÛ-TALIADOURI, 1983; VARNAVAS *et al.*, 1985).

Cependant on conçoit que la démarche qui consiste à mesurer seulement des concentrations globales ne fournit que des renseignements limités. Une des critiques qui a été formulée est que les polluants ne s'accumulent pas nécessairement au voisinage du point de rejet; il arrive fréquemment qu'ils s'accumulent assez loin de tels points (EVENS *et al.*, 1986; DAMIANI *et al.*, 1986). Le taux d'accumulation de sédiments jouerait un rôle: les polluants seraient plus concentrés dans les secteurs à fort taux de sédimentation. Un autre reproche qui peut être fait à la méthode qui consiste seulement à mesurer les concentrations globales en polluants est que les résultats obtenus ne permettent pas de déterminer à quel point les polluants présents dans les sédiments sont susceptibles d'altérer la vie benthique, ou s'ils sont stockés. On peut aussi faire remarquer que la qualité des fonds marins (ou leur état de effet) n'est pas convenablement définie par les seules mesures des concentrations: il n'est en fait pas évident que des polluants piégés dans les sédiments aient systématiquement un impact sur la vie benthique.

CARTOGRAPHIE : SEDIMENT GLOBAL



Propriétés des sédiments autour de l'émissaire d'Antibes (80000 habitants) a) Quantité d'ammoniaque produit en 1 jour d'incubation par 2 ml de sédiment frais mélangés à 50 ml d'une solution riche en acides aminés. b) Transformation en nitrate. a+b = potentialité ammonifiante. c) Transformation d'ammoniaque en nitrite + nitrate. d) Somme des activités des exo-enzymes hydrolases déterminées par la méthode APIZYM (19 substrats hydrolysés par 65 ul d'eaux interstitielles; les 19 substrats appartiennent aux groupes des acides aminés, protéines, carbohydrates, lipides, acides gras et phosphore organique). Les potentialités sont d'autant plus fortes que l'on s'éloigne du point de rejet au voisinage duquel la teneur en matière organique est pourtant plus élevée.

Pour compléter l'information, plusieurs types de démarches ont été adoptés. Par exemple les données géochimiques sont confrontées les unes aux autres et à des paramètres purement sédimentologiques (granulométrie ou minéralogie des argiles) à l'aide de traitements statistiques (corrélations, analyses factorielles) (voir par ex. RINGOT, 1983; OBIOLS SALVA *et al.*, 1985). Des estimations des flux à l'interface ont aussi été faites (voir par ex. EL-SAMRA *et al.*, 1985; FERNEX *et al.*, 1986).

Nous voulons montrer ici que certains types d'analyses géochimiques sont susceptibles de conduire directement à une évaluation de l'état de santé des fonds marins (indépendamment des études qui pourraient être faites sur les organismes qui vivent sur le fond). Dans ce sens, nous avons retenu un certain nombre de paramètres globaux: le taux d'ammonification dans le sédiment (qui correspond au taux de minéralisation de l'azote organique), les activités enzymatiques globales du sédiment: ammonifiantes, nitrifiantes, dénitrifiantes, (capacité qu'un sédiment a d'agir sur un substrat spécifique; BRISOU, 1985), évaluation des activités des exoenzymes présents dans les eaux interstitielles (méthode "Apizym"; MONGET, 1978), la capacité complexante des eaux interstitielles ou, mieux, la capacité complexante rapportée à la quantité de matière organique dissoute. Les méthodes et techniques pour mesurer ces paramètres ont été exposées dans BENAMOU *et al.*, (1989), BENAÏM (1990), FERNEX *et al.* (1992), etc. Certes, la signification des résultats obtenus mériterait d'être précisée. Néanmoins la cartographie des fonds de quelques sites du plateau continental devant la Côte d'Azur a permis de distinguer des zones où les sédiments, pauvres en matière organique, ont néanmoins des potentialités enzymatiques élevées, des secteurs riches en matière organique avec des activités et des potentialités enzymatiques élevées (devant l'embouchure des fleuves), et des secteurs où les sédiments sont riches en matière organique mais ont des activités et des potentialités faibles (au voisinage de points de rejets d'eaux usées).

REFERENCES

BENAÏM J., 1990. - *Oceanis*, Inst. Océanogr., Paris, 16/4; 313-328.
 BENAMOU C., RICHOU M., BENAÏM, 1989. - *Water Res.*; 23; 1127-1136.
 BRISOU J., 1982. - *Ann. Inst. Michel Pacha*, Toulon, 13; 36-46.
 DAMIANI V., AMBROSANO E., DE ROSA S., DE SIMONE R., FERRETI O., IZZO G., ZURLINI G., 1986. - In "Sediments and Water Interactions", P.G. Sly Ed., Springer-Verlag, N.Y.; 13-25.
 DE LEON A.R., GUERRERO J., FARACO F., 1983. - *6es Journ. Et. Pollut.*, CIESM; 355-358.
 EL-SAMRA M., HALIM Y., MOUSTAFA Th., 1985. - *7es Journ. Et. Pollut.*, CIESM; 141-150.
 EVENS R.D., CORNETT R.J., McCULLOCH V.A., 1986. - In "Sediments and Water Interactions", P.G. Sly Ed., Springer-Verlag, N.Y.; 125-132.
 FERNEX F., SPAN D., FERNANDES L.V., 1986. - *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, CIESM, 30/2; 110.
 FERNEX F., RICHOU M., BENAMOU C., BENAÏM J., 1992. - *The Sci. Total Envir.*, 111/1; 25-46.
 MONGET D., 1978. - Thèse Dr Ing., Univ. de Lyon; 210 p.
 OBIOLS SALVAT J., TOMAS MORER X., PEIRO MIR A., 1985. - *7es Journ. Et. Pollutions*, CIESM; 339-346.
 RINGOT J.L., 1983. - *6es Journ. Et. Pollutions*, CIESM; 283-292.
 VARNAVAS S.P., PANAGOS A.G., LAIOS G., 1985. - *7es Journ. Et. Pollut.*; 267-274.
 VOUTSINOÛ-TALIADOURI F., 1983. - *6es Journ. Et. Pollutions*, CIESM; 245-259.

The Bay of Fornells is a restricted bay in the North of Menorca Island. Its area is 4.1 km² and its maximum dimensions are 4.73 km north-south and 1.5 km east-west. The average depth is 5.5 m with a maximum of 20 m near the outlet. Strong and frequent north winds determine the hydrodynamics of the bay as evidenced by the sediment distribution (FORNOS *et al.*, 1992).

The activity of fish-farms produces an input of organic waste from the uneaten food and faeces, a concentration of animal life in the zone and a reduction in solar radiation. This activity causes changes in water quality mainly in closed bays. In Fornells Bay fish culture started in 1985 and has been increasing ever since. During the study period, 32 cages were installed, each of 100 m³ containing *Sparus auratus* (L.) with an input of 77 Tm of dry fodder per year. This implies the beginning of a eutrophication process.

Three hydrological sample stations were placed in the axis N-S and monitored every two months from January 1991 to January 1992: E-1, (5 m depth) in the interior of the bay; E-2, (7 m depth) in the middle of the fish farm; E-3, (20 m depth) near the outlet. The sedimentological study was made by means of four transects extending from the centre of the cages to the unaltered zone. Sediment traps (FORNOS *et al.*, 1989-90) were also installed under the cages and beyond the fish farm (control traps) to estimate the discharge of particulate matter. These two studies were monitored during the summers from 1988-92.

The hydrological study shows few changes for the first 5 metres among the sample stations. Average values of the year are:

	E-1	E-2	E-3
Oxygen. %:	93.35	92.45	95.80
Temp. °C:	18.01	18.14	18.46
Chl-a. mg.m ⁻³	0.376	0.445	0.377
Light ext. %	32.63	37.93	46.63

The physico-chemistry of the sediments under the cages shows the following values: 40-60% carbonate (CO₂ gasometry), 7-18% volatile solids (calcination at 450°C for 2h), 1.5-5% organic carbon (GAUDETTE *et al.*, 1974) and 0.2-0.4% nitrogen (Kjeldahl), 33.5-60% sand, 11.8% fine sand, 23.7% silt, 17.1% clay (HEAD, 1984).

There is an increase in the average particle size under the cages. This explains the increase in carbonate composition of the sediment, as the sand fraction is principally composed of bioclastic remains, mainly *Halimeda tuna* (Ellis & Solander) Lamouroux segments. At the same time benthic communities disappear (ZABALA *et al.*, 1992) and so can no longer trap and bind the fine material. Thus current and wave action clean the area surrounding the cages.

The effects of the fish farm to the sediments are not confined to the area around the cages but also affect the whole bay. They are particularly noticeable in the shallow interior area where the hydrodynamics are low with a consequent accumulation of fine materials (FORNOS *et al.*, 1992) and only there is a located increase of phytoplankton biomass surrounding the cages.

REFERENCES

FORNOS J.J., FORTEZA V. & MARTINEZ-TABERNER A., 1989-90. - Taxes de sedimentacio associades a l'activitat d'una piscifactoria (Badia de Fornells (Menorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33.
 FORNOS J.J., FORTEZA V., JAUME C. & MARTINEZ-TABERNER A., 1992. - Presentday *Halimeda* carbonate sediments in temperate Mediterranean embayments: Fornells, Balearic Islands. *Sedimentary Geology*, 75 (3/4): 283-293.
 GAUDETTE H.E., FLIGHT R., TONER L. & FOLGER D.W., 1974. - An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *J. Sediment. Petrol.*, 44: 249-253.
 HEAD K.H., 1984. - *Manual of Soil Laboratory Testing*. ELE International Ltd., 3 Vols. Pentech Press. London 238 pp.
 ZABALA M., BALLESTEROS E., CAROLA M., DELGADO O., GRAU A., MASSUTI C., POU S., RIBES M., RIERA F. & FORTEZA V., 1992. - Seagrass regression due to fish cultures in Fornells Bay (Menorca, Spain). *Estuaries*, (in press).