

**Association Monégasque
pour la Protection de la Nature**

**RESERVE SOUS-MARINE DE MONACO
(PARC NATIONAL SOUS-MARIN)**

**DEVELOPPEMENT
DES STRUCTURES ARTIFICIELLES IMMERGEES**

**NOTE DE PRESENTATION
A LA XVIème SESSION DU CONSEIL GENERAL
DES PECHES POUR LA MEDITERRANEE**



Rédaction : (août 1982)

*M. Eugène DEBERNARDI
Chargé de mission au Département de l'Intérieur
Président de l'Association Monégasque pour la Protection de la Nature*

*Secrétariat : 7, rue de la Colle - Monaco (Principauté)
Téléphone : 30-21-07*

A. La Réserve Sous-Marine de Monaco

A.1 - CRÉATION

La Réserve sous marine de Monaco a été créée, à l'initiative de Son Altesse Sérénissime le Prince Rainier III qui en a confié la réalisation en Janvier 1976 à l'Association Monégasque pour la Protection de la Nature, organisme de droit privé constitué spécialement à cet effet, et dont les statuts ont été approuvés par Arrêté du Ministre d'Etat (N° 75-484 du 21 novembre 1975).

A.2 - OBJECTIFS

La Réserve Sous-Marine de Monaco a pour objectifs essentiels :

- la protection de l'unique Herbier de Posidonies (*Posidonia oceanica*) existant sur le littoral de la Principauté.
- la reconstitution du stock des espèces animales dont le nombre et les variétés avaient diminué depuis plusieurs années.

A.3 - CARACTÉRISTIQUES

La Réserve est délimitée en surface par une ligne de bouées cylindriques jaunes (42 unités) portant l'inscription en rouge sur fond blanc « Réserve Sous-Marine de Monaco ». Son périmètre de 2 kms, est constitué d'une ligne brisée ayant à peu près la forme d'un trapèze dont les sommets sont repérés par des bouées coniques rouges surmontées d'un réflecteur radar, destinée à la sécurité de la navigation côtière. Elle a une superficie d'environ 50 hectares. Les courbes bathymétriques s'étalent de - 2 mètres à - 35 mètres à la limite Sud vers le large.

L'Herbier de Posidonies s'étend sur près de 14 hectares, à une profondeur comprise entre 5 et 25 mètres. Il est entouré de zones sableuses puis sablo-vaseuses constituées par les matériaux charriés dans les vallons qui canalisent les eaux de ruissellement du bassin versant du Mont-Agel (1100 mètres d'altitude).

La Réserve est juridiquement protégée par des textes réglementaires qui y interdisent :

- toute action de pêche sous quelque forme que ce soit ;
- toute évolution de bateaux à hélice.

La surveillance en est assurée d'une façon permanente par les Services de Police de la Principauté et par une équipe désignée à cet effet par le Conseil d'Administration de l'A.M.P.N.

A.4 - AMÉNAGEMENTS

Indépendamment du balisage de surface (bouées) divers aménagements intéressant les fonds ont été réalisés :

- cartographie des fonds et balisage des zones présentant un intérêt particulier ;
- délimitation du périmètre de l'Herbier de Posidonies par une série de balises numérotées fixées au sol par des tiges d'acier, en vue de contrôler son évolution dans le temps ;
- immersion de structures artificielles.

La présente Note est spécialement consacrée à la description de ces structures artificielles, à leur colonisation par la faune et la flore et à leur influence sur le milieu marin environnant.

B. Structures Artificielles

Connaissant les expériences tentées dans le monde où de nombreux pays ont cherché à développer la pêche côtière par l'immersion de structures artificielles, nous avons envisagé d'appliquer cette technique pour accroître le nombre d'organismes susceptibles de s'y fixer. Le rôle de ces structures est de protéger certains poissons de leurs prédateurs et de les rassembler, de fixer certains crustacés et mollusques, de favoriser la reproduction et la ponte de certains animaux, de pourvoir à une partie de leur nourriture. Les opérations ont été réalisées ponctuellement et adaptées d'une part aux dimensions restreintes d'une zone expérimentale dont la superficie est limitée à 50 hectares, et d'autre part à nos moyens d'intervention, nous ménageant la possibilité de retirer ces structures le cas échéant.

C'est ainsi que commencèrent dès 1977 les premiers travaux d'immersion des matériaux qui allaient constituer les « Récifs artificiels » de la Réserve Sous-Marine.

B.1. - MATÉRIAUX UTILISÉS

Nous avons fait appel à trois variétés de matériaux en évitant de mettre en œuvre des produits industriels de récupération tels que carcasses de voitures, pneus usagés, structures en matière plastique. Il nous fallait en effet éviter d'introduire dans le milieu marin des éléments qui pouvaient interférer sur ce dernier et dont l'aspect, surtout après quelques années d'immersion, aurait été peu engageant. Notre souci de créer des points d'implantation privilégiés pour la faune locale ne pouvait s'accommoder d'une

atteinte à l'état naturel du site qu'il importait de préserver. C'est dans cet esprit que, en raison des concours qui nous ont été accordés par des entreprises de la Principauté et de l'expérience acquise depuis 1977, notre choix s'est porté sur :



Élément en béton vibré (hourdi alvéolaire)

- des blocs de rocher en provenance d'une carrière voisine,
- des éléments en béton vibré (hourdis alvéolaires) couramment utilisés dans l'industrie du bâtiment pour la construction de planchers auto porteurs,
- des éléments en poteries vernissées utilisées longtemps pour la construction de canalisations enterrées.

A l'aide de ces matériaux, quatre types de récifs ont été réalisés :

TYPE A

Deux récifs d'un poids unitaire de 15 tonnes constitués par des éléments de béton vibré transportés sur le site à l'aide d'embarcations à moteur. Leur immersion s'est faite sur des fonds de 22 mètres, par jet direct à la mer. Leur regroupement en petits tumulus de 1 m de hauteur sans ordre préétabli sur des fonds sablo-vaseux a rendu indispensable l'intervention d'un grand nombre de plongeurs qui ont dû travailler dans des conditions difficiles de fatigue et de visibilité. Chacun de ces récifs s'étale sur une superficie d'environ 50 mètres carrés.

Chaque élément constitutif pèse environ 14 kilos et se présente sous la forme d'un parallépipède dont les dimensions sont :

- longueur : 0,50 mètre
- largeur : 0,20 mètre
- hauteur : 0,16 mètre

La coupe longitudinale de ces éléments fait apparaître trois cavités aux dimensions à peu près égales de :

- longueur : 0,15 mètre
- largeur : 0,20 mètre
- hauteur : 0,13 mètre

TYPE B

Trois récifs en enrochements naturels d'un poids unitaire de 100 tonnes, largués sur le site, préalablement balisé, par un chaland à clapet. Les éléments de rocher avaient un poids compris entre 50 et 300 kilos.

L'opération a été rendue particulièrement difficile en raison de l'imprécision du larguage sur des fonds sablo-vaseux à des profondeurs de 28 à 35 mètres et du matériel lourd (chaland, remorqueur, camions et engins de chargement) mis en œuvre.

Les tumulus réalisés ont les dimensions moyennes suivantes :

- longueur : 10 mètres
- largeur : 3 mètres
- hauteur : 1,50 à 2 mètres.

TYPE C

Un récif en poteries vernissées, d'un poids unitaire de 5 tonnes.

Cette opération non prévue initialement à notre programme a été néanmoins tentée en raison de la nature même du matériau constituant ces poteries. Il s'agit en effet d'une terre cuite au four, recouverte d'un vernis protecteur, et qui présente l'avantage de ne pas absorber d'eau évitant ainsi sa désagrégation dans le temps.

Ce type de matériau moulé en forme de tubes de 1 mètre de longueur et d'un diamètre variant de 10 cm à 20 cm, longtemps utilisé pour la construction des égouts urbains, a été immergé par jet direct à la mer, depuis un bateau à la limite inférieure de l'Herbier, à une profondeur d'environ 20 mètres.

La flore marine n'a pu s'y accrocher comme cela s'est produit pour les éléments en béton vibré. Par contre, les cavités toutes en longueur ont été rapidement occupées par des congrès et des murènes.

TYPE D

Les difficultés rencontrées pour le regroupement des éléments en béton vibré (hourdis alvéolaires), le coût élevé du transport et de l'immersion des enrochements naturels nous ont déterminé à rechercher une formule plus pratique pour la construction de nos récifs.

C'est ainsi que nous avons imaginé de réaliser des structures mettant en œuvre des hourdis alvéolaires cellés les uns aux autres et empilés sur des dalles en béton armé.

Ces récifs sont de trois modèles différents :

Type D1



*Récif alvéolaire
sur dalle béton de 7 tonnes*
Photo : J.P. Giordano

Type D2



Récif alvéolaire octogonal de 10 tonnes

Photo : E. Debernardi

Type D3



Récif alvéolaire de 500 kg.

Photo : C. Giordan

B. 3. - CARACTÉRISTIQUES DES TYPES DE STRUCTURES EN « HOURDIS ALVÉOLAI- RES SUR DALLE BÉTON »

TYPE D1

Dalle : longueur : 3,00 mètres
largeur : 2,50 mètres
épaisseur : 0,15 mètres

Béton prise de mer dosé à 350 kgs de C.P.A.,
ferrailage en acier THOR de 10 m/m.
A chaque angle a été noyée une épingle en acier
de 20 m/m formant anneau d'amarrage.
Poids de la dalle : 3 tonnes.

Agencement des hourdis

Environ 200 hourdis ont été scellés au mortier
de ciment prise de mer, formant une pyramide
de 1,50 mètre de hauteur. Les hourdis ont été
positionnés sans ordre préétabli, leurs cavités
permettant cependant la libre circulation de
l'eau à travers l'ensemble.

600 cavités ont ainsi été offertes à la colonisa-
tion de la faune et de la flore.

L'immersion des deux récifs du type « D1 » a
été faite le 29 juin 1979 respectivement à une
profondeur de :

- 8 mètres sur un fond de sable à l'intérieur de
l'Herbier ;
- 30 mètres sur un fond sablo-saveux.

Un engin spécialisé « Le Chevreuil » de la Marine Nationale Française a assuré la mise en place de chaque récif dont le poids unitaire est de 7 tonnes.

TYPE D2

Conscient d'une part de l'utilité de la diversité des formes dans l'attraction des récifs sur la faune et, d'autre part de la nécessité de faciliter en laboratoire l'examen des structures immergées, trois récifs de forme octogonale ayant les caractéristiques suivantes ont été réalisés :

Dalle : longueur : 3,00 mètres
 largeur : 2,50 mètres
 hauteur : 0,15 mètre

Caractéristiques techniques identiques à la dalle de type « D1 ».

Agencement des hourdis :

- Hauteur sur la dalle : 2 mètres
- Nombre de hourdis : 200 unités

Chaque rangée de hourdis est disposée de telle façon que l'ensemble comporte 8 facettes qui entourent un puits central d'un mètre carré de section accessible à un plongeur.



*Castagnolles (Chromis chromis) dans puits central.
Récif type D2 à — 14 mètres.*

Photo : J.P. Giordano

La dernière rangée de hourdis en hauteur a reçu 4 tiges d'acier THOR de 20 m/m scellées au mortier de ciment. Sur chacune de ces tiges ont été enfilés 6 hourdis non scellés de manière à pouvoir les retirer sans difficulté pour examen en laboratoire.

Chaque récif d'un poids unitaire de 10 tonnes comporte 600 cavités de section carrée (13 × 13 cm).

Il présente en outre l'avantage de créer à l'intérieur du puits, une zone d'ombre susceptible d'une colonisation différente de celle rencontrée sur les facettes extérieures soumises à l'action des courants et recevant une plus grande quantité d'énergie sous forme de lumière.

Afin de permettre l'étude comparative de la colonisation des récifs en fonction de leur profondeur d'immersion, celle-ci s'est faite respectivement à : - 14, - 22 et - 32 mètres suivant une radiale Nord-Est/Sud-Est perpendiculaire à la ligne de pente du plateau continental.

La mise en place de ces trois récifs a été effectuée le 18 mai 1981 et a nécessité l'intervention d'un chaland porteur équipé d'une grue.

TYPE D3

Dalle : longueur : 1,00 mètre
 largeur : 1,00 mètre
 épaisseur : 0,08 mètre

Chaque dalle comporte aux angles un anneau d'amarrage scellé dans le béton.

Agencement des hourdis :

Trente hourdis ont été assemblés au mortier de ciment sur trois niveaux une galerie centrale et deux galeries transversales, assurant une circulation d'eau convenable. 16 récifs ont été ainsi construits dont le poids unitaire est de 500 kilos.

L'immersion s'est effectuée dans une zone sablo-vaseuse d'une superficie de 500 mètres carrés environ.

Une compagnie privée, disposant d'un hélicoptère basé à Monaco et spécialisée dans les transports aériens a accepté de tenter la mise à la mer avec une élingue équipée d'un palonnier.

L'opération s'est parfaitement déroulée en 1 heure et quinze minutes. Les 16 récifs ont été immergés sur le site choisi à quelques mètres de distance les uns des autres, à une profondeur de 25 mètres, le 11 septembre 1980.

Le décrochage de chaque récif a nécessité l'intervention d'un plongeur guidé par radio.

Aucune opération de l'espèce n'a à notre connaissance été tentée à ce jour.

Sa rapidité d'exécution et son coût relativement peu élevé ouvre peut-être la voie à des possibilités nouvelles dans ces opérations d'immersion.



*Chapon (Scorpaena scrofa)
dans un récif alvéolaire*

Photo : J.P. Giordano



Rascasse (Scorpaena porcus)

Photo : J.P. Giordano



Langoustes (Palinurus vulgaris)

Photo : J.P. Giordano

B.4. - COLONISATION

La colonisation des récifs du type D1 - D2 - D3 s'est faite d'une manière différente en fonction notamment de la période d'immersion, de la profondeur et de leur orientation par rapport aux courants côtiers.

Il convient en remarque préliminaire de préciser que les plongées de contrôle ont mis en évidence l'absence d'envasement des récifs par la portance de la dalle qui répartit la charge sur une superficie de 7,5 m² soit dans le cas du type D1 : 1 tonne/m² et dans le cas du type D3 : 1,3 tonne/m².

En outre la hauteur de ces récifs les met à l'abri des dépôts sédimentaires véhiculés par les courants côtiers.

D'une manière générale l'ensemble de ces récifs a été colonisé par de nombreux organismes dont la fixation a été facilitée par la rugosité du matériau employé.

Moins d'une année après son immersion, le récif (type D1) immergé à - 8 mètres était entièrement recouvert par des algues photophiles. Par contre, ce même type, immergé à - 30 mètres est apparu plus dépouillé.

De nombreuses espèces de Porifères, Hydrozoaires, Bryozoaires, Polychètes et Mollusques y ont élu domicile.

Beaucoup de poissons vivent en permanence sur les récifs : rascasses (*Scorpaena porcus*) chapons (*Scorpaena scrofa*) murènes (*Murena helena*) congres (*Conger conger*) et serrans (*Serranus cabrilla*). D'autres évoluant au-dessus de l'Herbier, viennent fréquemment à proximité des récifs : sars (*Diplodus sargus*) castagnolles (*Chromis chromis*) oblades (*Oblada melanura*) et divers labridae tels que les girelles (*Coris julis*) ou les labres verts (*Labrus turdus/Labrus merula*).

De nombreuses langoustes s'accommodent apparemment bien de la proximité de leurs prédateurs habituels : congres, murènes et céphalopodes.

Les photographies qui illustrent la présente note permettent d'apprécier la nature et l'importance des peuplement observés.

B. 5. - SUIVI SCIENTIFIQUE

Les scientifiques qui appartiennent à l'A.M.P.N. participent dans toute la mesure du possible au suivi de l'évolution des peuplements des récifs, en fonction du temps qu'ils peuvent y consacrer (tous sont des bénévoles qui ont des activités professionnelles soumises à des contraintes d'horaires).

Toutefois, une équipe de scientifiques de l'Université de Gênes (Italie) - Institut de Zoologie - sous l'autorité du Professeur Michel SARA, directeur de l'Institut, composée de :

- MM. André Balduzzi
- Ferdinando Boéro
- Riccardo Cottané
- Fabio Cicogna
- Maurizio Pansini
- Roberto Pronzato

participe depuis deux ans à des investigations régulières. Des observations in situ, des relevés photographiques et des prélèvements sont effectués pour examen en laboratoire.

Les résultats de ces travaux doivent faire prochainement l'objet d'une communication scientifique sur laquelle nous ne pouvons pas encore donner d'éléments d'appréciation.

Néanmoins, nous pouvons affirmer que les résultats enregistrés à ce jour sont nettement encourageants. Ils nous incitent à inviter les organismes qui seraient intéressés par l'expérience tentée sur le littoral de la Principauté à venir visiter nos installations, persuadés qu'ils pourront y trouver matière à réflexion.



Photos : Jean-Pierre Giordano
15/25 Août 1982



Etoile de mer (*Echinaster sepositus*)



Ponte de calmar - Récif type D2



Récif type D1 à — 8 m - (oblades, sars, serrans)



Langouste (*Palinurus vulgaris*)
Rascasse (*Scorpaena porcus*) - Récif type D3



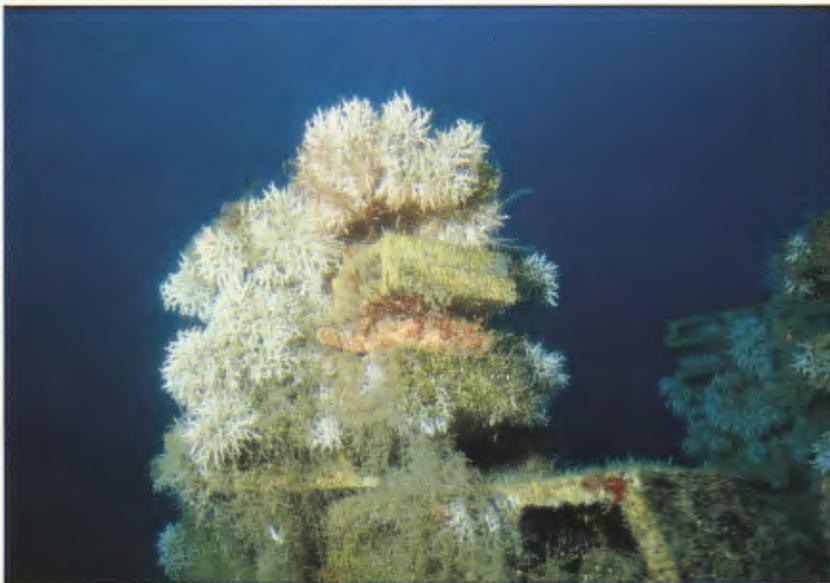
Algues et invertébrés - Récif type D2



Puits central dans récif type D3



Ponte de calmar sur récif type D2



*Rascasse (*Scorpaena scrofa*) et
vers tubicoles (*Salmacina dysteri*)
Récif type D2*

Cette brochure a été tirée à 500 exemplaires
avec le gracieux concours de la Société Nouvelle
de l'Imprimerie Nationale de Monaco
le 15 septembre 1982.