

Association Monégasque
pour la Protection de la Nature
Réserve sous-marine de Monaco



CONCEPTION ET CONSTRUCTION
DES RÉCIFS ARTIFICIELS

Par

EUGÈNE DEBERNARDI

*Président du Conseil d'Administration
de l'Association Monégasque pour la Protection de la Nature*

*Couverture :
Récif artificiel de 12 tonnes - Artificial reef 12 tonnes
Photo Christian Giordan*

ASSOCIATION MONÉGASQUE
POUR LA PROTECTION DE LA NATURE
RÉSERVE SOUS-MARINE DE MONACO
(Parc National sous-marin)

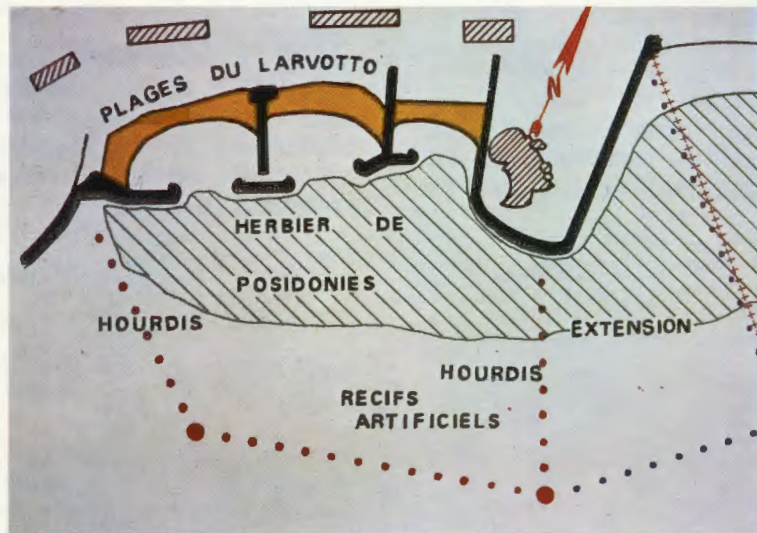


CONCEPTION ET CONSTRUCTION
DES RÉCIFS ARTIFICIELS

*Note de présentation à la IV^e Conférence Internationale
sur les habitats artificiels pour les pêches.*

UNIVERSITÉ DE FLORIDE - MIAMI - U.S.A.

2 - 6 novembre 1987



DESIGN AND CONSTRUCTION
OF ARTIFICIAL REEFS

*Memorandum for the Fourth International Conference
on Artificial Habitats for Fisheries*

UNIVERSITY OF FLORIDA, MIAMI, U.S.A.

November 2 - 6, 1987

A. – La Réserve Sous-Marine de Monaco.

A.1 – Organisation Juridique

Elle a été créée en 1976 suivant les instructions de S.A.S. le Prince Rainier III de Monaco. Sa réalisation et sa gestion ont été confiées à l'Association Monégasque pour la Protection de la Nature, organisme de droit privé dont les statuts ont été approuvés par un Arrêté de S.E. M. le Ministre d'Etat (n° 75-484 du 21 novembre 1975).

Le Conseil d'Administration élu pour trois ans est constitué de huit membres, dont un Président, un Vice-Président, un Secrétaire Général, un Trésorier et quatre Conseillers.

Depuis son origine le Conseil d'Administration a été composé de juristes, de scientifiques et de professeurs de l'enseignement universitaire et collégial.

A.2 – Situation Géographique

La configuration géographique du littoral de la Principauté laisse peu de place à des espaces maritimes relativement peu profonds. En effet, le territoire monégasque se situe au pied des Alpes dans une zone particulièrement escarpée.

Le bassin versant se trouve, à 3.300 m à la verticale du rivage, à une altitude variant de 350 m à 1.000 m (Mont Agel). C'est dire que la seule zone propice à l'aménagement d'une réserve sous-marine ne pouvait être trouvée que dans la partie littorale Est du territoire. Celle-ci a été choisie en fonction également des critères ci-après :

- profondeur maximale 40 m ;
- nature des fonds : sable et vase ;
- présence d'un Herbier de Posidonies (*Posidonia oceanica*).

La proximité du Port à moins d'un kilomètre constituait en outre un élément supplémentaire d'intérêt pour accéder aisément à la future réserve. Il est à noter que la zone choisie était traditionnellement exploitée par les pêcheurs professionnels locaux. Mais son exploitation intensive, l'évolution des techniques de pêche et la nature des engins utilisés de plus en plus performants liée à l'apparition des fibres synthétiques avaient considérablement diminué le stock de poissons et leur capacité de reproduction.

Cette situation particulièrement alarmante risquait à court terme de conduire à la disparition irréversible des espèces locales telles que les langoustes (*Palinurus vulgaris*), les chapons (*Scorpaena scrofa*), les rascasses (*Scorpaena porcus*), les corbs (*Corvina nigra*), etc., les plus recherchées pour leur goût et leur valeur commerciale.

A.3 – Délimitation du site

Il fallait dès lors que le site soit protégé de telle manière que les espèces encore présentes puissent se reproduire dans des conditions optimales.

S.A.S. le Prince Rainier III par une Ordonnance Souveraine (n° 5851 du 11 août 1976) décidait qu'une zone délimitée par des bouées, située dans la partie Est du littoral de la Principauté serait désormais interdite :

- à la pêche sous toutes ses formes ;
- à la chasse sous-marine ;
- à la navigation à moteur ;

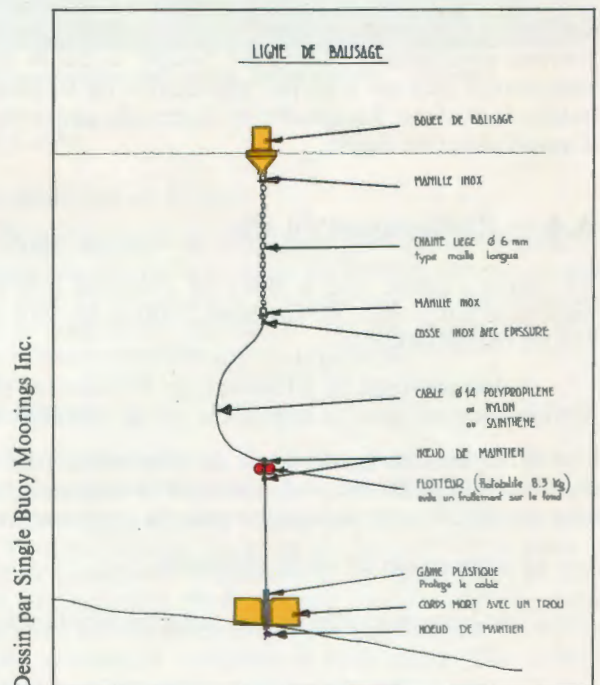
- au mouillage d'ancre ;
afin de supprimer toutes contraintes pouvant gêner le programme de régénération des fonds.

L'Association Monégasque pour la Protection de la Nature recevait mission de prendre en charge l'organisation de la Réserve Sous-Marine de Monaco dont les caractéristiques essentielles sont les suivantes :

- forme trapézoïdale s'appuyant sur la côte en direction du large ;
- superficie : 500.000 m² ;
- périmètre : 2,200 km ;

profondeur moyenne : 2 à 38 m.

Afin d'assurer la tranquillité nécessaire à la faune et visualiser pour les yachtmen l'espace affecté à cette zone protégée, 42 bouées ont été mises en place sur son pourtour. Les angles du trapèze que forme la Réserve ont été matérialisés par des bouées de plus grande dimension, surmontées d'un réflecteur radar destiné à assurer la sécurité de la navigation nocturne.





Bassin versant du Mont-Agel

(Photo : Christian Giordan)

Ces cinq grandes bouées sont reliées entre elles par les lignes de bouées plus petites. Ce balisage de surface repose sur des fonds de 14 m à 38 m.

Le système d'ancrage des bouées est constitué par un corps mort en béton posé sur le fond surmonté d'un câble en nylon de 14 mm. A - 8 m le câble est accroché à une bouée dont le rôle est d'assurer sa tension permanente. De cette bouée le câble forme une courbe puis est relié par une chaîne de 10 mm à la bouée de surface. La courbe en forme de parabole sert d'amortisseur de houle.

A.4 – Equipement du site

Dans l'année qui a suivi sa création (1976), la réserve a fait l'objet de diverses actions en vue de la rendre opérationnelle :

- a) délimitation de l'Herbier de Posidonies (*Posidonia oceanica*) dont la superficie est de 140.000 m² ;
- b) lachers de poissons et de langoustes pris dans les filets des pêcheurs professionnels et pouvant constituer un apport non négligeable pour la reproduction ;
- c) immersion de récifs artificiels.

C'est cette dernière action qui sera décrite ici.

B. – Les Récifs Artificiels

B.1 – Choix de l'emplacement d'immersion

Il importait avant tout de localiser certaines zones situées à l'extérieur de l'Herbier afin que la mise en place des futurs récifs ne lui occasionne aucun dommage. A cet effet, une carte précise de sa limite inférieure a été établie à notre demande par la Marine Nationale française en utilisant un système de radio triangulation et un sonar latéral.

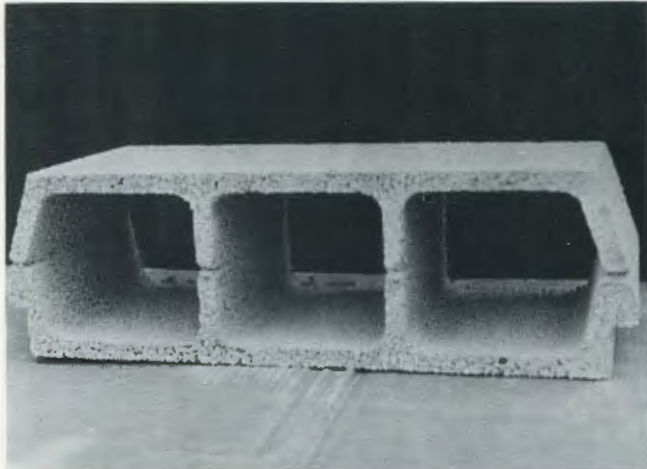
Ces zones ainsi repérées, la mise en place des premiers récifs pouvait être envisagée sans crainte notamment pour la flore sous-marine.

B.2 – Caractéristiques des matériaux

Dans une première phase, disposant de blocs de rochers naturels (300 tonnes), l'essai a été tenté en créant trois récifs d'un poids unitaire de 100 tonnes. Les rochers ont été immergés par des chalands sur les sites choisis. Toutefois, la profondeur (-25 m) et la dispersion des éléments qui en est résultée n'a pas permis d'obtenir les résultats souhaités.

Il a alors été fait appel à des matériaux plus faciles à transporter pouvant être structurés à terre avant immersion.

Ces matériaux sont ceux que l'on utilise habituellement pour la construction des planchers d'immeubles. Ce sont «les hourdis alvéolaires», éléments en béton, fabriqués en grande série par l'industrie du bâtiment dont le poids unitaire (25 à 35 kg) et les dimensions (50 cm x 20 cm x 16 cm) permettent des manipulations faciles.



Hourdis alvéolaires

Photo Jean-Marie Moll

Ils présentent par la rugosité de leurs parois l'avantage de pouvoir être cimentés entre eux pour constituer des ouvrages en élévation et de faciliter la fixation des organismes benthiques.



B.3 – Construction des récifs artificiels

Pour des raisons de commodité (structures à formes répétitives, transport sur le site, mise en place au point choisi avec précision) la construction sur dalle en béton armé a été préférée au largage manuel des hourdis alvéolaires à partir d'un chaland porteur.

Deux types principaux ont été imaginés comme pouvant correspondre aux objectifs recherchés.

TYPE «A»

– Dimensions de la dalle :

- Longueur : 3 m
- Largeur : 2,50 m
- Epaisseur : 0,15 m

– Matériaux :

- Béton spécial prise de mer avec armature métallique en double nappe (acier Thor) dosé à 350 kg de C.P.A.

A chaque angle a été noyé dans le béton un anneau en acier Thor (ø 20 mm) de 20 cm de diamètre afin de pouvoir y accrocher les chaînes de levage.

– Agencement des hourdis :

200 hourdis environ ont été cimentés sans ordre particulier sur la dalle.

Chaque hourdis présentant en coupe longitudinale trois cavités de 20 cm x 15 cm x 13 cm, ce sont près de 600 cavités qui ont ainsi été constituées en forme de tronc de pyramide ayant une hauteur moyenne de 1,50 m à 2 m. Le poids unitaire était de 7 tonnes.

Deux récifs de type «A» ont été immergés le 29 juin 1979 à -8 m en bordure de l'Herbier de Posidonies et à -30 m sur un fond de sable et de vase.



Récif construit sur dalle béton, poids unitaire : 7 tonnes

TYPE «B»

– Dimensions de la dalle :

Pour assurer le transport des récifs depuis le chantier de fabrication jusqu'au Port et afin de ne pas perturber la circulation routière par des camions de grande dimension, les dalles ont été construites suivant le même modèle que le type «A».

– Matériaux :

Le recouvrement algal des récifs de type «A» ayant été très satisfaisant (quelques mois à peine après leur immersion ils disparaissaient complètement sous une épaisse couche d'algues et d'invertébrés) nous a incité à poursuivre l'utilisation des hourdis. Ces derniers ont en outre parfaitement joué le rôle que nous espérons, les alvéoles ayant été rapidement occupées par de nombreux poissons et langoustes. Des pontes de calmars y ont également été observées.



Immersion sur le site

Photo Jean-Marie Moll

– *Agencement des hourdis :*

Afin d'améliorer la colonisation prévisible, les récifs de type «B» ont été construits suivant une forme géométrique octogonale permettant un meilleur éclairage naturel tout en ménageant une zone d'ombre relative dans le puit central créé à l'intérieur du système.

Ce type de récif peut être comparé à une tour évidée.



Récif de 10 tonnes à -34 mètres (Langoustes)

Photo Jean-Pierre Giordano



Colonisation d'un récif de 12 tonnes à -28 mètres.

Photo Jean Norbert Monot

La hauteur au-dessus de la dalle est de :

- 2 m pour un poids unitaire de 10 tonnes ;
- 3 m pour un poids unitaire de 12 tonnes.

L'épaisseur des parois varie de 0,40 à 0,60 m.

Le puit central a une section de 1 m². La dernière rangée supérieure des hourdis a été équipée de quatre tiges d'acier d'un diamètre de 30 mm sur une hauteur



Puits central d'un récif de 12 tonnes à -28 mètres.

Photo Jean Norbert Monot

de 0,80 m. Ce dispositif est destiné à recevoir une série de hourdis percés de part en part de telle manière qu'ils puissent facilement être retirés pour examen de leur colonisation en laboratoire.

Il convient de préciser que le prélèvement de hourdis sur les récifs de type «A» obligeait à desceller chaque élément entraînant à moyen terme une diminution non négligeable du volume utile et partant de l'efficacité du récif.



Récif de 12 tonnes à -28 mètres

Photo Roberto Pronzato

La solution technique retenue a prouvé son utilité. Elle a été très appréciée par les scientifiques de l'Université de Gênes - Italie - (MM. Maurizio Pansini, Andrea Balduzzi, Riccardo Cattaneo, Ferdinando Boero et Roberto Pronzato) appartenant à l'Institut de Zoologie qui effectuent depuis huit ans, sous l'autorité du Professeur Michèle Sara, des recherches sur les invertébrés dans la Réserve Sous-Marine de Monaco.

Ces recherches qui se poursuivent en collaboration avec l'Association Monégasque pour la Protection de la Nature ont donné lieu à plusieurs publications scientifiques.

Celle que nous reproduisons en fin de la présente note avec l'autorisation des auteurs, constitue un élément d'information appréciable.

B.4 - Nombre de récifs immergés

La Réserve Sous-Marine de Monaco a été équipée en dix ans de :

- deux récifs alvéolaires d'un poids unitaire de 7 tonnes ;

- trois récifs alvéolaires octogonaux de 10 tonnes ;

- cinq récifs alvéolaires octogonaux de 12 tonnes ;

- seize récifs alvéolaires de 0,5 tonne.

En décembre 1986 un récif pyramidal réalisé avec 38 caissons en béton armé ayant les dimensions suivantes :

- longueur : 2 m

- largeur : 1 m

- hauteur : 0,80 m

a été immergé à 28 m de profondeur dans une zone de sable à proximité de la limite inférieure de l'Herbier de Posidonie (*Posidonia Oceanica*).



Récif pyramidal

Photo Jean Norbert Monot

Ce récif d'une longueur de 14 m, d'une largeur de 10 m et d'une hauteur de 3 m a été immédiatement colonisé par de nombreuses espèces de poissons : labres (*Labrus turdus*), oblades (*Oblada melanura*), rougets (*Mullus barbatus*), Saupes (*Boops salpa*), Murènes (*Murena helena*).

Les algues ont commencé à recouvrir les caissons mais il est encore trop tôt pour effectuer des observations présentant un intérêt scientifique.

Conclusions

Si la Réserve Sous-Marine de Monaco peut être considérée comme une expérience spécifique en raison de sa faible étendue, à l'échelle du territoire de la Principauté, elle doit surtout être admise comme un laboratoire dans lequel peuvent être effectuées des observations et des recherches en milieu protégé.

L'intérêt grandissant porté par les équipes de scientifiques des Facultés des Sciences de Nice, Marseille et Montpellier, de l'Université de Gênes qui

viennent y travailler régulièrement, montre bien que les installations immergées et les dispositions réglementaires qui protègent le site ont été utiles et efficaces.

L'accroissement constaté depuis sept ans dans le nombre et la diversité des espèces locales qui ont atteint pour certains adultes des tailles exceptionnelles : rougets de roches (*Mullus surmuletus* : 35 cm), dorades (*Sparus auratus* : 0,85 m – 10 kg), bars (*Morone labrax* : 0,80 m – 8 kg) constituent la preuve qu'avec des moyens financiers limités, une technique simple et facile à maîtriser l'on peut réussir l'aménagement de zones côtières affectées à la reconstitution des stocks de poissons et crustacés.

Ces zones constituent des réservoirs naturels pour la reproduction, l'essaimage se faisant naturellement au-delà du périmètre protégé. Elles peuvent constituer également à plus grande échelle des champs de pêche privilégiés où les pêcheurs professionnels peuvent exercer leurs activités à condition que celles-ci soient contrôlées en ce qui concerne le quota des captures et les tailles autorisées.

Enfin, elles offrent aux autorités responsables de la pêche de plaisance et du tourisme l'opportunité d'organiser pour les amateurs de pêche en mer des sorties attractives où les prises de poissons sont assurées dans des conditions maximales.



Banc de poissons aux abords des récifs

Photo J. N. Monot



Poissons nourris par les baigneurs en bordure des plages

Photo G. Barale



Daurade royale dans les enrochements des plages du Larvotto

Photo Christophe Spiliotis-Saquet

A. – The Underwater Reserve of Monaco

A.1 – Legal organization

The Reserve was created in 1976 on the instructions of His Serene Highness Prince Rainier III of Monaco. The design and administration were entrusted to the Monégasque Association for the Protection of Nature, a private organization, the statutes of which were approved by decree of the Ministry of State n° 75 484 of November 21, 1975.

The administrative council is elected for three years and is composed of eight members: a President, a Vice-President, a Secretary General, a Treasurer and four advisers.

Since its formation the council has been composed of legal specialists, scientists and university and college professors.

A.2 – Geographical situation

The geographical configuration of the seaboard of the Principality is such that there is only a very small area where the water is relatively shallow. In fact, the Principality is situated at the foot of the Alps on a particularly steep slope.

The hills surrounding the Principality are located 3.3 kilometers from the shore at an average height of 350 to 1000 meters (Mont Agel). The only zone favorable for the creation of an underwater reserve is the East coast of the territory. The zone was selected in accordance with the following criteria:

- maximum depth 40 meters;
- the nature of the seabed: sand and mud;
- the presence of a wide bed of *Posidonia oceanica*.

The proximity of the port, less than a kilometer away, was another important factor as this provides easy access to the planned reserve. It should be noted that the zone selected was one traditionally fished by local professional fishermen. The zone had been extensively worked and the development of fishing techniques and the greater and greater efficiency of the nets employed and the use of synthetic fibers had considerably diminished the fish stock and its capacity to reproduce itself.

This particularly alarming situation might have led to the risk of the permanent disappearance of local species such as the spiny lobster (*Palinurus vulgaris*), the scorpion fish (*Scorpaena scrofa* and *Scorpaena porcus*), the corb (*Corvina nigra*) and so on, the species most in demand for their taste and commercial value.

A.3 – Fixing the boundaries

It was essential that the zone should be protected in such a way that the species still present would be able to reproduce in the most favorable conditions.

His Serene Highness Prince Rainier III by Sovereign Decree n° 5851 of August 11 1976 laid down that within the boundaries of the zone, marked by means of buoys placed on the East coast of the Principality, the following activities would henceforth be prohibited:

- all forms of fishing from the surface;
- underwater fishing;
- all navigation using engines or motors;
- anchoring.

This step was taken in order to suppress any activities which might hinder the program for the regeneration of the seabed.

The Monégasque Association for the Protection of Nature was to be responsible for the organization of the Underwater Reserve, of which the essential details are as follows:

- a trapezoidal shape, with its base on the coast and extending out to sea;
- an area of 500,000 square meters;
- a perimeter of 2.2 kilometers;
- an average depth 2 to 38 meters.

In order to ensure the necessary calm conditions for the fauna by indicating the protected zone to yachtsmen, forty-two buoys were placed in position to mark the periphery. The corners of the trapezoid which form the Reserve are marked by buoys of large size, on which are mounted radar reflectors to ensure safety of navigation at night. These five large buoys are linked one to another by lines of smaller buoys. This series of surface buoys lies over an area where the sea is 14 to 38 meters deep.

The anchorage system for the buoys consists of a fixed concrete mooring placed on the seabed from which rises a nylon cable 14 millimeters in diameter. At a depth of 8 meters, the cable is attached to a buoy, thereby ensuring permanent tension. From this buoy the cable forms a curve and it is then linked by a chain, 10 millimeters in diameter, to the surface buoy. The curve, parabolic in shape, forms a shock-absorber against swell.

A.4 – Equipment for the site

In the year after the creation of the Reserve (1976), various activities took place in it with the aim of bringing into operation the following:

a) fixing the boundaries of the plant bed of *Posidonia oceanica*, which has a surface area of 140,00 square meters;

b) releasing fish and lobster caught in the nets of professional fishermen, thus making a not inconsiderable contribution towards reproduction;

c) sinking artificial reefs.

This last activity will be described below.

B. – The Artificial Reefs

B.1 – Choice of the site of sinking

It was first of all important to select certain areas not covered by the plant bed so that the sinking of the reefs in the future would occasion no damage to it. For this purpose, a precise chart of the lower limits was established at our request by the French Navy using a system of radio triangulation and lateral sonar.

Once these areas had been located, the siting of the first reefs could be planned without any great fear of damaging the underwater flora.

B.2 – Details of the artificial reefs

In the beginning, as natural rock weighing 300 tonnes was available, an attempt was made to create three reefs of a unit weight of 100 tonnes. The rocks were sunk from barges on the sites chosen. However, the depth (25 meters) and the breaking-up of the units prevented the realization of the desired results.

We then turned to structures which would be easier to transport and which could be constructed on land before being sunk.

These structures used materials regularly used in the construction of flooring in buildings. These are roughstone honeycomb blocks of concrete, made on a large scale by the building industry, having a unit weight of 25 to 35 kilograms and dimensions of 50 × 20 × 16 centimeters which make for easy handling.

The roughness of the walls makes it possible to cement them together in order to build the structures above water level and facilitates the attachment of benthic organisms.

B.3 – Construction of artificial reefs

For practical reasons (structures repetitive in shape, transport to the site, siting at the exact point chosen) a method of construction on slabs of reinforced concrete was favored in preference to the manual sinking of the honeycomb structures from a barge.

Two main types were designed as being likely to meet the required objectives.

TYPE "A"

– *Dimensions of the slab:*

- length: 3 meters
- width: 2.5 meters
- thickness: 0.15 meters

– *Material:*

- Special concrete made with seawater with a double layer of metal braces in Thor steel with a content of 350 kilograms of C.P.A.

At each corner, embedded in the concrete, there is a ring, 20 centimeters in diameter, made of Thor steel rod 20 millimeters in diameter, used for attaching the lifting chains.

– *Layout of the honeycomb structure reefs:*

Approximately 200 units were cemented together in no particular order on the slab. Each unit has three cavities, 20 centimeters × 15 centimeters × 13 centimeters, side by side. This produces a structure, containing some 600 cavities, which is built in the shape of a truncated pyramid with a height ranging from 1.5 meters to 2 meters, the unit weight being 7 tonnes.

Two reefs of type "A" were sunk on June 29 1979 at the edge of the *Posidonia* bed at a depth of 30 meters where the bottom is composed of sand and mud.

TYPE "B"

– *Dimensions of the slab:*

To facilitate the transport of the reefs from the builders' yard to the port and so as not to disrupt the movement of normal traffic by requiring the use of extra-large transport, the slabs were constructed to the same specifications as type "A".

– *Materials:*

The growth of seaweed on type "A" reefs had been very satisfactory (only a few months after their immersion they had been completely covered by a thick layer of seaweed and invertebrates) and we were encouraged to continue the use of roughwall concrete block structures. These played to perfection the part we had wished, the blocks being rapidly occupied by numerous fish and lobsters. The laying of the eggs of the long-finned squid (*Loligo vulgaris*) was observed.

– *Layout of the roughwall concrete blocks:*

In order to improve the colonization envisaged, the type "B" reefs were constructed to an octagonal plan allowing better natural lighting while providing a relatively shaded area in the central shaft created in the middle of the system.

This type of reef might be compared to a hollow tower.

The height above the slab is:

- 2 meters for a unit weighing 10 tonnes;
- 3 meters for a unit weighing 12 tonnes.

The thickness of the walls varies from 0.4 to 0.6 meters.

The Central shaft has a section of 1.2 meters. The uppermost layer of roughwall honeycomb units was fitted with four steel rods, 30 millimeters in diameter, at a height of 0.8 meters. The purpose of this procedure is to facilitate the siting of a series of blocks, drilled through and through, which may be easily removed for examination of their colonization in the laboratory.

It should be noted that the taking of samples from the blocks of type "A" reefs necessitated the breaking of the cement bond of each unit which over a period of time caused a not inconsiderable reduction in the useful volume and the efficiency of the reef.

The technical solution chosen has proved its usefulness. It won the marked approval of the scientists of the University of Genoa in Italy (Signors Maurizio Pansini, Andrea Balduzzi, Riccardo Cattaneo, Ferdinando Boero and Roberto Pronzato) of the Zoological Institute who have been carrying out for eight years, under the direction of Professor Michèle Sara, research into the invertebrates in the Monaco Underwater Reserve.

This research which is carried out in collaboration with the Monégasque Association for the Protection of Nature has led to the publication of several scientific papers.

The document which we publish at the end of the present memorandum, with the permission of the authors, provides valuable information.

B.4 - Number of reefs sunk

The Underwater Reserve of Monaco has been fitted over ten years with the following:

- two honeycomb reefs with a unit weight of 7 tonnes;
- three octagonal honeycomb reefs weighing 10 tonnes;
- five octagonal honeycomb reefs weighing 12 tonnes;
- sixteen honeycomb reefs weighing 0.5 tonnes.

In December 1986 a pyramidal reef was constructed consisting of 38 units in re-inforced concrete with the following dimensions :

- length: 2 meters
- width: 1 meter
- height: 0.8 meter

it was sunk at a depth of 28 meters in an area of sand in the proximity of the lower limit of the *Posidonia oceanica* bed.

This reef, with a length of 14 meters, a width of 10 meters and a height of 3 meters, was immediately colonized by many species of fish: wrasse (*Labrus turdus*), bream (*Oblada melanura* L.), red mullet (*Mullus barbatus* L.), Boops salpa L. and moray eel (*Muraena helena* L.).

Seaweed has started to cover the units but it is still too early to make observations of scientific interest.

Conclusions

If the Monaco Underwater Reserve be considered merely a specific experiment in view of its small area, on the scale of the territory of the Principality, it must above all be admitted that it is a laboratory in which observations and research in a protected medium may be carried out.

The growing interest shown by teams of scientists from the Faculties of Science of Nice, Marseilles and Montpellier and the University of Genoa who regularly come to work here amply demonstrate that the underwater installations and the regulations which protect the site are both useful and efficient.

The increase observed over a period of seven years in the number and diversity of local species, which have in the case of certain adults reached exceptional sizes (Rock mullet, *Mullus surmuletus*, 35 centimeters ; Gilt-head, *sparus auratus* L., 0.85 meters, 10 kilograms ; Morone labrax : 0.8 meters, 8 kilograms) prove that with limited financial resources, a simple technique which is easy to master may make possible the creation and equipment of coastal zones allocated to the redevelopment of stocks of fish and crustaceans.

These zones form natural reproduction areas, fish forming schools outside the protected perimeter. On a larger scale, they can also be used as protected fishing grounds where professional fishermen may carry out their activities provided that these are regulated with regard to the number and size of the fish caught.

Finally, it provides the authorities responsible for sport fishing and tourism with the opportunity of organizing interesting fishing trips for amateurs during which it will be possible to make catches under ideal conditions.