

RAPPORT de SYNTHÈSE
sur le 7e congrès international sur
les RECIFS ARTIFICIELS et les HABITATS MARINS

San Remo, Italie; 7-11/10 1999

Denis Lacroix



Octobre 1999

 **IFREMER**

SOMMAIRE

	Page
Rappel des mandats	4
Déroulement de la mission	4
Introduction	4
Présentations d'ouverture	4
I. ECOLOGIE RECIFALE	7
II CONCEPTION : MATERIAUX, STRUCTURES, DISPOSITION	
II. 1. Une plate-forme pétrolière peut-elle être réformée en récif artificiel?	9
II. 2. Comment les choix des matériaux, structures et conceptions des récifs artificiels influent-ils sur leur efficacité?	12
III. AMENAGEMENT : RELATIONS AVEC LA PECHE, L'AQUACULTURE ET LE TOURISME	
III. 1. Etudes spécifiques	18
III. 2. Programmes régionaux ou nationaux d'aménagement	19
IV. DEBAT FINAL	22
V. POINT avec le réseau EARRN	24
CONCLUSION	25

Annexes :

1. Essai de bilan quantitatif global des récifs dans le monde	27
2. Cartes des principales personnes rencontrées	28
3. Coordonnées des chercheurs présents	30
4. Résultats bruts du questionnaire distribués aux participants	35
5. Programme du congrès	38
6 Exemples de posters et exposants	50

Remerciements :

Ce congrès bien organisé malgré des conditions difficiles, a été considéré comme une réussite par l'ensemble des participants. Aussi je tiens à remercier les professeurs Giulio Relini et Giovanni Bombace pour la qualité de leur accueil et le soin apporté au bon déroulement des travaux tout au long du congrès. Ma reconnaissance et mes éloges vont aussi à François Doumenge, directeur de l'institut océanographique de Monaco, et François Simard, son adjoint, pour la parfaite organisation de la visite de tous les congressistes au musée océanographique de Monaco et leur généreuse et cordiale disponibilité.

Je remercie enfin Didier Sauzade pour l'excellente organisation de la partie finale de ma mission.

Rappel du mandat du groupe de réflexion d'Ifremer sur les récifs artificiels et le repeuplement (mars 1998)

- Etablir un état de l'art et une synthèse de l'utilisation des récifs artificiels (objectifs, résultats et impacts divers) ;
- Apprécier si et où des actions de soutien d'effectifs (repeuplement) devraient être envisagées à court, moyen ou long terme ;
- Identifier des thèmes pour lesquels des approches complémentaires de recherche devraient être développées par RH, RA et le SEM ;
- Proposer éventuellement des actions à mener dans le cadre de sites ateliers, en partenariat avec des groupements professionnels et/ou des régions.

Déroulement de la mission

Mercredi 6 octobre	: Nantes-Nice-San Remo. Inscription au congrès
Jeudi 7 matin	: Présentations d'ouverture
Jeudi 7 après midi	: Première session sur l'écologie récifale
Vendredi 8 matin	: Première session sur les effets récifaux des plates-formes pétrolières
Vendredi 8 ap. midi	: Seconde session sur les effets récifaux des plates-formes pétrolières
Samedi 9 matin	: Seconde session sur l'écologie récifale
Samedi 9 après-midi	: Visite du musée océanographique de Monaco
Dimanche 10 matin	: Première session sur les interactions avec l'aquaculture, la pêche et les DCP
Dimanche 10 ap. midi	: Première session sur la technologie et la conception des récifs
Lundi 11 matin	: Seconde session sur la technologie et la conception des récifs
Lundi 11 après midi	: Synthèses et conclusions. Clôture du congrès
Mardi 12	: San Remo-Toulon: Bilan avec Didier Sauzade (DEL/Toulon) Retour à Nantes via Marseille

Introduction

Cette septième conférence internationale sur les récifs artificiels et les habitats marins a rassemblé 332 participants de 22 pays du mercredi 6 au lundi 11 octobre 1999, à San Remo, ville de la Riviera italienne proche de la frontière française. La décision de tenir ce congrès en Italie a été prise lors du précédent congrès, à Tokyo, en 1996. En effet, les conférences sur ce sujet ont lieu tous les trois ou quatre ans, ce qui explique l'importance des délégations étrangères non européennes. En effet si les participants italiens étaient logiquement les plus nombreux, plusieurs pays d'Amérique et d'Asie ont envoyé des délégations importantes, notamment, par ordre décroissant, les Etats-Unis (plus de 30 personnes), le Japon (une quinzaine), le Brésil (6 personnes), le Canada.

Du côté européen, hors l'Italie, les pays les mieux représentés étaient l'Espagne (10), la Grande Bretagne, la Norvège et le Portugal. La France comptait 3 participants.

Quatre pays totalisent les 2/3 des présentations scientifiques: l'Italie, le Japon, l'Espagne et les Etats-Unis. Mais au total, 19 pays présentent des papiers sur les 22 enregistrés.

En dehors des séances d'ouverture et de clôture, les sessions se déroulaient en parallèle dans deux salles situées dans deux hôtels différents, ce qui ne facilitait pas le suivi des présentations. Aussi mon rapport ne couvre pas la totalité des présentations même si j'ai essayé de rencontrer tous les intervenants qui me paraissaient importants, notamment la majeure partie des membres de la délégation japonaise.

Dans la salle des pauses café étaient exposés les 35 posters avec, fréquemment, une personne pour expliquer l'objet et les conclusions de l'étude exposée.

Très aimablement, le président du comité d'organisation, le professeur Giulio Relini, spécialiste du domaine des récifs à l'université de Gènes, m'avait réservé dans le programme la co-présidence d'une session sur la "Restauration des habitats naturels par les récifs ».

Le programme du congrès était réparti en 6 thèmes:

- Fonction et écologie des récifs
- Conception et planification
- Substrats artificiels
- Des plates-formes pétrolières aux récifs artificiels
- Aquaculture, dispositifs concentrateurs de poissons (DCP) et pêches
- Suivi, restauration de milieux et évaluation

En fait, en dehors de la session sur le recyclage des plates formes pétrolières en récifs artificiels, de nombreuses présentations touchaient à plusieurs thèmes à la fois. Pour en simplifier la synthèse, les thèmes ont été regroupés en trois grands domaines de réflexion et d'étude:

1. Ecologie récifale
2. Conception: matériaux, structures, disposition
3. Aménagement : relations avec la pêche, l'aquaculture et le tourisme

Présentations d'ouverture

Nicolo Alonzo, responsable du Ministère de l'Environnement pour la région ligure:

La Ligurie présente une exceptionnelle biodiversité mais subit une pression considérable de l'industrie, du tourisme, des contraintes du transport maritime et de l'équipement de la côte. D'où la nécessité d'une vision globale de conservation et stimulation de la biodiversité maritime. Les récifs jouent dans ce contexte un rôle bénéfique qui doit être mieux compris pour les étendre dans les zones qui ont le plus besoin d'une protection adaptée.

Antony Jensen (Université de Southampton, GB)

Les récifs sont un objet d'étude depuis longtemps en Méditerranée et depuis une dizaine d'années dans les pays du nord de l'Europe. En Méditerranée, les pays côtiers cherchent d'abord une meilleure productivité halieutique et notamment la protection contre le chalutage illégal. Dans les pays du nord prédominent la stimulation de la production de crustacés et la valorisation des structures au large comme les plates formes pétrolières.

Le réseau EARRN (European Artificial Reefs Research Network) financé depuis 1995 par l'Europe pour 3 ans, compte 51 chercheurs de 31 laboratoires. Il a permis de clarifier nombre de concepts notamment dans quatre domaines d'étude: la gestion des ressources côtières, les aspects légaux et socio-économiques, les protocoles de recherche et enfin les aspects technologiques (matériaux et structures). Cependant, un travail important reste à mener pour standardiser les méthodes d'analyse, harmoniser les cadres réglementaires et les méthodes d'évaluation des impacts économiques et, de manière plus générale, favoriser la recherche multi-latérale.

William Seaman (Université de Floride, EUA)

Depuis 15 ans, les recherches en matière de récifs ont explosé dans toutes les directions en raison du nombre croissant d'objectifs assignés aux récifs: production halieutique, protection des habitats, restauration de biocénoses, conservation de biodiversité, activité de loisir, de tourisme, recherche scientifique, recyclage de matériaux, etc. Il note qu'en 1999, 34 pays déclarent mettre en place des récifs, le Japon restant de très loin, le pays leader.

Les recherches, encore très disparates au plan méthodologique, se regroupent progressivement en trois familles d'approches: la physico-chimie du milieu, la biologie et la socio-économie; Le problème central reste celui de l'évaluation de l'efficacité des récifs. Au fil des années, il note que les priorités de recherche évoluent suivant le schéma suivant: définition des matériaux et des structures, puis suivi de plus en plus fin des écosystèmes, expérimentations ciblées, enfin évaluation des performances et essais de prévision des effets par la modélisation.

Tony Pitcher (Université de British Columbia, Canada)

L'auteur expose un modèle de prédiction de l'évolution des écosystèmes sous-marins appliqué à des récifs dispersés dans 7 secteurs de pêche de la baie de Hong Kong. Il part de 27 fonctions ou "boucles" écosystémiques contrôlées par 3 paramètres principaux, la biomasse, l'effort de pêche, la prédation. Il introduit les paramètres spécifiques de 250 espèces marines et étudie l'évolution des prises avec ou sans récifs suivant 5 scénarios de politique de pêche;

Sans récifs (et sans surprise), la pêche s'effondre; il faut rappeler que chaque mètre carré de la baie est chaluté en moyenne deux fois par jour...

Si l'on introduit des récifs, la modélisation montre que plus ils sont gros, plus les stocks se reconstituent rapidement mais qu'il vaut mieux faire de nombreux petits récifs plutôt qu'un gros. Enfin, il faut conserver une exploitation contrôlée d'au moins un récif pour stimuler le recrutement.

Margaret Miller (National Marine Fisheries Service de Miami, Floride, EUA).

Cette biologiste américaine recommande de commencer par mieux connaître l'écologie des récifs naturels afin de pouvoir comprendre le fonctionnement des récifs artificiels. Cette connaissance permettrait alors de concevoir les récifs artificiels de manière plus rationnelle. Suite à des expérimentations, elle démontre en termes de richesse spécifique et d'abondance, qu'il est plus intéressant de positionner des récifs sur des herbiers existants que sur des fonds sableux pauvres.

I. ECOLOGIE RECIFALE

Jana Cobb (Vantuna research group; Los Angeles, EUA)

Elle s'intéresse aux poissons "cryptiques" (c'est à dire strictement inféodés à une structure d'abri, donc peu visibles et par extension, "cachés" au sens grec du terme "kryptos") des récifs et montre qu'après la phase de colonisation, ces espèces sont assez stables en abondance comme en diversité, ce qui en fait de bons indicateurs de perturbation du milieu naturel: pollution humaine, réchauffement liés aux oscillations de "El Nino", tempêtes sévères, etc.

Miguel Neves Santos (Ipimar, Portugal)

Etudiant l'important récif de Faro, en Algarve, le bras droit du professeur Carlos Costa Monteiro montre que 50% des espèces de poissons observées sont résidentes et qu'elles sont surtout liés au récif pendant la journée, probablement pour l'activité trophique (Le débat a cependant évoqué l'artefact possible de la facilité de comptage quand il fait clair). Des filets disposés en rayon sur 400 m montrent que les récifs semblent avoir un effet principalement dans un cercle de 300 m. Par ailleurs les études semblent montrer que les récifs de protection (anti-chalutage) agrègent plutôt les poissons démersaux tandis que les récifs de production (alvéolés) attirent plus les poissons benthiques.

Marco Relini (Université de Gènes, Italie)

Le fils du professeur Giulio Relini a présenté les résultats d'analyse des contenus stomacaux des 4 espèces dominantes autour de récifs: *Diplodus sp.*, *Serranus sp.*, et deux scorpenidés.

Les régimes alimentaires, principalement à base de crustacés amphipodes et décapodes, confirment l'importance de l'apport trophique direct du récif et de son sédiment proche pour deux espèces, *Diplodus annularis* et *Serranus cabrilla*; Ce phénomène est moins marqué pour les scorpenidae.

James Cowan (Université d'Alabama, EUA)

Il rappelle d'abord que, suite à la régression rapide du stock de *Lutjanus campechanus* (mérrou rouge) dans le golfe du Mexique, le service des pêches de l'Alabama a décidé d'installer des réserves de pêche contrôlée au large de Mobile (20.000 unités de type tétraèdre à trous de 5 tonnes réparties sur une aire totale de 3 100 km²).

Les résultats montrent deux éléments intéressants: d'abord les récifs isolés présentent une plus faible biomasse que les agrégats de récifs à faible distance les uns des autres (confirmation de l'étude en Algarve), ensuite les poissons s'alimentent plus au cours de leurs déplacement d'un récif à l'autre que sur la population inféodée strictement au récif.

Ian Workman (National Marine Fisheries Service; Mississippi. EUA)

L'objectif de l'expérimentation était de mettre au point des récifs favorisant la protection sélective des juvéniles de mérrou rouge *Lutjanus campechanus*. Des sortes de filets de plastique (polyéthylène) posés sur le fond ou près du fond à proximité d'un récif béton classique ont donné de bons résultats en regroupant des juvéniles de l'année alors que les subadultes d'un an colonisaient le récif classique. L'idée de récifs satellites différents de forme et de matériaux pour accueillir des stades plus précoces autour des récifs principaux apparaît bonne.

Miss Yumi. Konai (Univ des pêches de Tokyo, Japon)

Un récif fonctionne beaucoup plus comme un habitat qu'un dispositif concentrateur de poissons. C'est un lien entre la production primaire et la production de poissons. Donc, on peut évaluer son efficacité par deux moyens: par la fonction productive, ensuite par la fonction d'habitat.

Pour tester la première fonction, elle a mis au point un hexagone métallique de 40 m³ et de 4 t. avec des segments garnis de matériau fibreux en polymère, d'aspect "crêpe" sur 20 cm d'épaisseur.

Le test de plusieurs hexagones à proximité de récifs en béton classique a été mené pendant 14 mois. L'analyse est classique: écologie de la surface, pêche, contenus stomacaux.

Les résultats montrent que, par rapport à un module classique en béton, la colonisation de la surface est meilleure en quantité mais pas en diversité biologique. A poids de module égal, l'hexagone développe 10 fois plus de surface et 9 fois plus de biomasse exploitable par les poissons soit environ 69 kg de poids frais par unité et par an.

D'où l'importance cruciale des micro-espaces, premier chaînon de la productivité trophique. L'agencement des structures pour optimiser la productivité est un autre domaine de complexité; L'extrapolation au chaînon suivante du système trophique donne pour chaque module métallique une productivité de 400 à 600 poissons de roche pêchables par an de type *Sebastes inermis*

La corrosion est contrôlée et dans les normes admissibles. L'étude économique sera menée dans un travail ultérieur.

II. CONCEPTION : MATERIAUX, STRUCTURES, DISPOSITION

II. 1. Une plate-forme pétrolière peut-elle être réformée en récif artificiel?

Deux sessions entières étaient centrées sur la question-clef suivante: **peut on recycler les plates-formes pétrolières en récifs artificiels?** Cette question intéresse bien sûr en premier chef les Américains, les Mexicains, les Norvégiens et les Britanniques, très présents dans ces sessions. Les enjeux financiers énormes expliquent cet intérêt.

Milton Love (Université de California UCLA, EUA)

Ce biologiste a effectué une étude de 4 ans sur les 19 plates-formes pétrolières disséminées au nord-ouest de Los Angeles dans le golfe de Santa Barbara. Il en tire les principaux enseignements suivants: dominance des poissons de roche, principalement le genre *Sebastes*, qui représentent 30 espèces soit 80 à 90% des peuplements et des bancs allant jusqu'à 25.000 juvéniles. Il observe fréquemment les juvéniles à mi-hauteur de la structure porteuse et les adultes à proximité du fond. Bien qu'il observe de fortes variations selon les sites, il est fréquent que la densité de juvéniles soit plus forte que sur des récifs naturels à proximité.

Jane Caselle (même équipe: Université de California UCLA, EUA)

Elle étudie les champs de débris pétroliers dans la zone du canal de Santa Barbara. Sans surprise, elle note une forte corrélation entre l'abondance et la richesse des espèces de poissons (9 familles, 33 espèces) avec la complexité des débris, mesurée notamment par les trous dans les fûts et l'importance des enchevêtrements de câbles et tuyaux. Elle note également un autre élément-clef: plus un débris s'élève dans la colonne d'eau (2 m et plus), plus la diversité des espèces augmente.

Donna Schroeder (même équipe: Université de California UCLA, EUA)

Elle compare sur une étude de 4 ans, les peuplements de 9 plates-formes pétrolières du golfe de Santa Barbara et 10 sites de récifs naturels riches en kelp *Macrocystis pyrifera*.

Elle conclut que les deux types de structures présentent les mêmes caractéristiques en matière de richesse et d'abondance d'espèces de poissons avec cependant une plus grande variabilité sous les plates-formes. Les principales sources de variations dans le recrutement semblent la température et les oscillations d'El Nino.

Marc Helvey (National Marine Fisheries service, California, EUA).

Question centrale pour le service californien de la conservation des habitats: les plate formes jouent-elles un rôle "essentiel", c'est-à-dire, indispensable au maintien ou au développement de l'écosystème marin. En d'autres termes, si les récifs naturels jouent ce rôle, les plates-formes peuvent elles être considérées biologiquement comme des récifs utiles à l'écosystème?

Son étude porte sur 82 plates-formes de la côte sud de Californie et comprend une bibliographie exhaustive de 39 espèces de poissons dont 32 "Rockfishes". Il limite volontairement son choix de critères de comparaison à 4 critères: richesse spécifique (valeur absolue), biomasse, densité et CPUE. Il identifie trois fonctions écologiques principales pour les plates-formes: une éthologie spécifique, la fonction trophique et la reproduction.

En fait, il ne peut conclure par manque de données et par excès de complexité du problème posé. Mais les enjeux écologiques et économiques sont tels qu'il est indispensable de poursuivre les recherches car il y a de fortes présomptions que ces structures jouent un rôle de frein dans la tendance lourde de diminution de populations de poissons en Californie

Daniel Frumkes (American Sportfishing Association, EUA)

Il existe 27 plates-formes pétrolières en Californie, posées sur des fonds de 55 à 364 m de profondeur, plus une douzaine de récifs d'état. Le plus gros récif totalise 30 000 m³ de blocs rocheux.

Le démantèlement de certaines plate formes commence à être à l'ordre du jour avec de nombreuses variantes depuis le renversement complet de la plate forme, jusqu'au remorquage de toute la structure à terre.

La pêche commerciale en Californie pèse 0,7 milliard de dollars et représente 20 000 emplois. La pêche récréative génère un chiffre d'affaires de 5 milliards de dollars et représente 154 000 emplois. Le rapport des poids économiques entre les deux activités est de 7, en termes d'emplois comme en termes de chiffre d'affaires....

Les études scientifiques menées depuis une dizaine d'années donnent de nombreux arguments en faveur du maintien des plates-formes en raison de leur intérêt biologique: meilleure survie des juvéniles notamment pour les espèces surpêchées (Bocaccio, lingue), protection contre le chalutage, augmentation systématique de la richesse et de la biomasse. Il note également des arguments contre: écosystèmes peu intéressants pour les poissons subadultes et adultes concentration, donc vulnérabilité accrue des poissons, déplacement de certaines espèces utilisant les substrats initiaux (poissons plats sur fonds sableux)

La proposition de recyclage des plates-formes à des fins de pêche ou de protection est gênée par le manque de réponses claires à des questions simples sur les mécanismes biologiques mis en jeu; aussi, un gros effort scientifique est nécessaire. Si l'opinion publique californienne est globalement favorable au recyclage des plates-formes en récifs de protection/production il faudra indemniser probablement les entreprises pétrolières, renforcer les effets productifs par des récifs adaptés aux espèces et enfin mettre en oeuvre un lobbying actif auprès des décideurs.

Ramon Mendez (Institut national de la pêche, Campêche, Mexico)

70 % de l'extraction pétrolière marine du Mexique vient du golfe de Campêche, ce qui a entraîné une chute des pêches des crevettes.

Aussi, l'état décide en 1996 l'installation de récifs: 25 épaves de bateaux, qui entraîne rapidement la multiplication des résultats de la pêche côtière par 10. Ce succès conduit les autorités à lancer un programme spécifique à des fins de pêche et de loisir.

Cinq plates-formes de la Pemex vont être démantelées et recyclées en récifs. Par ailleurs, une grosse barge a été immergée et est devenue un important site de pêche professionnelle. Sur ce site, 23 espèces de poissons ont été identifiées dont 3 transitoires. La colonisation benthique représente 21 espèces principales.

L'impact sur les pêches de la région de Champoton est considéré comme suffisamment important pour qu'un programme plus ambitieux soit envisagé avec 5 nouveaux récifs. A terme, il est envisagé de recycler en récifs une partie des 200 plates-formes actuellement en activité dans la baie.

Mark Baine (Université des îles Orkney, Grande Bretagne)

Le démantèlement des plates-formes de mer du Nord est un énorme problème à venir. La politique générale est de retirer complètement ces structures sauf si un usage alternatif intéressant et utile peut être démontré.

Le problème central est que les études scientifiques ne permettent pas de prouver intérêt d'un recyclage des structures pétrolières en récifs et la grande majorité des pêcheurs et des organisations écologistes comme Greenpeace sont fondamentalement opposées à ce recyclage.

Au delà du classement des plates-formes en BPEO (Best Practicable Environment Option) option viable légalement, il reste le problème de la résolution des conflits entre tous les acteurs, notamment les pêcheurs.

Aud Soldal (Institute of marine research of Bergen, Norvège)

Etude très méthodique des concentrations de poissons autour d'une plate forme abandonnée depuis 1990 (Albuskjell dans le champ d'Ekofisk)

Les conclusions sont assez décevantes. La structure concentre surtout de la morue et du lieu (*Pollachus*), principalement des grandes tailles, dont la croissance et le régime alimentaire sont similaires à ceux du milieu naturel. Les biomasses varient d'une dizaine à une centaine de tonnes dans des rayons de 50 à 300 m.

Jens Peter Aabel (Bureau d'études Dames & Moore, Stavanger, Norvège)

L'objectif de cette grosse étude privée est d'évaluer le recyclage des plate formes d'Ekofisk (25 structures totalisant 2,3 millions de m³ réparties autour d'un réservoir central de 200.000 m³).

L'étude conclue à l'intérêt du recyclage en récifs mais sans analyse économique ni estimation du rendement biologique. Deux solutions principales sont envisagées: Les plates-formes seraient couchées (les structures porteuses seulement) puis regroupées en une ligne perpendiculaire au courant dominant de NW ou réparties en deux cercles proches du réservoir central qui ne bougerait pas.

Simon Cripps (Bureau d'étude Rogaland Research, Stavanger, Norvège)

Ce projet "Ekoreef" d'aménagement des plates-formes du gisement d'Ekofisk est étudié sous l'angle des impacts potentiels sur l'environnement en partant de 11 projets différents. En matière d'impacts, 39 critères ont été retenus et regroupés en plusieurs thèmes: écosystème, qualité d'eau, intérêt des pêcheurs, stabilité des structures, économies de transport, etc.

L'analyse prévoit deux échelles d'effets, l'une négative (de 0 à -3) et l'autre positive (de 0 à +3). Puis, pour chaque projet, chaque critère est noté, ce qui donne un total par projet pouvant aller de -3 à +3. Plus le total est proche de 3, plus il est considéré comme intéressant. Les grilles de notation et de résultats sont ensuite soumises à discussion avec les différents acteurs, notamment les compagnies pétrolières, les biologistes, les économistes, les pêcheurs, etc.

Le meilleur projet est celui d'une disposition en deux cercles proches, dans une zone en dehors des zones d'exploitation, car le fond de celles-ci a été pollué durablement par des fuites d'hydrocarbures.

La méthode, très critiquée dans l'assistance lors de la période des questions libres, présente le défaut majeur de ne pas utiliser de pondération pour les 39 critères alors qu'à l'évidence, ils ne sont pas de la même importance. De plus, les notations associées aux résultats sont soumises à discussion auprès des différents groupes d'acteurs après le classement des projets, alors qu'il aurait été plus utile, et surtout plus pédagogique, d'élaborer les critères avec les acteurs avant de passer à la notation. Enfin, ce type de fonction paramétrique donne une fausse impression de précision discriminante; or, les projets sont si complexes à évaluer que des méthodes plus globales et plus tolérantes seraient mieux adaptées (analyse multi-critère type "Electre" par exemple).

Gianna Fabi (Institut de recherche sur la pêche maritime, CNR, Ancona, Italie)

Proche collaboratrice du professeur Gianni Bombace, elle a suivi pendant deux ans les populations de poissons sur une plate-forme pétrolière et sur trois sites de contrôle au large de Ravenne. Elle observe que la structure sous-marine de la plate-forme favorise l'abondance et la diversité des espèces benthiques dans un rapport moyen de 1 à 2 par rapport aux sites de référence.

II. Comment les choix des matériaux, structures et conceptions des récifs artificiels influent-ils sur leur efficacité?

*En dehors de la problématique liée directement aux structures immergées des plates-formes pétrolières, de nombreuses présentations concernaient la conception même des récifs dans tous les aspects: matériaux, formes, structures, disposition sur le fond, choix des sites appropriés. Ce souci, ancien au Japon mais relativement récent en Occident, de **définir les caractéristiques de chaque récif en fonction des objectifs** participe au mouvement général d'utilisation des récifs comme outil d'aménagement favorisant la productivité et la diversité biologiques, en plus du rôle classique de protection des habitats, notamment contre le chalutage illégal.*

Hideto Narumi (Université de Hokkaido Tokai, Japon)

Il établit que la survie des oeufs de seiche in situ dépend principalement de la lumière, qui doit rester faible, et de la présence de courants turbulents qui empêchent la formation de dépôts de particules fines ou d'épibiontes sur la surface des capsules contenant les oeufs. Cette situation est rencontrée notamment sous les jetées de port ou sous les brise-lames où se conjuguent semi-obscurité et forts courants; d'où l'idée de concevoir des récifs spécialement conçus à cet effet et placés dans les zones les plus favorables. Les résultats expérimentaux montrent que la survie en structures de brise-lame varie de 76 à 81% alors qu'elle n'est en moyenne que de 20 % sur les récifs naturels.

Mineo Okamoto (JAMSTEC, Japan Marine Science & Technology Center), Yokosuka, Japon)

L'objet de sa recherche est de concevoir des plates-formes artificielles favorisant la production d'ormeaux en association avec des cages aquacoles classiques. La structure est un cadre d'acier de 400 m² environ construite en 1994.

Sous les cages à poissons classiques de surface est suspendue une autre plate forme pour le grossissement des ormeaux. La structure peut aussit être exclusivement consacrée à l'élevage d'ormeaux; dans ce cas, l'ensemble de la plate-forme est submersible jusqu'à environ -7 m pour la partie haute.

Les résultats de croissance des ormeaux dans cette structure sont les mêmes que dans le kelp, ou en bassins à terre, ou enfin sur les plates-formes suspendues sous les cages (vers -15 m).

Une structure plus grande (800 m²) a déjà été mise à l'eau afin de tester la résistance de ce type de structure aux vagues du large. Les résultats sont très bons: faibles coûts d'utilisation, sécurité du système, meilleure utilisation de la profondeur, possibilité d'élevages mixtes poissons/mollusques filtreurs, possibilité de mouillage au large. Il précise qu'il faut 4 ans pour produire un ormeau; et que chaque plate-forme coûte 1 million de dollars. Mais il est confiant dans l'avenir pour ce type de structure car "la conception et le modes d'utilisation sont suffisamment simples pour en permettre l'exploitation par des femmes".

Taizo Hasuo (National Fisheries Agency. Japon)

Il présente la fameuse tour de 35 m de haut et de 17 m d'embase, qui représente un total de 3947 m³ pour un poids de 92 t. Elle a été posée en mai 1995 dans des fonds de 60 m dans une région de pêche traditionnelle à la palangre.

La structure ressemble à une petite tour Eiffel à trois pointes stabilisée par un lest central profond en béton de 15 t.; Les trois pointes d'une dizaine de mètres de haut chacun sont constituées de disques alvéolés de 3 m de diamètre empilés verticalement avec 1m d'écart entre chaque (2 tours de 7 disques et 1 de 11 disques).

Le présentateur projette ensuite une bande vidéo en anglais de bonne qualité sur la construction, la mise à l'eau et le suivi de cette tour. Après immersion, ce "super récif" (SP 35) a été entouré de nombreux récifs classiques de béton. Dès la première inspection, 5 mois après, de nombreux poissons pélagiques sont observés mais en faible abondance pour chaque espèce.

14 mois plus tard (août 1996), des bancs importants d'espèces de plus en plus variées sont observés, notamment poissons de roche, maquereaux, yellowtail et sérioles. Début de reproduction dans la tour moins de deux ans après la mise à l'eau.

L'objectif initial était la production de sparidés. Bien d'autres espèces sont maintenant exploitées;

Le coût total est estimé à 1,1 millions de dollars (dont 350.000 dollars pour la construction seule et le reste pour la mise en place et le remboursement des intérêts)

L'exploitation halieutique est aujourd'hui stabilisée à environ 50 t. de poissons de roche par an, ce qui conduit à un bénéfice net cumulé de 1,2 millions de dollars sur 30 ans, durée de vie estimée de la tour (*ndlr: ces résultats impliquent une pêche quotidienne d'environ 150 kg de poissons « nobles » par jour autour de la tour et un chiffre d'affaires annuels de l'ordre de 700.000 \$*).

La coopérative des pêcheurs mène des études sur les ADN des différentes populations de poissons exploitées sur la tour afin de préciser les effets spécifiques d'attraction et de production.

Simon Cripps note avec humour la similarité entre les grandes tours métalliques japonaises et les structures porteuses (« jackets ») des plates-formes pétrolières de Mer du Nord...

"OFF RECORD":

Lors de l'entrevue que j'obtiens auprès de la délégation japonaise (avec la chance de disposer d'une interprète franco-japonaise pour limiter les malentendus), j'apprends que 9 autres tours identiques ont été construites sur financement du Ministère des pêches. Elles ont été implantées sur la même zone que la première dans un rectangle de 80 ha soit moins d'un km². De plus, entre les tours ont été disposés des champs de récifs classiques en béton (cubes, pyramides, etc.) totalisant 60 000 m³, ce qui fait un total de **100 000 m³ sur moins d'un km²** si l'on ajoute le volume des 10 tours.

Le suivi des effets biologiques est maintenant pris en charge par le Ministère des pêches en liaison avec la coopérative des pêcheurs. Actuellement, il n'est pas encore possible d'identifier si cet ensemble colossal a eu un effet dominant d'attraction ou de production. Selon les biologistes japonais, à cette taille, il semble que la partie en béton fonctionne plus comme une nurserie et que les tours métalliques jouent un rôle trophique indirect en rassemblant plusieurs maillons de la chaîne alimentaire; ainsi, ils ont pu observer que les sérioles chassent sur les bancs de maquereaux présents en permanence près des tours. Le constructeur a été payé directement par l'état qui a tout pris en charge à partir du moment où la rentabilité de long terme a été calculée.

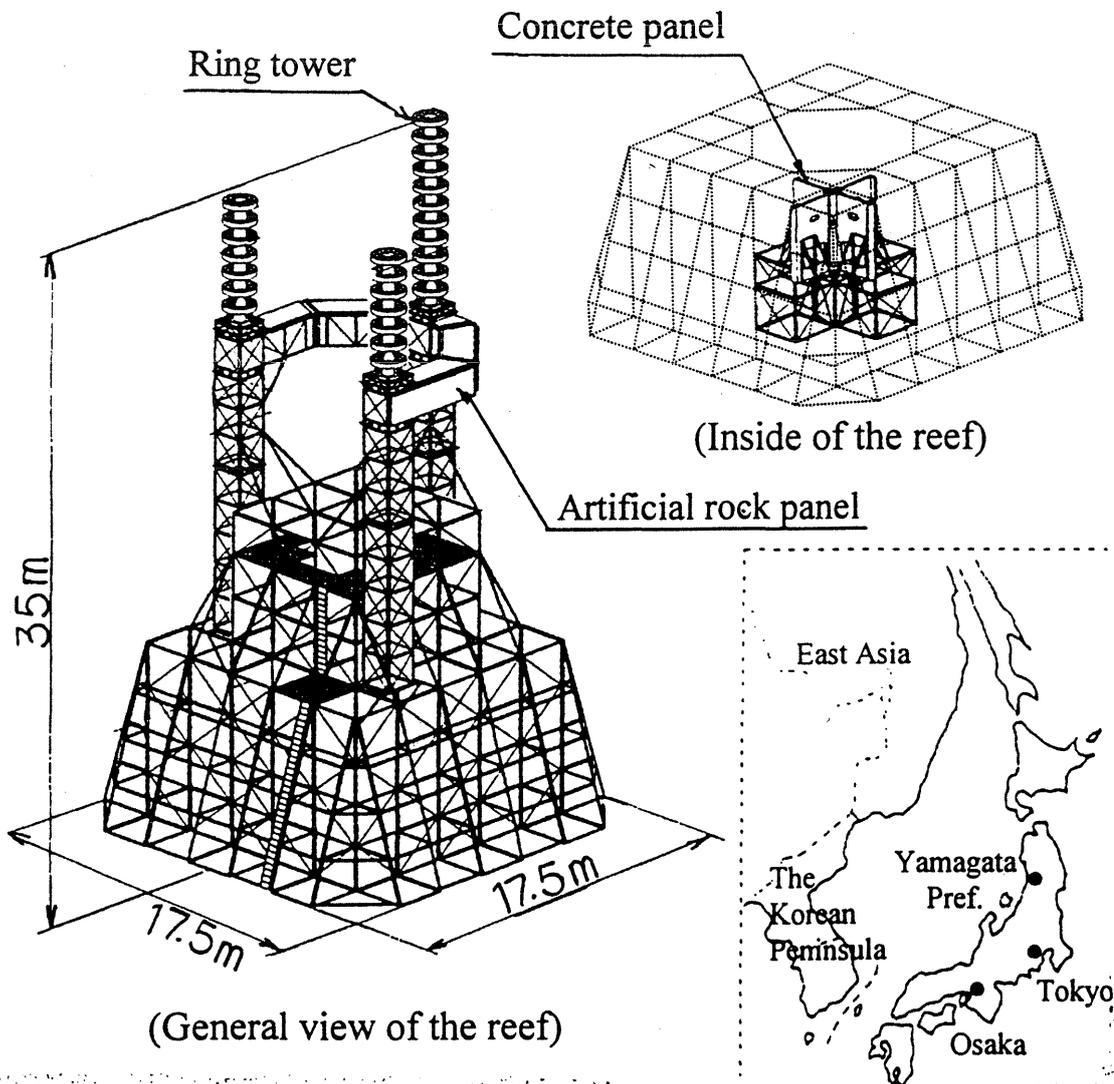
STEEL REEF TYPE SR-35-2

(Design and patent registered).

[SPECIFICATION]

- (1) Outside dimensions : 17.5 m (width) × 17.5 m (length) × 35.0 m (height)
- (2) Volume : 3,947 m³
- (3) Materials : angles, round bars, flat bars, steel plates, steel pipes, steel slabs
- (4) Weight : gross weight 91.67 t
<Breakdown> Steels 67.08 t, Concrete 14.22 t
Artificial rock 2.17 t, Steel slabs 8.20 t
- (5) Service life : 30 years

[CONFIGURATION]



R. Sherman (Université de Nova Southeastern, Floride, EUA)

Elle teste le modèle de récifs "reef balls"(voir modèle en annexe), avec deux types de modifications: récif creux avec un câble de 7 m tendu au-dessus par un flotteur, récif rempli de parpaings sans câble vertical, plus le contrôle (récif creux sans flotteur, ni pargaing). Elle répartit au hasard 10 récifs de chaque type distribués à 35 m les uns des autres.

Les blocs remplis de parpaings se révèlent meilleurs que les deux autres types pour tous les critères de mesure: diversité, abondance, taille moyenne, biomasse. Pourtant la littérature citait l'avantage d'un câble au dessus du récif jouant le rôle d'attractant par rapport à un récif classique.

En revanche, en accord avec la littérature, elle retrouve l'effet positif de la complexité, c'est-à-dire une grande variété d'abris mis à disposition des animaux marins.

En conclusion, elle recommande de combiner l'effet "taille" (comme au Japon) avec l'effet "complexité" de chaque unité (comme en France ou en Italie)

Marion Patton (Rainbow Environment Service, Californie, EUA)

Il étudie les effets de la structure, des matériaux et du positionnement des récifs par rapport à la pente marine sur deux sites le long de la côte californienne au nord de San Diego.

Il démontre que la diversité spécifique en macro-invertébrés est inversement corrélée à l'importance de la sédimentation. En revanche, il n'y a pas d'effet significatif des courants. Si l'on considère les matériaux, le béton se révèle bien adapté. Enfin, le positionnement sur la pente donne 3 fois plus d'espèces que sur le plateau horizontal.

Sa conclusion est claire: pour faciliter la fixation de macro-invertébrés, il faut chercher plus la pente que le courant afin d'éviter la sédimentation, obstacle principal à l'installation de nouvelles espèces sur des substrats de type béton.

Larry Deysher (Coastal Resources Associates. Californie, EUA)

L'objectif est de développer 60 ha de kelp (*Macrocystis pyrifera*) avec 4 plants pour 100 m² et une biomasse de poissons prévues de 28 tonnes. Les matériaux utilisés sont des blocs de carrière et des matériaux artificiels dont le béton grossier, pour lequel l'efficacité de fixation des algues est bien connue. Dans cette optique, il étudie les 22 récifs construits en Californie depuis 1957, dont 6 dans des profondeurs de moins de 17 m.

Curieusement, le kelp colonise tous les récifs puis disparaît après 3 à 5 ans. La raison principale semble d'ordre météorologique (tempêtes liées aux oscillations d'El Nino). En conséquence: il reste peu de gisements permanents de kelp, de faible hauteur, sur des fonds plus souvent rocheux que sableux.

Il a donc sélectionné un site favorable de 400 m de large sur 3 km de long. Deux types de substrats seront étudiés: blocs de carrière et béton rugueux distribués en plusieurs sites définis de manière aléatoire sur l'ensemble de la zone. Il est prévu ensuite de fixer des plants de kelp pour stimuler la colonisation. L'expérience vient juste de commencer.

Ali Ulas (Université Aegean Sea, Izmir, Turquie)

Il présente un projet de récif spécialement conçu pour protéger les poulpes pendant la période de reproduction. En effet, cette espèce est surpêchée dans la baie d'Izmir et sa régression est d'autant plus rapide que les animaux sont pêchés avant d'avoir pu se reproduire au moins une fois.

La première partie de l'étude concerne l'identification in situ des caractéristiques physiques des habitats naturels des poulpes dans la baie. Les résultats recourent les conclusions japonaises sur ce sujet: importance de la qualité d'eau, de l'absence de sédimentation, et semi-obscrité.

La deuxième partie de l'étude a consisté à tester en bassin à terre différents abris: briques, pot de terre cuite, assemblage de tubes en PVC bouché à une extrémité. Les comportements des seiches adultes sont suivis par caméra vidéo.

En se basant sur l'importance des pontes dans les différents habitats artificiels, il en déduit les dimensions optimales que devraient avoir les cavités: entrée de 18 cm de diamètre et profondeur minimale de 30 cm.

En conséquence, des récifs spéciaux ont été construits: des carrés de 140 cm de côté et de 40 cm de haut percés de 16 trous cylindriques standards de 18 (diamètre)×20 cm (profondeur).

30 récifs de ce type ont été construits et installés mais le problème central reste le contrôle de la pêche illégale en scaphandre dans la baie.

Des pontes ont été observées deux semaines après installation mais la survie semblent affectée par la qualité des fonds et notamment la sédimentation excessive qui pollue la surface des capsules et réduit la survie.

Lothar Schillak (Arcon technology, Allemagne)

Ce bureau d'étude allemand a développé ce nouveau concept (breveté) déjà testé en Corse, en Allemagne, au Kenya et en Egypte avec l'appui de l'U.E.

Le principe est le suivant: le récif est considéré comme une cathode et si l'on produit du courant à une anode proche (par l'énergie solaire, éolienne ou la force des vagues), la structure-cathode se couvre rapidement de carbonate de calcium et d'hydroxide de magnésium. Or ces deux composés facilitent considérablement la colonisation par la faune et la flore marine. Cela peut être fait sur des structures légères comme des grillages métalliques qui se couvrent très rapidement d'un "givre" de carbonate et de magnésie. Il en déduit trois avantages: accélérer la colonisation, permettre l'utilisation de substrats très variés enfin faciliter la création de formes nouvelles.

Sous certaines conditions de voltage, c'est surtout du carbonate qui est créé, ce qui permet d'obtenir une résistance de 4000 à 5000 psi (soit 270 à 340 Kg/cm²) ce qui est comparable à la résistance du béton standard.

Entre 7 et 16 espèces benthiques, selon les sites, ont été observées en moins d'un an sur les récifs traités.

De nombreuses applications sont envisagées: architecture sous marine, restauration de récifs (dans l'Océan indien), substrats pour bouturage d'algues et d'éponges pour des aquariums ou des industries (projet en cours avec une entreprise de pharmacie). Leur expérience est actuellement limitée à 60 m² mais un test à une plus grande échelle est en cours.

Eric Charbonnel & Christophe Serre (GiS Posidonies / Zones marines protégées, France)

42% du volume des 33 000 m³ dispersés en France sont des grands volumes dits « Bonna » d'environ 160 m³, inspirés de la technologie japonaise. Les résultats biologiques étant décevants par rapport aux récifs plus petits et plus complexes, il a été décidé de tester des grands récifs après les avoir remplis d'autres matériaux. L'objectif est de comparer les richesses et les abondances de poissons à proximité de ces structures avec et sans remplissage.

Les deux périodes de suivi vont de 1987 à 1989 puis de 1997 à 1998.

Ce remplissage effectué principalement avec des parpaings apporte plus de 4000 alvéoles et multiplie la surface par un facteur proche de 7 pour chaque grand module.

Résultats: Il observe 42 espèces surtout sparidés et labridés; 90 % sont représentés dans les « Bonna » modifiés, contre seulement 36 à 42 % pour les « Bonna » non modifiés. Si la diversité est ainsi multipliée par 2, la densité l'est par 10 (par 20 sans les planctophages), et la biomasse par 20 (50 sans les planctophages)

En conclusion, il est donc facile d'améliorer l'efficacité d'un grand nombre des récifs disposés en France, simplement en accroissant la complexité *in situ*.

Hiroshi Kakimoto (Coastal Fisheries Development Association, Shimonoseki, Japon)

Il part d'un constat simple: les récifs artificiels négligent trop souvent les premiers maillons trophiques, pourtant essentiels pour la production d'espèces d'intérêt commercial. Aussi ont été mis au point des modules de coquilles de mollusques rassemblées en cylindres grillagés et disposés dans

des cubes de béton d'un m³ environ. Ces "nurseries" favorisent le développement des populations d'algues, de polychètes, d'amphipodes et de décapodes, entraînant une augmentation significative de la biomasse des poissons exploitables.

Les études montrent que ces structures fonctionnent comme des abris favorisant la reproduction, l'alimentation et la survie d'un grand nombre d'espèces exploitées à taille adulte par le maillon trophique supérieure exploité par l'homme.

Ken Collins (School of Ocean & Earth Science, Université de Southampton, GB)

Il est tentant d'utiliser des pneus comme récifs. Rien qu'en Grande Bretagne, les pneus usagés représentent 200 millions d'unités par an, dont 28% ne sont pas recyclés. Aussi, il n'est pas surprenant que ce matériau ait été utilisé pour de nombreux récifs, notamment en Australie, en Malaisie et aux Etats-Unis. A titre expérimental, 500 pneus de camions ont été immergés près de Poole bay en 8 modules à proximité de répliques en béton (juillet 1998). Le suivi de l'évolution des surfaces par échantillonnages tous les deux mois donne les résultats suivants:

- Pas de différence significative dans la colonisation des deux substrats par les épibiontes (hydriaires, bryozoaires et ascidies principalement)
- Concentration plus forte en Zinc et en Cadmium dans les épibiontes sur pneus
- Présence de Benzothiazole dans l'eau interstitielle des amas de pneus.

L'expérience est encore trop courte pour conclure mais il note que les seuls cas de toxicité de pneus sur des poissons ont été observés en eau douce. Celle-ci diminuerait avec la salinité, ce qui expliquerait pourquoi aucun cas de toxicité de pneus dans l'environnement marin n'ait encore été signalé.

III. RELATIONS AVEC LA PECHE, L'AQUACULTURE ET LE TOURISME

III.1. Etudes spécifiques

Myatt DeWitt (Western Maryland College, EUA)

Il présente un programme de restauration des habitats favorables aux huîtres dans la baie de la Chesapeake (début du programme en 1985. La production huîtres *Crassostrea virginica* s'est écroulée un siècle: 16 000 t. en 1900; 1 000 t. aujourd'hui. Les causes sont classiques: pollution, envasement, surpêche (14 millions d'habitants sur le bassin versant).

L'idée: mettre en place des cubes creux en béton de 60 cm d'arête pour favoriser la fixation des huîtres au dessus du fond, zone vaseuse, hypoxique donc peu favorable à la croissance des huîtres.

Il observe de bons résultats en termes de fixation, survie et croissance des huîtres sur les cubes, bien meilleurs que sur les blocs calcaires de même taille, posés en référence sur le fond.

En 1995, 2.500 ha avaient été restaurés. Simultanément a été observée la réapparition de poissons comme le bar rayé, cible privilégiée de la pêche récréative.

David Whitmarsh (Cemare, Université de Portsmouth, GB))

Cet économiste britannique présente les résultats économiques de l'arrêt du chalutage dans la baie de Castellamare, sur la côte nord de la Sicile, siège d'une importante pêche artisanale et récréative. Cette interdiction de chalutage n'a pas entraîné une plus forte activité de la pêche côtière considérée comme une activité peu rentable. En revanche la pêche récréative s'est fortement développée.

Le graphe construit pour estimer le point d'équilibre de la pêche artisanale montre que vers 13 kg par jour, cette pêche serait rentable. Mais ce niveau de production n'implique pas de réinvestissement donc pas de durabilité. Pour obtenir cet effet, il faudrait subventionner l'investissement.

Dror Angel (National center for Mariculture; Eilat, Israël)

Il étudie comment atténuer les impacts d'une grande ferme de daurade dans le golfe d'Aquaba en Mer Rouge. La densité est classique: 25 kg par m³. Le fond est anoxique sous les cages avec une forte chute de la diversité spécifique hormis quelques bancs de siganidés et quelques poissons de coraux. En revanche, sous les plates-formes flottantes qui encadrent les cages d'élevage, et autour des ancrages, il observe une grande richesse spécifique.

D'où la question centrale: comment réduire les effets négatifs des cages? Les moyens habituels ont déjà été mis en oeuvre: utilisation d'aliments de haute valeur (entraînant une réduction de 30 % des rejets), contrôle des excès de nourriture, siphonnage des restes et des poissons morts.

Il décide de tester des récifs posés sous les cages afin de leur faire jouer le rôle d'épurateur biologique « naturel ». A cette fin, il immerge des pyramides de cylindres en PVC ajourés. L'objectif est de fixer la biomasse détritivore dans un premier temps et restaurer la biodiversité ensuite.

Moins de 7 mois après le début de l'expérience, les objectifs sont en bonne voie d'acquisition. Il explique ce succès par la rapidité de développement d'un film biologique sur les cylindres et très bonne circulation de l'eau dans l'ensemble du récif

Sadamitsu Akeda (National Research Institute for Fisheries Engineering, Japon)

L'objectif principal de son institut est la conservation des fonds côtiers pour leur valorisation par les récifs artificiels, d'où la nécessité d'établir des systèmes réguliers d'évaluation de l'efficacité des différents types de récifs notamment par l'analyse classique en coûts/bénéfices.

Il a développé les techniques de conditionnement acoustique sur une vingtaine de sites avec un programme de recherche pour établir les modalités optimales de conditionnement selon les espèces visées.

Les taux de recapture pour la daurade japonaise varient de 5 à 40 % selon les sites et les saisons. Une forte augmentation a été enregistrée sur les dix dernières années. Les supports des systèmes acoustiques sont variés (bouées, radeaux, pieux) mais les résultats sont suffisamment intéressants pour que la technologie du conditionnement acoustique continue à être développée.

Helen Pickering (Cemare: Université de Portsmouth, GB)

Les aspects légaux sont largement sous-estimés alors qu'ils jouent un rôle central dans le développement.

La clef de la législation dans chaque pays est l'identification du bénéficiaire principal: les coopératives au Japon, des entreprises privées au Chili, en Islande ou en Nouvelle Zélande, l'état au Canada et certains états des EUA.

Cependant, même dans les états où la législation est assez claire, il persiste des conflits récurrents avec les utilisateurs traditionnels du milieu marin, comme les pêcheurs.

En Europe, la règle reste l'accès libre avec des aménagements spécifiques qui restent peu nombreux. Ces restrictions portent sur certaines zones, espèces ou méthodes de pêche, en liaison généralement avec l'aquaculture ou sur la base d'arguments de santé publique ou de sécurité alimentaire.

Pourtant, une législation précise aurait des effets positifs sur le développement des récifs comme des DCP tout autant que les aspects d'aquaculture, de conservation du littoral, de valorisation touristique, **Incontestablement, l'accès libre est une contrainte majeure à tout aménagement de long terme** surtout depuis l'émergence de nombreux groupes d'acteurs ayant des objectifs très différents. Cette évolution nécessite un changement important d'attitude des pêcheurs comme des responsables politiques et du législateur en général.

Hubert Ceccaldi (EPHE Paris)

Il commence par souligner que la problématique des récifs cherche rarement à établir une comparaison claire entre les écosystèmes des récifs naturels et ceux créés par les récifs artificiels. Par ailleurs, peu d'efforts ont été portés sur le rendement biologique des récifs à une échelle spatiale suffisante pour répondre à l'objection de l'attraction.

L'aquaculture a introduit déjà beaucoup de structures sous-marines favorisant la protection et la croissance comme les filières conchylicoles, les tuiles pour ormeaux ou oursins. Il faut aller plus loin avec des structures facilitant la reproduction à grande échelle de certaines espèces notamment les poissons en développant la protection des espèces dans les phases de plus grande vulnérabilité.

Si l'on étudie une tour immergée avec des déflecteurs de courants, elle fonctionne comme une structure dynamique recyclant des particules du fond dans toute la colonne, en les intégrant dans une boucle de transformation organique de niveau supérieur. Celle-ci peut être utilisée directement par l'homme (pêche) ou l'ensemble du récif peut servir de biofiltre du milieu, notamment dans les zones eutrophisées.

Il rappelle que beaucoup d'aspects restent à explorer notamment en matière de matériaux. Il conclut en citant l'ancienne commissaire européenne à la pêche, Emma Bonino, qui déclarait que s'il fallait choisir entre les pêcheurs et les poissons, elle choisirait les poissons.

III. 2. Programmes régionaux ou nationaux d'aménagement

Martin Sayer (Centre for coastal and marine sciences, Oban, Ecosse, GB)

Une des plus grandes entreprises européennes de matériaux de carrière (Yeoman Morvern) prévoit d'aménager en l'an 2000 un site de récifs artificiels de 24 amas chaotiques totalisant 50 000 t. sur 146 Ha. Les blocs sont des sortes de gros parpaings réalisés en sous-produits granitiques de carrière agglomérés avec du ciment et du mâchefer. Un grand soin devrait être apporté au suivi de l'évolution de ce nouvel écosystème.

C. Papaconstantinou (National centre for marine research, Hellenikon, Grèce)

En Thrace, est envisagé un projet de récifs avec comme principaux objectifs la stimulation de la pêche côtière et une meilleure connaissance des écosystèmes marins. L'appui scientifique et technique sera assuré par l'équipe de G. Bombace. Il est prévu d'immerger 20 000 m³ sur 150 Ha. Des blocs de cinq cubes montés en pyramide sur le modèle italien seront associés à des structures de grandes tailles type "Bonna" utilisées comme support pour des cordes à coquillages. Disposition en damiers réguliers sur le modèle espagnol avec quelques Bonna au centre et une majorité de pyramides autour. Cette disposition a été choisie en raison de la pression du ministère des pêches qui souhaite protéger la côte du chalutage illégal mais sans faire apparaître explicitement cet objectif.

T. Maher (Department of Environmental protection, Floride, EUA)

La Floride présente 1300 km de côtes réparties en 6 régions assez différentes si l'on combine les caractéristiques géomorphologiques, océanographiques et socio-économiques (tourisme). d'où l'importance d'identifier les objectifs spécifiques pour chaque région.

Cet état est la première région mondiale pour le nombre de récifs: 20 sites en 1970, 300 sites actuellement. L'explication tient en trois points:

1. la demande dans le domaine "récréatif", en matière de plongée comme de pêche
2. la volonté politique d'un programme diversifié évitant tout «saupoudrage de petits projets
3. le souci d'innovation dans ce domaine afin de rester attractif pour la demande du tourisme

Chaque année environ 40 projets sont proposés par des privés et la moitié sont subventionnés par l'état de Floride grâce à des taxes sur les loisirs en mer (212 millions de dollars collectés en 1998 sur les équipements et les activités en mer qui « perturbent » le milieu naturel. Ce budget est affecté à la restauration des fonds sous-marins, dont les récifs); Les subventions sont complétées pour moitié par la vente des licences de pêche sur les récifs. Les 3/4 des recettes vont à la construction et un quart à la recherche. La tendance récente est de développer le suivi scientifique des récifs.

A titre indicatif, une visite d'une journée sur un récif avec plongée et pêche coûte 100\$. Il cite l'exemple d'un nouveau site de plongée créé autour de quelques bateaux récemment immergés; un an après, 400.000 personnes avaient déjà plongé sur ce nouveau site ce qui donne un taux de retour sur investissement exceptionnel. Ainsi, il est prévu de couler 5 navires de guerre dans les Keys pour alléger la pression de plongée sur les sites proches de Miami.

La Floride dispose d'une riche expérience en raison de l'extrême variété des matériaux et engins immergés depuis 30 ans. Les pneus constituent de médiocres récifs car ils sont dispersés par les courants. Les pylônes radio sont peu attrayants, les avions sont trop lisses, les bateaux militaires ou civils fonctionnent bien et sont bon marché surtout quand il faut en couler pour des besoin de films, les chars (40 Tonnes) attirent les plongeurs, mais pas les poissons, les blocs béton creux classiques restent les meilleurs abris pour les poissons de roche et les

Jon Dodrill (Department of Environmental protection, Floride, EUA)

Il commence par rappeler que le « National Fishing Enhancement Act » de 1984 prévoit la gestion des pêches en minimisant les conflits avec les utilisateurs; d'où la création d'un « national artificial reef plan » en 1985 intégrant tous les aspects de l'aménagement côtier sous-marin.

Le principal interlocuteur pour l'élaboration de ce plan a été les corps des ingénieurs de l'armée américaine afin de prendre en compte de nombreuses contraintes issues de la marine, la NASA, le département du commerce, la NOAA, les Coast Guards, l'administration maritime, les services des « Fisheries & wildlife resources », le service de gestion des minéraux, l'agence de protection de l'environnement. Tous ces services se rencontrent dans une commission inter-états qui a défini 4 catégories selon l'opérateur (l'état, un privé, une collectivité locale ou une structure mixte).

La partie américaine du golfe du Mexique compte environ 3 900 plates-formes d'usage divers.

Les études montrent une concentration importante de poissons à proximité (entre 0,1 et 0,35 poisson par m³ dans un rayon de 100 m). La commission de déclassement propose de couler sur place certaines plates-formes plutôt que de les remorquer à terre. Ainsi, 80 d'entre elles ont été coulées, couchées ou partiellement démontées sur place. Il dresse un inventaire sommaire par état:

- En Louisiane, 9 zones de 20 à 40 km² ont été spécialement aménagées, soit un total de 300 km²

- Au Texas: environ 1 600 km²

- Au Mississippi: partenariat avec des club de pêche à but non lucratif pour recycler les plates-formes, soit un total d'environ 2 000 km²

- En Alabama; partenariat avec des entreprises privées; association des plates-formes avec des récifs creux en béton sur 3 300 km²

- En Floride: 1 500 km² aménagés sur la côte ouest

Ainsi, **la partie américaine du golfe du Mexique totalise environ 8 700 km² aménagés** pour une exploitation spécifique de récifs artificiels, souvent autour de structures pétrolières désaffectées.

Robert Ditton (Texas A&M Univ; EUA)

Il présente les caractéristiques de l'utilisation récréative des récifs au large du Texas. Il part du constat que la biomasse augmente systématiquement près des récifs; en conséquence, "if we build it, they will come, fish first, people after". L'objectif de long terme est clair: un aménagement de long terme rentable pour toutes les parties, les pêcheurs comme les touristes. Donc, c'est là qu'il faut faire porter l'effort de dialogue et de valorisation des résultats.

Il relate les étapes d'un projet de création de pêcheries nouvelles autour de récifs artificiels. La première phase est l'analyse des attentes des plongeurs en partant des listes de plongeurs disponibles auprès des organisateurs de sorties en mer (1059 questionnaires de 11 pages. Taux de réponse: 56%) 75 % d'hommes, de 39 ans en moyenne., urbains (70%), gagnant environ 65.000\$, n'appartenant généralement pas à un club de plongée, bien éduqués, plongeant depuis 8 ans en moyenne avec surtout des amis (4 sorties par an); Préférences; plongées de nuit, photo, épaves sur des fonds de 20 à 30 m.. Moins de la moitié viennent du Texas.

Il préfèrent plonger sur des épaves de grands bateaux (89%) voire des grosses structures pétrolières (67%), beaucoup moins par des petites structures (chars, petits bateaux: 54%)

Sa conclusion: le Texas n'a pas de spécificité pour attirer les plongeurs. Ils passent mais préfèrent aller ensuite dans la Caraïbe. Si l'on veut fidéliser et attirer des plongeurs, il faut proposer quelque chose d'original sur les récifs.

Roger Pugliese (South atlantic fishery management council. EUA)

L'objectif est d'examiner comment les récifs peuvent être un outil d'aménagement côtier.

Le socle est le « Magnuson-Stevens act » qui régit l'aménagement marin. L'idée est de proposer des "Special Management Zones" affectées à l'exploitation des récifs notamment pour les lutjanidae et mérour; l'objectif est de réduire les conflits et d'établir une ressource nouvelle de long terme.

Il est essentiel de dire à tous les acteurs ce que l'on veut faire et les effets attendus des différentes initiatives et de les associer à la mise en oeuvre et au suivi. (*ndlr: il faut souligner le remarquable encadrement juridique et réglementaire des programmes de récifs nord américains, notamment dans tous le sud-est des Etats Unis.*

Altan Lok (Université égéenne d'Izmir, Turquie)

La première raison de l'installation des récifs en Turquie est la lutte contre le chalutage illégal.

Premier projet en 1989 avec quelques vieux bus. Depuis, 6 projets ont été mis en place à des fins variées pour un volume total d'environ 1 500 m³. Les modules sont généralement petits, en forme de cube ou pyramide en béton de 2 à 4 m³.

Au plan légal, le Ministère de l'Agriculture prépare un guide pour la conception et l'installation des récifs en Turquie (3 pages) qui vaut déjà force de loi pour les nouveaux projets.

Ken Tsumura (Université. de Hokkaido Tokai, Japon)

Depuis très longtemps, les Japonais ont posé des engins sous l'eau pour stimuler la production marine: mur de pierre (1655), pot à pieuvre, faisceaux de bambous pour anguilles, branchages lestés pour pêcher les maquereaux à la main (!) bois flottant fixé sur un mouillage.

En 1804, on procède à l'immersion délibérée des premiers bateaux.

En 1918, réduction de la flotte impériale par des immersion de navire de guerre

Après la seconde guerre mondiale commence un énorme effort de construction de récifs en béton. Dans les années 70, apparaissent des matériaux métalliques.

En matière d'écloserie nurserie, la première ferme s'intéresse aux huîtres perlière dès 1781. En 1913, est construite la première écloserie de poissons marins. Les grands développements interviendront après la guerre. Rapidement, les Japonais inventent des structures spécialement adaptées à des espèces particulières ce qui conduit à une extrême variété de formes et de matériaux combinés en ensembles visant une valorisation intégrale de l'espace sous-marin avec une extension progressive vers le large.

IV. DEBAT FINAL

En ouverture du débat final, Tony Pitcher fait une synthèse brève et percutante de la situation de la réflexion sur les récifs.

Il rappelle le **vide juridique** sur ces sujets importants. Il note que **la gestion du littoral est en crise** et que la réflexion est encore très timide alors que les menaces sur la qualité du littoral sont considérables; Un effort important est à mener pour traiter correctement les enjeux.

Il manque un retour analytique sur les résultats des nombreux récifs dispersés dans le monde entier.

Enfin, la recherche reste très en-deçà de ce qu'elle pourrait apporter parce qu'elle dispersée, empirique et très peu standardisée.

Sur l'estrade: MM. Relini, Bombace, Hidoshi, Noburo, Takemoto, Ceccaldi, Wilson (HK), Seaman, Kristin et Mme Fabi.

G. Relini met en garde: « Nous mettons n'importe quoi dans la mer. Attention aux critiques qui seront de plus en plus virulentes contre la mer « poubelle » et nous ne devons pas justifier a posteriori ces pratiques. Au contraire, nous devons montrer que ce secteur est "responsable" au sens actuel et qu'il y a un potentiel d'aménagement marin considérable sous réserve de le mettre en oeuvre de manière pertinente et coordonnée.

W. Seaman note le manque d'informations agrégées y compris aux Etats-Unis, ce qui freine l'établissement de politiques de développement

Pour **G. Bombace**, les récifs doivent être conçus dans une approche globale incluant deux aspects trop peu traités: les relations avec l'aquaculture et le cadre institutionnel et juridique. La plupart des récifs italiens ont été construits avec l'aide de l'Europe (50%) et de l'état italien (20%), le reste étant financé par les coopératives de pêcheurs. Il faut noter aussi que beaucoup de compétences ont été transférées aux régions ce qui a freiné les projets nouveaux. Par ailleurs, les organisations écologistes montent en puissance en Italie et restent réservées sur les récifs.

Enfin aux procédures italiennes (loi 41/82) s'ajoutent les procédures européennes, assez tatillonnes, incluant notamment la garantie que les projets de récifs ne sont en aucun cas en contradiction avec les lois européennes et les lois du pays.

La "propriété" (plutôt la responsabilité de gestion) des récifs est généralement celle du demandeur, coopérative de pêcheurs ou de la mairie du port concerné. Etonnamment, en Italie, les récifs réduisent les conflits avec les pêcheurs car, d'une part, tous les pêcheurs deviennent égaux (*même observation en Espagne*) et d'autre part, un effet positif de long terme peut être observé (*même remarque en Languedoc*).

Aux Etats-Unis, les conflits entre les activités de pêche récréative et celles de pêche professionnelle ont été considérablement réduits par l'installations des fameuses "Special Management Zones". Par ailleurs les dispositifs réglementaires sont précis et rigoureux; En effet, les risques de conflits sont d'autant plus élevés que le cadre juridique est flou. C'est cette imprécision qui a été corrigé progressivement aux EUA et a donc contribué à la réduction des conflits sur les 10 dernières années.

H. Kakimoto commence par répondre à G. Bombace qu'au Japon, les conflits dépendent beaucoup de la taille des récifs. S'ils sont petits, ils sont facilement respectés. S'ils sont gros, ils sont gérés par les pêcheurs eux-mêmes qui font une excellente police interne. Enfin, il ajoute qu'il semble que la loi soit mieux suivie au Japon que dans certains autres pays (applaudissements).

Il enchaîne en rappelant que la clef pour les Japonais est de savoir si les récifs sont utiles aux poissons. Pour beaucoup d'espèces, les récifs ont une utilité pour des fonctions diverses (protection, reproduction, alimentation, etc.) à certains stades de leur vie, voire pour tout leur cycle. L'approche japonaise est donc à la fois très empirique et scientifique dans la mesure où les chercheurs comme les pêcheurs étudient en permanence comment améliorer l'efficacité des récifs en les concevant comme des outils d'aménagement de l'ensemble du littoral pour pêcher plus et plus facilement.

Dr. Noburo montre le tableau qui justifie tous les récifs japonais

Secteur/ Année	1975	1990	1997
Pêche côtière	1,93	1,93	1,85
Aquaculture	0,77	1,33	1,2
TOTAL	2,7	3,26	3,05

Tableau 1 : Evolution de la pêche côtière et de l'aquaculture au Japon de 1975 à 1997 (en Millions de tonnes)

Il estime que les récifs artificiels au Japon ont eu un rôle capital pour conserver le haut niveau des pêches côtières japonaise malgré les contraintes croissantes qui ont pesé depuis la fin de la guerre sur le littoral. C'est pourquoi l'important budget consacré aux récifs sur le programme 1989-1995 a été reconduit à l'identique pour la période 1996-2002: 600 milliards de yens (35 milliards de Francs sur 7 ans).

H. Ceccaldi note d'abord que nous intervenons sur un milieu fragile, ce qui accroît notre responsabilité notamment en matière d'image auprès du grand public surtout si les productions liées aux récifs prennent une part croissante dans l'alimentation humaine. Par ailleurs, les liens avec l'aquaculture doivent être développés. Une attention particulière doit être porté aux pêcheurs afin de faire comprendre et accepter l'intérêt des récifs. Enfin ne sous-estimons pas les différences culturelles dans la valorisation des récifs. Elles sont une richesse si nous savons dépasser les préjugés. Ainsi **les Japonais appellent les récifs des "structures pour mieux pêcher"**, c'est très différent.

La mer est un milieu relativement peu exploité; Il reste beaucoup à faire pour stimuler la productivité des océans à condition de respecter une durabilité de long terme

Keith Wilson souligne que le programme des récifs à Hong Kong a commencé par de l'information simple et très large. Ensuite, les pêcheurs ont été associés étroitement à la préparation et à l'organisation du programme. Ceci doit être mené en parallèle de toute étude scientifique si l'on veut assurer une bonne acceptabilité de long terme.

CLOTURE:

James Cowan présente sa proposition d'accueillir le prochain congrès en Alabama, sous la responsabilité de l'université de l'Alabama en 2002 ou 2003.

Giulio Relini fait le bilan quantitatif du congrès après avoir remercié toute l'équipe technique: 332 participants, 22 pays, 90 papiers oraux, 35 posters; 60 heures de conférences et discussions ouvertes. Il conclut: « Je regrette l'absence de représentants d'Afrique et d'Australie. Je me félicite de la présence de l'importante délégation japonaise mais je regrette leur trop modeste participation à nos discussions car nous avons beaucoup à apprendre d'eux! Arrivederci in Alabama! »

V. POINT avec le réseau EARRN

Le coordinateur du réseau, Antony Jensen, a réuni les principaux responsables de programmes artificiels participant au réseau pour envisager la suite à donner à ces trois années de soutien de l'Europe. L'Espagne était représentée par Isabel Arrobas (Centre des Baléares), Laura Recasens et Patrick Schneider (CSIC Barcelone), l'Italie par Giulio Relini (Univ. de Gènes), le Portugal par Carlos Costa Monteiro (Ipimar).

A la demande d'A. Jensen, j'ai exposé la situation en France et l'intérêt de proposer soit une action concertée pour l'élaboration d'un programme précis de recherche européen, soit directement un programme en raison de l'expérience déjà acquise et de l'avantage évident de travailler en collaboration plutôt qu'à l'échelle nationale.

Les échanges sur les situations de la recherche dans ce domaine dans les différents pays intéressés ont montré le contraste entre les pays à recherche plutôt "centralisée" comme le Portugal ou la France, et les pays où la recherche est très décentralisée, comme l'Espagne et l'Italie. Dans ce dernier cas, l'établissement d'un programme européen est plus complexe.

Après discussion, il a été décidé qu'A. Jensen préparera un projet de programme de recherche concertée à soumettre pour financement à l'Union Européenne. Il l'enverra pour avis dans quelques semaines à tous les participants à la réunion. Chaque pays devra choisir les centres et instituts nationaux les mieux adaptés à la participation d'un tel programme.

CONCLUSION

La réflexion scientifique sur les récifs artificiels et les habitats associés est en mutation pour trois raisons: d'abord parce que ce domaine d'expérimentation dispose maintenant d'**une quinzaine d'années de recul** sur les premiers récifs importants en Europe comme aux Etats-Unis. Ensuite, parce que **l'échelle des projets en cours ou prévus a changé**: on est passé de quelques milliers de m³ par site à plusieurs dizaines de milliers de m³, notamment dès que l'on prend en compte les projets de recyclage des installations pétrolières du large en Occident. Enfin, parce que **les programmes japonais** continuent à une échelle telle qu'il est devenu nécessaire d'étudier leur justification et leurs effets (20 millions de m³ immergés, 6 milliards d'euros d'investissement public prévus pour la période 1994-2002) et d'en tirer des enseignements pour notre contexte.

Des trois grands domaines d'étude présentés au congrès, l'écologie récifale, la conception des récifs au sens large et les relations avec la pêche, l'aquaculture et le tourisme, on peut tirer les principales conclusions suivantes:

L'écologie récifale: de gros progrès ont été faits dans l'analyse de l'évolution des écosystèmes récifaux : les méthodes de suivi et d'estimation des effets biologiques sont en cours de convergence vers des critères similaires (richesse spécifique, abondance, biomasse, principalement) même si l'extrême variété des conditions environnementales, des matériaux, des structures et des objectifs ne facilite pas l'analyse comparative.

La conception (incluant matériaux, structures et disposition): on enregistre des acquis en matière de matériaux (relatif désintérêt pour les pneus, développement de bétons spécifiques et de structures métalliques), comme en matière de disposition sur le fond: abandon progressif des alignement réguliers au profit de "tas chaotiques" imitant le désordre naturel, recherche du maximum de complexité topologique (augmentation des surfaces et de la variété des cavités), développement des structures de "production" faisant fonction de structures de "protection" anti-chalutage, association de plusieurs types de récifs afin de stimuler la biodiversité. Le problème de l'éventuel recyclage des plates-formes pétrolières en récifs artificiels est traité dans des contextes contrastés: polémique en mer du nord, pragmatique en Amérique.

Les relations avec la pêche, l'aquaculture et le tourisme: ce vaste domaine est traité au cas par cas: utilisation des récifs comme "biofiltres" sous les cages d'aquaculture (Israël), association avec des dispositifs concentrateurs de poisson (Japon), valorisation de sous-produits de carrière ou industriels (GB, Norvège, EUA, Mexique), allègement de la pression de plongée touristique (EUA, France), exploitation pour la pêche côtière, professionnelle ou récréative (tous les pays). Les méthodes et les dispositifs expérimentaux sont trop variés pour permettre de mettre en évidence des effets systématiques. L'approche empirique domine avec des résultats souvent convaincants au plan macro-économique, notamment aux Etats-Unis et au Japon.

En conclusion, on peut affirmer que, **dans un contexte général de gestion du littoral en crise, les récifs artificiels constituent un domaine en développement rapide** au plan des réalisations comme des recherches. Celles-ci demeurent cependant très en deçà de ce qu'elles pourraient apporter en raison de leur dispersion et de leur hétérogénéité. A l'instar du Japon, leader qui poursuit une ambitieuse politique dans ce domaine, tous les pays veulent coupler les projets d'importance croissante avec des programmes de recherche de long terme afin de comprendre d'abord les mécanismes de fonctionnement de ces écosystèmes, puis de prévoir les effets des différents types de récifs selon leur positionnement dans des sites déjà souvent anthropisés. L'objectif à terme est d'utiliser les récifs comme outil d'aménagement de la bande littorale en associant systématiquement les pêcheurs à cette démarche, non seulement pour réduire les conflits mais pour les insérer progressivement dans une gestion multi-usages de l'espace côtier.

Annexes :

1. Essai de bilan quantitatif global des récifs dans le monde
2. Cartes des principales personnes rencontrées
3. Coordonnées des chercheurs présents
4. Résultats bruts du questionnaire distribués aux participants
5. Exemples de posters et exposants

Annexe 1: Essai de bilan global des récifs dans les principaux pays intéressés (1999)

Pays \ Caractéristiques	Objectifs principaux	Nombre de sites (approx.)	1) Volumes (m3)/ ou Surfaces (km2) 2) tendance
JAPON	1. Production 2. Protection habitats	12 % du plateau continental aménagé	Plus de 20 millions de m3 Extension
ETATS-UNIS	1. Récréatif 2. Protection habitats	Plus de 1000 zones dont 300 en Floride	Entre 15 et 20 000 km2 Aménagés Extension
ESPAGNE	1. Protection anti-chalutage	82 sites (1)	92 000 m3 extension + études
ITALIE	1. Protection habitats 2. Production	5 zones (1)	45 000 m3 extension + études
PORTUGAL	1. Production 2. Protection habitats	5 zones	35 000 m3 Projet 2000: doubler zones et volumes
FRANCE	1. Protection anti-chalutage 2. Production	25 sites	33 000 m3 extension + études
GRANDE-BRETAGNE	1. Production crustacés 2. Valorisation sous-produits	3 sites	210 000 t de blocs de remblais; Projet 2000: 50 000 t. béton creux en Ecosse
BRESIL	1. Production 2. Protection habitats	4 sites	quelques milliers de m3 Projet 2000: 28 000 m3 au Parana
GRECE	1. Protection anti-chalutage 2. Production	1 site	Projet 2000: 20 000 m3. pyramides et Bonna en Thrace

(1) Un " site " désigne un ensemble homogène de récifs contemporains sur une petite surface (quelques km2)

Une " zone " désigne un groupe de récifs, pas nécessairement contemporains, répartis sur une vaste surface (plusieurs dizaines de km2)

Annexe 2: Cartes des principales personnes rencontrées (1999)
(par ordre alphabétique des pays)



**Artificial Reef Society
of British Columbia**

JAY STRAITH
President

1905 Ogden Avenue
Vancouver, BC V6J 1A3

Tel: (604) 984-3646
Fax: (604) 521-8171
Res: (604) 983-4200
EMail jstraith@direct.ca



Kathy Kirbo
Executive Director

Todd Bauber

Corporate Office:
P.O. Box 3349 Sarasota, FL
34230-3349
941.752.0169 fax 941.752.1033

Atlanta Office:
603 River Overlook Rd.,
Woodstock, GA 30188
770.752.0202 fax 770.360.1328

<http://www.reefball.org>
<http://www.reefball.com>
email: reefball@america.net



ROBERT K. JOHNSTON, Ph.D.

Marine Environmental Support Office
Space and Naval Warfare Systems Center
Code D3621 53475 Strothe Rd Rm 258
San Diego, CA 92152-6326

619.553.2213 Fax 619.553.6305
johnston@spawar.navy.mil
<http://environ.spawar.navy.mil/Programs/MESO>



CONSEIL GENERAL
DES ALPES-MARITIMES

CHRISTOPHE SERRE

Service Environnement

e-mail: hvidal@cy06.fr objet: e-mail serre

B.P. 3007 - 06201 NICE CEDEX 3 - TEL. 04.93.18.68.31 - TELECOPIE 04.93.18.60.45
68 59

HYDRO

Environnement.
Conseil, études, réalisations.

Pierre LEFEVRE
Ingénieur d'Etudes

6, rue Clémence Isaure - 31000 TOULOUSE (FRANCE)
Tél. 05.61.22.08.09 - Fax 05.61.22.08.65
E.mail : hydro-m@imaginet.fr



Dr. SIMON CRIPPS
Chief Scientist
Aquatic environmental technology

Direct line: +47 51 87 52 18
E-mail: simon.cripps@rf.no
Mobile: +47 91 57 44 65

Prof. Olav Hanssensvei 15,
P.O. Box 2503 Ullandhaug, N-4004 Stavanger, Norway
Phone: +47 51 87 50 00, Fax: +47 51 87 52 00

David Whitmarsh BA MA PhD
Principal Lecturer

cemare

**Centre for the Economics and
Management of Aquatic
Resources**
Locksway Road
Southsea Hants PO4 8JF
United Kingdom
Telephone +44 (0)1705 844084
Facsimile +44 (0)1705 844037
Email david.whitmarsh@port.ac.uk



**Israel Oceanographic &
Limnological Research**
National Center for Mariculture

Dror L. Angel, Ph.D.
**Marine Microbial Ecology
Environmental Research**

P.O. Box 1212 • Eilat 88112 • ISRAEL
Tel: 972-7-6361440
Fax: 972-7-6375761
E-mail: angel@agri.huji.ac.il

Prof. GIOVANNI BOMBACE
*Presidente Istituto Nazionale
di Coordinamento per le Scienze del Mare del C.N.R.*

c/o I. R. Pe. M. - CNR
Largo Fiera Pesca
60125 Ancona

Tel. (071) 2074280
Istituto (071) 207881
Fax (071) 55313

National Coastal
Fisheries Development Association
Technical Advisor
Dr. Hiroshi KAKIMOTO

4-5, YOSHIMI RYUUCHO,
SHIMONOSEKI, No. 759-6522, JAPAN
[Tel, Fax: 0832-86-2152]

KEISUKE NAGANO
ADVISER
PRODUCTS DEVELOPMENT & ENGINEERING DEPTS.

NAKAYAMA STEEL WORKS, LTD.
1-66 1-CHOME, FUNAMACHI, TAISHO-KU
OSAKA, 551-8551 JAPAN
PHONE: 06-6555-3106
F A X: 06-6555-3176

TAIZOU HASUO
MANAGER
ENGINEERING DEPTS.



NAKAYAMA STEEL WORKS, LTD.
1-66, 1-CHOME, FUNAMACHI, TAISHO-KU,
OSAKA, 551-8551 JAPAN
TEL: +81 (6) 6555-3113
FAX: +81 (6) 6555-3176
E-mail: plantec@skyblue.ocn.ne.jp

Dr. Nobuo Takaki
Director

*Aquaculture and Fishing Port
Engineering Division
National Research Institute
Of Fisheries Engineering*

*Ebikai, Kasaki, Ibaraki, 314-0421, Japan
Tel + 81-479-44-5933
Fax + 81-479-44-1875
E-mail: ntakaki@nri.go.jp*



Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Estación Puerto Morelos
77580 Pto. Morelos, Q. Roo, México

Dra. Patricia Briones Fourzán
Jefa de Estación

Apartado Postal 1152 Pto. Morelos, Q. Roo México, D.F.
Cancún, Q. Roo Tel. (987) 1-02-19 (5) 622-85-96
C.P. 77500 México Fax (987) 1-01-38 (5) 622-85-97
E-Mail: briones@mar.icmyl.unam.mx

UNIVERSITY OF AGRICULTURE-SZCZECIN

Roinatyzki
Juliusz C. Chojnacki, Ph. D.
Professor, Head of Department
Marine Ecology and Environmental Protection

Office address:

Kazimierza Królewicza 4/H-19, 71-550 Szczecin, Poland
Tel. 04891 4231061, Fax 04891 4231347
e-mail: marecol@fish.ar.szczecin.pl

ANNEXE 3 : COORDONNÉES DES CHERCHEURS PRÉSENTS

<i>cognome</i>	<i>nome</i>	<i>e-mail</i>
AABEL	Jens petter	avigdor@post.tau.ac.il
AASLAND	Arthur	
ABELSON	Avigdor	avigdor@post.tau.ac.il
AHN	Hee-do	hdahn@kordi.re.kr
AIROLDI	Laura	
AKEDA	Sadamitsu	
ALDANA	Juan	
ALVES	Adriana	
ANGEL	Dror	angel@agri.huji.ac.il
ANGHERA	Michele	anghera@lifesci.ucsb.edu
ARAI	Tatsuo	
ARIEL	Silva s.	
BACCHIOCCHI	Francesca	dreii@ambra.unibo.it
BADALAMENTI	Fabio	
BAILEY	William a.	baileywb@aol.com
BAINE	Mark	
BARBER	Todd	
BENDIGTSEN	Bjorn	
BENTLEY	Matt	m.g.bentley@nlc.ac.uk
BERTAGGIA	Roberto	
BIANCHI MARTINA	Fabio	
BOMBACE	Giovanni	
BORTONE	Stephen a.	
BRANDINI	Frederico	brandini@cem.ufpr.br
BRESSAN	Guido	bressan@uni.trieste.it
BRIANO	Vanessa	
BRIONES FOURZAN	Patricia	
BRUSAMOLIN	Fabiano	ecoplan@acoplan.org.br
BUCHARY	Eny anggraini	
BULL	John scott	bull@lifesci.lscf.ucsb.edu
BURTON	William	
BYERS	James e.	byers@lifesci.ucsb.edu
CASELLE	Jennifer	
CECCALDI	Hubert jean	Hubert.Ceccaldi@CERAM.u-3mrs.fr
CHARBONNEL	Eric	
CHOJNACKI	Juliusz	
CHRISTIAN	Richard t.	
CLARKE	Shelley	scc@ermhk.com
COBB	Jana	
COELLO GARCIA	Domingo	MONTECARLO before
COLLINS	Ken	kjc@sac.soton.ac.uk
COSTA MONTEIRO	Carlos	
COWAN	James h. jr	jcowan@jaguar1.usoutha.edu

<i>cognome</i>	<i>nome</i>	<i>e-mail</i>
CRAIG	Matthew	
CRIPPS	Simon	simon.cripps@rf.no
D'ANNA	Giovanni	
DANOVARO	Roberto	
DAVIS	Carol	
DE ALESSI	Michael	dealessi@cei.org
DE ANGELIS	Giulia	
DELGADO	Joao	
DELLA SETA		
DEYSHER	Cheryl	
DEYSHER	Larry	deysher@home.com
DITTON	Penny	
DITTON	Robert	rditton@unix.tamu.edu
DODRILL	Jon	dodrill_j@epic6.dep.state.fl.us
DOUMENGE	François	
FABI	Gianna	faci@irpem.an.cnr.it
FALACE	Annalisa	falace@univ.trieste.it
FANG	Lee-shing	
FERRARA	Gabriele	
FERRARI	Fabrizio	
FISHER	Randy	
FRUMKES	Dan	dfrumkes@worldnet.att.net
GARCIA CHARTON	Josè antonio	
GAROFALO	Antonella	
GARRIDO	Mateo jose	mgarrido@biologia.ulpgc.es
GILLIAM	David	gilliam@ocean.nova.edu
GIOVANARDI	Otello	
GODOY AIRES DE SO	Eduardo	godoy@cbb.uenf.br
GOUTAYER GARCIA	Juan j.	jjgouta@santandersupernet.com
GRATI	Fabio	
GRISTINA	Michele	
GROVE	Robert s.	grovers@sce.com
HAGEN	Nils t.	Nils.Hagen@hibo.no
HAGGAN	Nigel	nhaggan@fisheries.com
HAROUN TABRAUE	Ricardo j.	ricardo.haroun@biologiaulpgc.es
HARRIS	Lee	
HASUO	Taizo	
HELMIG	Stig	sah@sns.dk
HELVEY	Mark	mark.helvey@noaa.gov
HERNANDEZ	Josè	
HERRERA	Rogelio	rherrera@idecnet.com
HOLBROOK	Sally j.	holbrook@lifesci.ucsb.edu
HOTTA	Kenji	hotta@ocean.cst.nihon-u.ac.jp
HUBBARD	Tom	
HURTADO	Josep	
HUTTON	Trevor	

<i>cognome</i>	<i>nome</i>	<i>e-mail</i>
INGRAM	Gary walter	gwingram@hotmail.com
INOKUCHI	Shigeki	
ITOSU	Chokei	itosu@tokyo-u-fish.ac.jp
JAHREN	Per	
JAMES	Carl s.	
JENSEN	Antony	a.jensen@sac.soton.ac.uk
JOHNSTON	Robert k.	johnston@nosc.mil
JØRGENSEN	Terje	terjej@imr.no
KAKIMOTO	Iroshi	
KALLIANIOTOS	Argyris	
KATAYAMA	Keiichi	
KENNISH	Robin	rk@ermhk.com
KIRBO	Katherine	kkirbo@hotmail.com
KOMAI	Yumi	qymo2543@nifty.ne.jp
LACROIX	Denis	dlacroix@ifremer.fr
LANCE	Jordan	jordanl@ocean.nova.edu
LANTEIGNE	Leon	
LARSON	Susan	
LARSON	Kurt	
LASSERRE	Gerard	
LEFEVRE	Pierre	
LO YAT	Alain	loyat@univ-perp.fr
LÖK	Altan	lok@sufak.ege.edu.tr
LOVE	Milton	
LOZANO ALVAREZ	Enrique	
LUCCARINI	Francesco	
LUCCHETTI	Alessandro	
LØKKEBORG	Svein	svein.lokkeborg@imr.no
MAHER	Thomas	thomas.maher@dep.state.fl.us
MARUYAMA	Tamezo	kj1999@poplar.onc.ne.jp
MASSARO	Elisabetta	
MENDEZ	Ramon	erikbaca@hotmail.com
MERELLO	Stefania	
MILETIC	Marin	
MILLER	Allan	margaret.w.miller@noaa.gov
MILLER	Margaret	margaret.w.miller@noaa.gov
MIRALLAS	José javier marco	jmarco@dap.es
MOGGIA	Fiorella	
MOHR	Thomas	
MORENO	Isabel	
MORI	Hideki	kj1999@poplar.onc.ne.jp
MOSELEY	Anna	
MYATT	Dewitt	dmyatt@bluecrab.org
MYATT	Evelyn	dmyatt@bluecrab.org
NAGANO	Keisuke	
NARUMI	Hideto	

<i>cognome</i>	<i>nome</i>	<i>e-mail</i>
NEVES SANTOS	Miguel	
NIIHARA	Chikara	
NISHIMURA	Keiichi	
NOTARBARTOLO DI	Giuseppe	
NOZAKI	Yumiko	
ODORICO	Roberto	odorico@com.area.trieste.it
OHASHI	Takaharu	
OJEDA GUERRA	Dolores	MONTECARLO before
OKAMOTO	Mineo	
OLIVELLA	Ignasi	
ORSI	Lidia	
OSENBERG	Craig	
OTAKE	Shinya	otakes@fpu.ac.jp
PANFILI	Monica	
PAPACONSTANTINO	Costas	pap@posidon.ncmr.t.gr
PATTON	Jake	
PEREZ RUZAFI	Angel	
PICKERING	Helen jang	
PITCHER	Tony	
PONDELLA	Dan	pondella@oxy.edu
PONTI	Massimo	ponti@ambra.unibo.it
PRICE	William	
PUCCIO	Valentina	
PUGLIESE	Roger	rcjpugliese@mindspring.com
PULETTI	Micaela	
QUINN	Patrick	
RECASENS	Laura	Laura@icm.csic.es
REED	Daniel	reed@lifesci.ucsb.edu
RELINI	Giulio	
RELINI	Marco	
ROBILLIARD	Gordon a.	grobiliard@entrix.com
RODGERS	Judge william	rodgers@intouch.bc.ca
ROSENTAL ZALMON	Ilana	ilana@cbb.uenf.br
SANCHEZ JEREZ	Pablo	psanchez@cam.ua.es
SANDROCK	Stefan	
SAYER	Martin	
SCHARF	Eva maria	
SCHILLAK	Lothar	dar.mannheim@t-online.de
SCHMITT	Russell j.	schmitt@lifesci.ucsb.edu
SCHNEIDER	Patrick	
SCHROEDER	Donna	
SCHROETER	Stephen	
SEAMAN	William	seaman@gnv.ifas.ufl.edu
SEAMAN 1	William	seaman@gnv.ifas.ufl.edu
SEAMAN 2		
SEGUCHI	Masahiro	seguchim@cc.saga-u.ac.jp

<i>cognome</i>	<i>nome</i>	<i>e-mail</i>
SEINO	Katsunori	
SERRE	Christophe	hvidal@cg06.fr (object: e-mail serre)
SHERMAN	Robin i.	
SHIPP	Robert l.	
SHLESINGER	Yehiam	
SHYUE	Shian-wern	
SIMARD	François	
SINOPOLI	Mauro	
SMILEY	Brian	
SMILEY	Mrs	
SOLDAL	Aud vold	
SOLLOM	Jerry	
SOLUSTRI	Cristiano	
SPAGNOLO	Alessandra	spagnolo@irpem.an.cnr.it
SPANIER	Ehud	
SPIELER	Richard e.	spielerr@ocean.nova.edu
STEIMLE	Frank	frank.steimle@noaa.gov
STEINBACH	George	
STEPHENS	John s.	stephens2@earthlink.net
STOETTRUP	Josianne g.	jgs@dfu.min.dk
STONE	Richard b.	
STONE	Frank v.	
STRAITH	James	jstraith@dirct.ca
SUZUKI	Tatsuo	
SVELLINGEN	Ingvald	
TAKAKI	Nobuo	
TAKEUCHI	Tomoyuki	takeuchi@nrife.affrc.go.jp
TAMURA	Tamotsu	
TIAN	Wen-miin	
TORCHIA	Giovanni	
TSUMURA	Ken	
TUNESI	Leonardo	letunesi@tin.it
TUYA CORTES	Fernando	ftuya.ccbb@ciermar4.ulpgc.es
UEKITA	Yukio	uekita@fpu.ac.jp
ULAS	Ali	ulas@sufak.ege.edu.tr
VIDORIS	Pavlos	
VIZZINI	Salvatrice	
WHITEHOUSE	Jackie	jhw@gnv.ifas.ufl.edu
WHITMARSH	D.j.	
WILDING	Tom	
WILDING 1		
WILKINSON	Anne	Anne.Wilkinson@marine.ie
WILSON	Keith	kdwilson@hkstar.com
WORKMAN	Ian	
YANO	Kenji	
ØRBECK SORHEIM	Ingjald	

ANNEXE 4 : RESULTATS BRUTS DU QUESTIONNAIRE

Survey Results Preliminary Compilation, Based on 72 Responses 11 October 1999, Sanremo, Italy Seventh International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats

1.	Number of Active Reef Sites		Existing National Plan or Law	
	National	Locality	Yes	No
Brazil (4*)	3-5	3 - Parana State: 1 - Rio de Janeiro		x
Canada	0	3 - S. Vancouver Island		x
Denmark (2)	0	0		x
France (3)	15-22	7 - Provence Region: 3 - French Brittany		x
Germany (3)	5	1 - Baltic Sea		x
Greece (2)	6	1 - North Aegean Sea		x
Hong Kong	3	3 - Hoi Ha Wan, Yan Chow Tong, Chek Lap Kok		x
Ireland (2)	0	0		x
Israel (2)	14	5 - Haifa, 6 - Eilat	x	
Italy (7)	25-100	4 - G. of Trieste; 3 - Portonovo, Senigallia, Porzorelana; 100 - all the coast between Ravenna and Ancona;	x	
Japan (3)	many	many	x	
Korea (South)	0	50-60 west, east, south coasts	x	
Monaco	2	11-Sicily	x	
Poland	2	1		x
Portugal (2)	4	4 - Fano, Olhao, Vilamoura, Cacela 5 - Algarve coast, S. Portugal		x
Spain (8)	80-91	7 - Murcia; 3 - Canary Islands; 5 - Palme Bay - Mejordca, Migjorn - Formentus Island, Sante Evletie Bay - Ibize, Tamunbere, SE Mimice; 22 - Townexoue litlde triplec: Els esculli artificials e Catatanya	x	
Turkey (2)	6	6 - Central Aegeon Sea Coast of Turkey	x	
UK (5)	2-160	1 - Poole Bay; 460; 0; 1 - Torness, North Sea; 1 - in planning		x
USA (22)	1000+	25-50 - S. California; 100s - Florida; 10,000 - Alabama Shelf; 2,100; 20,000+ - Alabama; 1,500 - deployments, 300 permits;	x	

*Number of respondents in parentheses

2. Principal Involvement

Research	18
Construction	7
Planning	10
Funding	3
Other	
Deployment	1
Management, government	2
Socioeconomic	1
Public education	1
Extraction	1
Oil gas platforms decommissioning	1
Regulation	1
Ship disposal	1

3. **Principal Reasons for Reef-building**

	<u>Nation</u>	<u>Locality</u>
Fisheries Management & Enhancement	11	12
Habitat Protection	5	3
Research	2	2
Nature Restoration	2	2
Rehabilitation of Marine Bottom	1	1
Protect Seagrass from Trawling	4	5
Environmental Mitigation	3	2
Recreational Fishing/Diving	4	3
Biofiltration	2	-
Breakwaters	1	1
Marinas	1	1
Mariculture	-	1
Socioeconomic results	-	1
Coast Enhancement	-	2
Red Coral Culture	1	-
Proaction ecosystems	1	-
Pelagic fish concentration	-	1
Posidonia meadow	2	2
Disposal of bedrock spill	-	1
Disposal of redundant material	1	1
Tourism	1	-
Commercial fishing	-	1
Ecotourism	-	1
Biodiversity	1	1
To form protected zones	-	1
Ranching project	1	-
Reduce cost of scrapping ships	1	-

4. **Level of Research to Characterize Reef Ecology**

	<u>Nation</u>	<u>Locality</u>
Much	6	2
Some	11	4
Little	10	3
None	3	-

5. **Level of Research to Test and Improve Reef Design To Suit Biological and Physical Criteria**

	<u>Nation</u>	<u>Locality</u>
Much	5	1
Some	10	7
Little	8	2
None	3	

6. **Level of Research to Document the Performance and Success of Reefs to Meet Objectives for Use**

	<u>Nation</u>	<u>Locality</u>
Much	7	2
Some	11	4
Little	9	3
None	3	1

7. **Statistical Practices Commonly Used in Data Analysis**

1. Anova
2. Mean comparison
3. 2-3 Factor analysis
4. T-tests

5. Image analysis of video and still photography.
6. Analysis of variance
7. Cluster analysis
8. Multidimensional scaling, etc.
9. Multivariate (PCA, cluster analysis, etc.) Univariate: Anova, Regressions
10. Anova. GLM. PCA-RDA
11. Variance analysis, correlations, clustering, diversity indexes
12. The official statistic capture and experimental fisheries
13. Reef design in accordance with statistical consultation
14. CPUE and Anovas etc.
15. Comparison of different materials/design multivariate analysis
16. Variety - mostly involving ecological statistics or Anova or datasets
17. Adding and subtracting. Paired sample t-test. To compare location of fish on a rig reef (depth)
18. Factorial analysis of variance model and multivariate analysis
19. Descriptive and Nova primarily
20. Linear models, time series
21. Anova - repeated measures
22. Growth comparisons; tagging for movement analysis, turnover rates, mortality, fidelity on site of fish; comparisons of species compositions between different artificial reef designs
23. General linear models; multivariate analysis
24. Simple descriptive and inferential statistics
25. Multivariate and descriptive statistics
26. Hypothesis testing/Anova
27. Much and varied, including spatial and individual-based modeling
28. CPUE, nearest neighbor
29. Anova, species richness, relative abundance, natural reef comparison
30. MOS
31. No stats yet, data still being collected.
32. Analyses are statistically supported.
33. Studies make use of the adequate habitat tools.
34. Comparison methods.
35. Controlled, replicated, hypothesis based studies.
36. Analysis of variance, etc. on abundance, spp. richness, biomass.
- 37.

8. Education or Training Needs That Might be Assisted by Instructional Programs or Meetings

Statistical Analysis of Data	13
Evaluation of Reef Performance	13
Experimental Design	15
Geographical Information System Applications	15
Other:	
Modeling & Prediction	3
Parameter Estimates	1
Quantitative Techniques	1
Socioeconomic Cost Benefit Analysis	3
Relation to Marine Habitats	1
New activities in fisheries, suitable fisheries	1
Visual analysis	1
Marking of individuals	1
Inclusion of managers and potential users in courses to explain reefs to them	1
Specific with stops at next reef meetings for young (+old) researchers	1
Modelling performance (prediction)	1
Engineering criteria (sediment loading)	1
Spatial modeling, individual-based modeling	1
Programs directed to usual general public on all artificial reef issues	1
Assessment designs (as opposed to Epical design)	1
All areas could used education	1
Ecotourism, public participation	1
Legal aspects	1
Artificial reef ecology	1

Sanremo, 7th-11th October 1999



Programme

..... Wednesday, 6th October

17.00-19.00

Welcome and registration desk in the Hotel Londra opens

18.00-19.00

Welcome and "get to know you" drinks offered by Sanremo Congressi

..... Thursday, 7th October

8.00

Registration opens

8.45

Housekeeping remarks

9.00-13.00

Session 1. Welcome and Keynote Talks

Chair Giulio Relini and Giovanni Bombace

9.00-10.00

Opening Ceremony

RELINI G.

Welcoming Remarks

10.00-10.30

JENSEN A.

Artificial Reef Research in Europe:

Perspective and Future

10.30-11.00

Coffee

11.00-13.00

SEAMAN W. Jr.

Unifying Trends and Opportunities in Global Artificial Reef Research, Including Evaluation

7th October

7

PITCHER T.J., BUCHARY E.A., HUTTON T.
Forecasting the Benefits of No-Take Artificial Reefs
Using Spatial Ecosystem Simulation

MILLER M.W.
Using "Natural" Reef Ecology in Artificial Reef
Research: Advancing Artificial Reef Goals
through Better Understanding of Ecological Pro-
cesses

13.00
Lunch

14.30-18.00
**Session 2A: Theme 1: Function and Ecology of
Artificial Reefs**
Chair Bill Seaman and Giuseppe Notarbartolo di
Sciara

14.30-15.00
COBB J. R., PONDELLA, D. J. II, STEPHENS J.S. Jr.,
HAFNER J. C.
Population Dynamics of Cryptic Fishes on a Temper-
ate Artificial Reef

15.00-15.30
NEVES SANTOS M., COSTA MONTEIRO C.
Distribution of Fish Assemblages at an Artificial Reef:
Diel Cycle and Area of Influence

15.30-16.00
GARCÍA CHARTON J.A., PÉREZ RUZAFÁ Á., VEGA
FERNÁNDEZ T.
Temporal Dynamics of a Mediterranean Artificial Reef
Fish Assemblage, and Comparison with Nearby
Natural Reefs

16.00-16.30
Coffee

16.30-17.00
RELINI G., RELINI M., TORCHIA G., DE
ANGELIS G.
Trophic Relationships between Fishes and an Ar-
tificial Reef

17.00-17.30
COWAN J.H. Jr., SHIPP R.L., PATTRESON W.F.,
STRELCHECK A., McCAWLEY J. R.
Red Snapper Demographics and Energetics on Arti-
ficial Reefs: the Effects of Nearest-Neighbor Dynam-
ics

17.30-18.00
WORKMAN I.K., SHAH A.
Recruitment and Fidelity of Juvenile Red Snapper,
Lutjanus campechanus, to Small Artificial Reefs

14.30-18.00
**Session 2B. Theme 3: Artificial Substrata Artificial
Reefs**
Chair Ken Collins and Francois Simard

14.30-15.00
SPANIER E., KRESS N., TOM M.
The Use of Coal Fly Ash in Marine Concrete for
Artificial Reefs in the Southeastern Mediterranean

15.00-15.30
SUZUKI T.
Development of High-Volume Fly Ash Concrete
and Application to Artificial Sea Mountains

15.30-16.00
FANG LEE-SHING, CHOU WEI-RUNG
A Long Term Monitoring of the Benthic Community
Change in a Steel Slag Casting Site in the Coastal
Waters of Taiwan

16.00-16.30

Coffee

16.30-17.00

COLLINS K.J., EAST J., JENSEN A.C.,
MALLINSON J.J., MUDGE S.M., SMITH I.P.
Environmental Impact Assessment of a Scrap Tyre
Artificial Reef

18.00

Poster session (18.00 onwards, posters stay up until
end of meeting)
Drinks offered by ICRAM

Friday, 8th October

8.45

Housekeeping remarks

9.00-13.00

**Session 3A: continuation of Theme 1: Function and
Ecology of Artificial Reefs**

Chair Isabel Moreno and Guido Bressan

9.00-9.30

STEPHENS J.S. Jr., PONDELLA D. J. II
Productivity on a Mature Artificial Reef: the
Ichthyoplankton off King Harbor, CA, USA, 1974-97

9.30-10.00

INGRAM G.W. Jr., SHIPP R.L.
Movement, Growth and Survival of Gray Trig-
gerfish, *Balistes capriscus*, Inhabiting Artificial
and Natural Reefs in the North-Central Gulf of
Mexico

10.00-10.30

SÁNCHEZ-JEREZ P., RAMOS-ESPLÁ A.
Detection of Fish Assemblage Changes Using No
Metric- Multidimensional Scaling Multivariate Analy-
sis: Influence of Artificial Habitats on *Posidonia*
oceanica L. Delile Meadows

10.30-11.00

Coffee

11.00-11.30

HERRERA R., ESPINO F., GARRIDO M., HAROUN
R.
Colonization Pattern of Fish Populations Between a
Coastal Artificial Reef and an Oceanic Artificial Reef

11.30-12.00

TURPIN R. K., BORTONE S.A.
Artificial Reefs as Refugia: Pre- and Post-Hurricane
Visual Census Evidence

12.00-12.30

ZALMON I.R., NOVELLI R., GOMES M.P., FARIA V.V.
An Artificial Reef Program on the Northern Coast of
Rio De Janeiro, Brazil

12.30-13.00

BENTLEY M.G., TODD C.D.
A Study of Fish and Macrocrustaceans around the
Torness Artificial Reef in the Firth of Forth (North Sea)

9.00-13.00

K

Session 3B. Theme 4: Rigs to Reefs

Chair Ehud Spanier and Eric Charbonnel

9.00-9.30

LOVE M.S., CASELLE J., SCHROEDER D.M., FUSARO
C., NISHIMOTO M.
A Summary of the Fish Assemblages around Seven
Oil And Gas Production Platforms and around Oil

Drilling Debris off Central and Southern California

9.30-10.00

SCHROEDER D.M.

Spatial and Temporal Patterns of Shallow Water Fish Assemblages among Nine Oil And Gas Production Platforms and Nine Natural Reefs in the Santa Barbara Channel Region, USA

10.00-10.30

HELVEY M.

Are Southern California Oil and Gas Platforms Essential Fish Habitat ?

10.30-11.00

Coffee

11.00-11.30

FRUMKES D.R.

The Status of the California Rigs to Reefs Program and the Need To Limit Consumptive Fishing Activities

11.30-12.00

BAQUEIRO-CARDENAS E., HERNÁNDEZ J., ALDANA J.
Oil Activity and Artificial Reefs Programs in Campeche, Mexico

12.00-12.30

BAINÉ M.

An Analysis of The North Sea Rigs-to-Reefs Debate Centring on the United Kingdom Continental Shelf

12.30-13.00

SOLDAL A.V., SVELLINGEN I., JØRGENSEN T., LØKKEBORG S.

Rigs to Reefs in the North Sea: Hydroacoustic Quantification of Fish in the Vicinity of a 'Semi-Cold' Platform

13.00

Lunch

14.30-18.00

Session 4A: continuation of Theme 1: Function and Ecology of Artificial reefs

Chair Josianne Stottrup and Costas Papaconstantinou

14.30-15.00

GARRIDO M.J., HAROUN R., HERRERA R.

Structure and Dynamics of Macroinvertebrate Communities at Canarian Artificial Reefs (Central-East Atlantic Ocean)

15.00-15.30

PONDELLA D.J. II., STEPHENS J.S. Jr.

Productivity of a Temperate Artificial Reef Based upon the Production of Young of Year Embiotocids (Teleostei: Perciformes).

15.30-16.00

COLLINS K.J., JENSEN A.C., SMITH I.P., BARNARD N., MORRIS E., FELSING M.

Oxygen Fluxes of Enclosed Reef Epibiota Communities

16.00-16.30

Coffee

16.30-17.00

PEREIRA BRANDINI F., SCHEFFER DA SILVA A., TEIXEIRA DA SILVA E., CHARTON J.A.G., BRUZAMOLIN F.P.

A Pilot Experiment on Artificial Habitat on Coastal and Mid-Shelf Waters of Paraná State - Southern Brazil

17.00-17.30

STEIMLE F.W., BURTON W.H., SCHULMAN FARRAR J., CONLIN B.E.

Benthic Macrofauna Secondary Productivity Enhancement and Mitigation Success by an Artificial Reef in Delaware Bay, U.S.A.

17.30-18.00

DE SOUZA G.A.E., COUTINHO R.
Fish Colonization in Algae Artificial Beds in Presence and Absence of a Seasonal Bed of *Sargassum furcatum* at Cabo Frio Island, Arraial Do Cabo, Rio De Janeiro, Brazil

14.30-18.00

Session 4B: continuation of Theme 4: Rigs to Reefs
Chair Antony Jensen and Alfonso Ramos-Espola

14.30-15.00

JØRGENSEN T., LØKKEBORG S., SOLDAL A.V.
Residence of Fish in the Vicinity of a Decommissioned Oil Platform in The North Sea

15.00-15.30

LØKKEBORG S., HUMBORSTAD O.B., JØRGENSEN T., SOLDAL A.V.
Spatio-Temporal Variations in Gillnet Catch Rates in the Vicinity of Oil Platforms

15.30-16.00

AABEL J. P., CRIPPS S.J., HOVDA J., JACOBSEN T.G.
Optimal Configuration of a Large-Scale Artificial Reef from Decommissioned Oil and Gas Platform Jackets - A Case Study

16.00-16.30

Coffee

16.30-17.00

CRIPPS S. J., AABEL J. P., HOVDA J.
Environmental Impact Assessment of Ekoreef - A Multi-Platform Rigs to Reefs Development

17.00-17.30

FABI G., GRATI F., LUCCHETTI A., TROVARELLI L.
Evolution of the Fish Assemblage around a Gas Platform in the Northern Adriatic Sea

17.30-18.00

TUYA F., MEDINA L., LUQUE A., ALVAREZ S.
Communities Assemblages Associated to an Underwater Pipeline as an Artificial Reef

Saturday, 9th October

8.45

Housekeeping remarks

9.00-13.00

Session 5A: Continuation of Theme 1: Function and Ecology of Artificial Reefs

Chair Carlos Costa Monteiro and Tatsuo Suzuki

9.00-9.30

ITOSU C., KOMAI Y., SAKAI H.
Estimation of Food Species Production on Steel-Made Artificial Reef

9.30-10.00

YANO K., NARUMI H., HONMA A., KITAHARA S.
Spawning of Spear Squids (*Loligo bleekkeri*) on Breakwaters and the Survival of Their Eggs

10.00-10.30

DeWITT O. M., ALSPACH G.S. Jr., PARKS W., SPEIR C.
Comparative Growth and Mortality of American Oysters, *Crassostrea Virginica*, on Artificial Reefs and Natural Substrates in the Chesapeake Bay

10.30-11.00

Coffee

11.00-11.30

BRIONES-FOURZÁN P., LOZANO-ÁLVAREZ E.
Effect of Artificial Shelters (*Casitas*) on the Abundance of Juvenile Spiny Lobsters *Panulirus argus* in a Reef Lagoon

11.30-12.00

FALACE A., BRESSAN G.

Quantitative Evaluation of Algal Community on an Artificial Reef in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea)

12.00-12.30

HAGEN N.T.

Microspatial Heterogeneity and the Persistence of Macrophyte Vegetation on Concrete Artificial Reef Modules

12.30-1300

ABELSON A. SHLESINGER Y.

Development of Coral-Reef Community on Artificial Reefs in Eilat, Gulf of Aqaba, Red Sea: Aggregates of Limestone Rocks

9.00-11.00

Session 5B: continuation of Theme 4: Rigs to Reefs
Chair Simon Cripps and Attilio Rinaldi

9.00-9.30

PONTI M., ABBIATI M., CECCHERELLI V.U.

Drilling-Platform Wrecks as Artificial Reefs: Preliminary Description of Macrobenthic Assemblages of The "Paguro" (Northern Adriatic)

9.30-10.30

Workshop/participants discussion on aspects of Rigs to Reefs:

10.30-11.00

Coffee

11.00-13.00

X **Session 5B. Theme 5: Aquaculture, FAD & Fisheries**

11.00-11.30

ANDRADE C.A.P. (annulé)

The Wild Fisheries Enhancement Potential of Fishfarms and Artificial Reefs: a Case Study in Madeira Island, North Eastern Atlantic

11.30-12.00

ANGEL D.L., SPANIER E.

The Potential of Artificial Reefs to Reduce Organic Enrichment Caused by Commercial Net Cage Fish Farming in the Gulf of Aqaba (Eilat)

12.00-12.30

AKEDA S., TAKAKI N., TAKAGI N., HAGINO S.

The Present State and Problems on the Improvement and Development of Coastal Fishing Ground in Japan

12.30-13.00

PICKERING H.

Marine Ranching in Combination with Artificial Reefs: a Legal Perspective

13.00

Lunch

14.30-20.00

Visit to Monaco Oceanographic institute

..... **Sunday, 10th October**

8.45

Housekeeping remarks

9.00-13.00

Session 6A. Theme 2: Planning and Design of Artificial Reefs

Chair Stephen Bortone and Tony J. Pitcher

9.00-10.00

The Hong Kong Artificial Reef Initiative - 3 papers on the recent development in Hong Kong

LEUNG A.W.Y., WILSON K.D.P.

Preliminary Assessment of Artificial Reef Deployment in Marine Protected Areas in Hong Kong

KENNISH R., WILSON K., LO J., CLARKE S., LAISTER S.
Selecting Sites for Large Scale Deployment of Artificial Reefs in Hong Kong: Constraint Mapping & Prioritisation Techniques

CLARKE S., LEUNG A.W.Y., MAK Y. M., KENNISH R., HAGGAN N.

Consultation with Local Fishers on the Hong Kong Artificial Reefs Initiative

10.00-10.30

SAYER M.D.J., WILDING T.A., BULLOCK A.M., LARSON K.

Planning, Licensing and Stakeholder Consultation in an Artificial Reef Development: the Loch Linnhe Reef, a Case Study

10.30-11.00

Coffee

11.00-11.30

PAPACONSTANTINO C., BOMBACE G.

Integrated Plan for the Construction of an Artificial Reef in The Thracean Sea, Greece

11.30-12.00

MAHER T.

Florida's Artificial Reef Program: a Unique Partnership between Federal, State and Local Governments

12.00-12.30

DE ALESSI M.L.

The Importance of Secure Tenure for Private Artificial Reef Creation and Stewardship

12.30-13.00

CHRISTIAN R.

Interstate Evaluation of a National Planning Guide for Man Made Fishing Reefs

9.00-13.00

Session 6B. Theme 5: Aquaculture, FADs & Fisheries
Chair Chokei Itosu and Gian Domenico Ardizzone

9.00-9.30

CECCALDI H.J.

"Artificial Reefs" versus "Underwater Structures to Enhance Ecology and Fisheries": an Attempt of Classification and Future Ways of Research

9.30-10.00

OKAMOTO M.

Evaluation of Two Submersible Platforms for Abalone Cultivation and Artificial Reef

10.00-10.30

TAKAGI N., MORIGUTI A., OHMURA Y., NAGANO K., HASUO T., IIDA Y., TERAJIMA T., MIKI K., TANIYAMA M., TAZUKA M., KIMURA K., ARAI K., YOKOYAMA T.

Development of Large-Scale High-Rise Reef and its Effect

10.30-11.00

Coffee

11.00-11.30

OTAKE S., UEKITA Y., NAKAMURA M., OKUNO J.I., SETO M., KANEKO T.

A Study of Settlement Location of Fishery Grounds with Artificial Fish Reefs by Internal Waves

11.30-12.00

HOTTA K., SUZUKI T., NGUYEN TAC N., HONG LONG B.

Technology on Artificial Reef for Creating Seaweeds Community Using Ferrous Sulfate

12.00-12.30

ANDALORO F., SINOPOLI M., COEN B., POTOSCHI A.

Fish Community Associated with FADs in Southern Thyrrenian Sea and in Northern Ionian Sea

12.30-13.00

MATSUBARA Y., NODA H.

Simulation Model of Fish Behavior around Artificial Fish Aggregation Devices (The FAD)

13.00

Lunch

14.30-18.00

Session 7A: continuation of Theme 2: Planning and Design of Artificial Reefs

Chair Dick Stone and Ángel Pérez Ruzafa

14.30-15.00

DODRILL J.W.

A Comparison of Regulatory Processes and Issues among Five Gulf of Mexico State Artificial Reef Programs Smooth Spots and Rough Spots

15.00-15.30

DITTON R. B., OSBURN H.R.

Demographics, Attitudes, and Reef Management Preferences of Scuba Divers in Offshore Texas Waters

15.30-16.00

PUGLIESE R.

Regulation of Artificial Reefs for Fishery Management: the Evolution of the Cooperative State/Federal Process To Designate Artificial Reefs as Special Management Zones, Essential Fish Habitat- Habitat Areas of Particular Concern and Artificial Refugia in the Southeast United States Exclusive Economic Zone

16.00-16.30

Coffee

16.30-17.00

LÖK A., METIN C., TOKAÇ A., ULAS A., DÜZ-BASTILAR Ö.

Artificial Reefs in Turkey

17.00-17.30

TSUMURA K., KAKIMOTO H., NODA M.

The History and Future of Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats in Japan

17.30-18.00

KUWABARA S., SEINO K., YANO K.

Study of Mixed Materials to Increase the Stability of a Rubble Mound Habitats

14.30-18.00

Session 7B: Theme 6: Monitoring, Mitigation and Assessment

Chair Bob Grove and Denis Lacroix

14.30-15.00

PORTIER K., SEAMAN W.

Data Gathering or Data Analysis? The Use of Monitoring Information To Document Performance of Artificial Reefs

15.00-15.30

SMILEY B.D., CONLEY K.W., LAMBERT P.,
COSGROVE J.A.

The Reefkeepers' Guide: a Defensible Science Tool
with a Case Study for Monitoring Reef Biota by
Non-Professional Divers in Canada's Pacific Wa-
ters

15.30-16.00

TAKEUCHI T.

Field Observation of Velocity and Temperature Fluc-
tuations around a Reef

16.00-16.30

Coffee

16.30-17.00

BURTON W.H., SCHULMAN FARRAR J., STEIMLE
F., CONLIN B.

Assessment of the Effectiveness of an Artificial Reef
as Out-of-Kind Mitigation for Loss of Shallow
Water Habitat in the Delaware Bay (USA)

17.00-17.30

SCHROETER S.C., REED D. C.

An Experimental Evaluation of Different Reef Designs
Used to Compensate for Losses to a Giant Kelp
Forest Community

17.30-18.00

GROVE R.S., ZABLOUDIL K., NORALL T.

Assessment of El Niño Events on Natural Kelp Beds
and Artificial Reefs in Southern California

19.30

Social

Monday, 11 October

.....

8.45

Housekeeping remarks

9.00-13.00

**Session 8A: Continuation of Theme 2: Planning and
Design of Artificial Reefs**

Chair Juliusz Chojnacki and Hubert Jean Ceccaldi

9.00-9.30

SHERMAN R.L., GILLIAM D.S., SPIELER R.E.

Artificial Reef Design: Void Space, Complexity and
Attractants

9.30-10.00

PATTON M.L., GROVE R.S.

Why is the Macroinvertebrate Biota of the Mission
Bay Concrete Reef Impoverished?

10.00-10.30

DEYSHER L.E., GROVE R.S., DEAN T.A., JAHN A.
Design Considerations for an Artificial Reef to Grow
Giant Kelp, *Macrocystis pyrifera*, in Southern Cali-
fornia

10.30-11.00

Coffee

11.00-11.30

ULAS A., ÜNSAL S., LÖK A., DÜZBASTILAR O.,
METIN C.,

The Studies on Artificial Reef Design for *Octopus
vulgaris* (Cuvier, 1797) in Izmir Bay (Aegean Sea,
Turkey): Field and Tank Observations

11.30-12.00

SCHILLAK L., MEYER T.

ARCON® An Innovative Technology for Planning, Conceptual Design and Installation of Artificial Reefs in the Sublittoral Marine Environment. Experiences from the Baltic Sea and the Indian Ocean

12.00-12.30

CHARBONNEL E., SERRE C.

Effects of Reef Design Complexification on Associated Fish Assemblages. Example of Large Artificial Reef Units of 158 m³ Used in France

12.30-13.00

KAKIMOTO H., KATAYAMA K., TAHARA M., NODA M., TSUMURA K.

Functions of Artificial Reefs and the Creation of the Shell Nursery

9.00-13.00

Session 8B: continuation of Theme 6: Monitoring, Mitigation and Assessment

Chair Gérard Lasserre and Ricardo Haroun

9.00-9.30

TIAN WEN-MIIN

Engineering Perspectives of Benthic Artificial Reefs off Southwestern Coast of Taiwan

9.30-10.00

UEKITA Y., NAKAMURA M., OTAKE S.

Formation of Environment for Artificial Habitat Ecosystem. Sandy Beach Ecosystem

10.00-10.30

SHYUE SHIAHN-WERN

Investigating Terrain Change around Artificial Reefs by Using Multibeam Echo Sounder

10.30-11.00

Coffee

11.00-11.30

FABI G., LUCCARINI F., PANFILI M., SOLUSTRI C., SPAGNOLO A.

Effects of an Artificial Reef on the Surrounding Seabed Community (Central Adriatic Sea)

11.30-12.00

BYERS J.E., LENIHAN H.S., PETERSON C.H., THAYER G.W.

Effects of Human-Induced Disturbances on Oysters and Reef Dwelling Species: Implications for Reef Restoration

12.00-12.30

FALACE A., BRESSAN G.

Evaluation of the Efficiency of an Antigrazing Net Placed on an Artificial Reef at Loano (Savona, Ligurian Sea): Algal Biomass

12.30-13.00

HOLBROOK S.J., REED D.C.

Methods for Enhancing Habitat Value of Artificial Structures by Establishing Surfgrass (*Phyllospadix torreyi*)

13.00

Lunch

14.30-16.00

Session 9 continuation of Theme 6: Monitoring and Design of Artificial Reefs

Chair Bill Seaman

14.30-15.00

OSEMBERG, ST. MARY C.M., WILSON J.A., LINDBERG W.J.

A Quantitative Framework To Evaluate the Attraction-Production Controversy, with Application to Marine Ornamental Fisheries

15,00-16,00

WORKSHOP: Monitoring, Mitigation and Assessment

16.00-16.30

Coffee

16,30-18,00

Session 9 Panel discussion on Planning Artificial Reefs

Chair Dick Stone

18,00

G. RELINI

Concluding Remarks and Farewell

Poster presentations:

- ALEXANDROV B.G.
Water Quality Management with the Help of Artificial Reefs
- ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A.
Artificial Habitats for Fishery Restocking in Oligotrophic Waters (Ponza Island, Central Tyrrhenian Sea)
- BACCHIOCCHI F., CECCHERELLI V.H., LAMBERTI A., DREI E.
Analysis of The Benthic Community in Two Areas Protected by Stone Reef Barriers
- BADALAMENTI F., D'ANNA G., GRISTINA M., PIPITONE C., PARISI R.
Influence of the Alcamo Marina Artificial Reef (N/W Sicily, Italy) on the Adjacent Soft Bottom Area

- BAYLE J.T. , RAMOS A.A.
Fish Assemblage Associated to an Alveolar Artificial Reef in the Marine Reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean): Temporal Dynamics and Successional Trends

- BAYLE J.T., RAMOS A.A., ZABALA M.
Assessing the Effectiveness of the Experimental Artificial Reef of Tabarca (Alicante, Spain, Sw Mediterranean): Comparison of the Artificial Structures with a Natural Rocky and Seagrass Bottoms

- BORDES F., COELLO D., OJEDA M.D.
Small-Scale Systematic Echosurveys for Estimating Fish Density in Three Artificial Reef Areas off Lanzarote and Gran Canaria (Canary Islands).

- BUCHARY E.A., PITCHER T.J., HUTTON T.
Application of Marine Ecosystem Modelling to Artificial Reef Deployment Studies. ECOSPACE: a Demonstration

- BUSSANI M., ODORICO R.
Alternative Materials for Artificial Reefs

- CHOJNACKI J.C., RACZYŃSKA M.
Ecological Effect of Artificial Reef in Pomeranian Bay (Baltic Sea)

- COSTA MONTEIRO C., NEVES SANTOS M.
Artificial Reef Systems: a Tool for the Algarve Coast Fisheries Management Plan

- DANOVARO R., GAMBI C., MAZZOLA A., MIRTO S.
Influence of Artificial Reefs on the Surrounding Infauna: Analysis of Meiofauna

- DE SOUZA E.G.A., DE ALMEIDA T.C.M., ZALMON I. R.
Fish Assemblages and Environmental Variables on an Artificial Reef - Rio De Janeiro, Brazil

- FALACE A., BRESSAN G.
Phytobenthic Colonization on Panels with Different Slope in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea)
- FALACE A., ZULIANI A., BRESSAN G.
Algal Flora on Artificial Reefs at Loano (Savona, Ligurian Sea).
- FALCÃO M., VALE C., NEVES SANTOS M.
An Ecological Comparison Between Two Artificial Reef Systems (South of Portugal): Chemical Evolution on Water Column and Sediment
- GARCÍA CHARTON J.A., PÉREZ RUZAFÁ Á.
Shipwrecks as Artificial Reefs in the Coast of Murcia (Southeast Spain)
- GOUVEIA L., HENRIQUES DELGADO J., ALVES A.
A New Project on Artificial Reefs in Maderia Island
- HAROUN R.J., HERRERA R., GARRIDO M.J.
Comparative Study of the Marine Biota Before and After the Deployment of an Artificial Reef in Gran Canaria Island (Canary Islands, Spain)
- HARRIS L.E.
New Methods for Using Artificial Reefs for Habitat Protection, Mitigation and Restoration
- HENRIQUEZ P., BADALAMENTI F., CHEMELLO R., D'ANNA G., RIGGIO S.
Are Artificial Reefs Related to Adjacent Natural Rocky Areas? A Mollusc Case Study in the Gulf of Castellammare (NW Sicily)
- LAM K.K.Y.
The Feasibility of Deploying PFA-Concrete Artificial Reef for Coral Reef Restoration: a Hong Kong Case Study

- LANCE K.B.J., GILLIAM D.S., SHERMAN R.L., SPIELER R.E.
Reef Fish Assemblage Structure Affected by Small-Scale Spatial Variations of Artificial Patch Reefs: Preliminary Results
- LOZANO-ÁLVAREZ E., NEGRETE-SOTO F., WEISS H.M.
Abundance and Interactions of Moray Eels (*Gymnothorax moringa* and *G. vicinus*) and Spiny Lobsters (*Panulirus argus*) in Artificial Shelters
- MORENO I., MORANTA J., COLL J., REÑONES O.
Effects of Substrata on the Artificial Reef Fish Assemblage in Santa Eulalia Bay (Ibiza Island, Western Mediterranean)
- ODORICO R., BUSSANI M., MORA G.
Use of Polyethylene in Artificial Structures: Ecomare Project
- OJEDA M.D., COELLO D., HAROUN R. J.
Artificial Reef in the Canarian Autonomous Community: a Decade of Development
- RELINI G., RELINI M. TORCHIA G., PALANDRI G.
Ten years of Censuses of Fish Fauna on the Loano Artificial Reef
- RUIZ FERNÁNDEZ J., GUTIÉRREZ ORTEGA J.M., GARCÍA CHARTON J.A., PÉREZ RUZAFÁ Á.
Spatial Characterization of Seagrass (*Posidonia oceanica* (L.) Delile) Meadows in Mediterranean Artificial Reefs (Murcia, SE of Spain).
- SCHILLAK L., MEYER T.
Arcon® - An Innovative Technology for Planning, Conceptual Design and Installation of Artificial Reefs in the Sublittoral Marine Environment. Experiences from the Baltic Sea and the Indian Ocean

- SHIPP R.L.
The Artificial Reef Debate: Are We Asking the Wrong Questions?
- STRAITH J., RODGERS W.J.
British Columbia's Artificial Reef Program: a Study in Alternative Approaches to Artificial Reef Development and Management
- TUNESI L., DIVIACCO G.
Importance of Artificial Habitats in the Attraction of Commercial Species in Deep Waters
- WILDING T.A., SAYER M.D.J.
Evaluating Artificial Reef Performance: Approaches to Pre-Deployment Research
- WILDING T.A., SAYER M.D.J., LARSON K.
The Manufacture of Artificial Reef Blocks Using Quarry By-Products

Author's Index

.....

A

- AABEL J. P. Session 4B
- ABBIATI M. Session 5B
- ABELSON A. Session 5A
- AKEDA S. Session 5B
- ALDANA J. Session 3B
- ALEXANDROV B.G. Poster.
- ALSPACH G.S. Jr. Session 5A
- ALVAREZ S. Session 4B
- ALVES A. Poster
- ANDALORO F. Session 6B
- ANDRADE C.A.P. Session 5B
- ANGEL D.L. Session 5B
- ARAI K. Session 6B
- ARDIZZONE G.D. Poster

B

- BACCHIOCCHI F. Poster
- BADALAMENTI F. Poster
- BAINÉ M. Session 3B
- BAQUEIRO-CARDENAS E. Session 3B
- BARNARD N. Session 4A
- BAYLE J.T. Poster
- BELLUSCIO A. Poster
- BENTLEY M.G. Session 3A
- BOMBACE G. Session 6A
- BORDES F. Poster
- BORTONE S.A. Session 3A
- BRESSAN G. Session 5A / 8B Poster
- BRIONES-FOURZÁN P. Session 5A
- BRUZAMOLLIN F.P. Session 4A
- BUCHARY E.A. Session 1 Poster
- BULLOCK A.M. Session 6A
- BURTON W.H. Session 4A / 7B
- BUSSANI M. Poster
- BYERS J.E. Session 8B

51

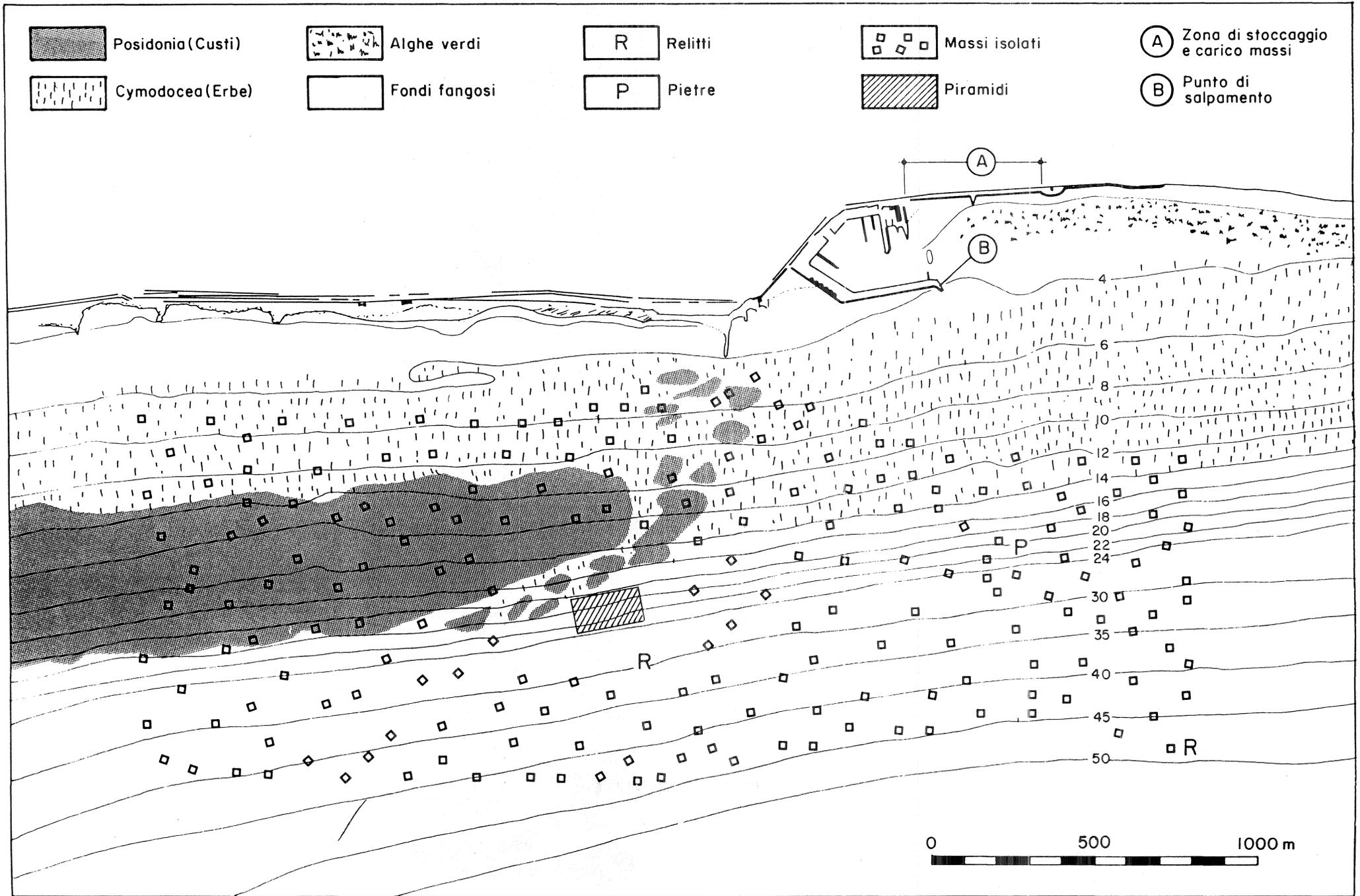


Fig. 1. - Contorni della barriera artificiale di Loano e distribuzione dei sedimenti di tipo P.C. - 11

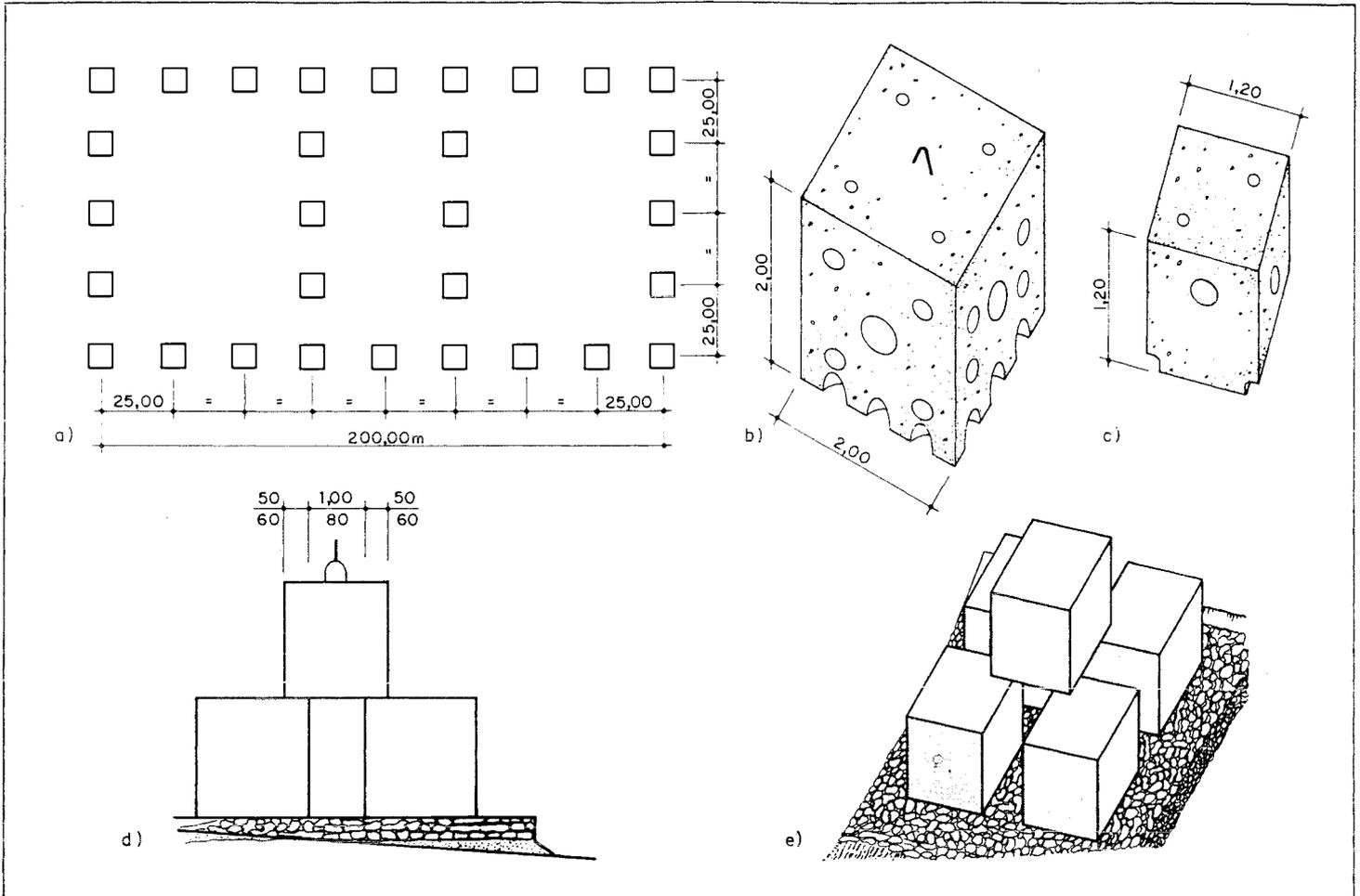


Fig. 2 (a) Disposizione delle piramidi costituenti il nucleo centrale; (b) Modulo di tipo "B"; (c) Modulo di tipo "C"; (d) Vista laterale di una piramide; (e) Piramide con basamento



Fig. 3 - Lo stoccaggio dei moduli di tipo "A" e "B" nel porto di Loano: i blocchi di 2 m di lato, presentano una finitura superficiale scabra, fori passanti, anfrattuosità e recessi in sommità ed in corrispondenza della base

REEF BALL™ Brochure

Page 2

Features of Patented Reef Ball Technology

FLOATING DEPLOYMENT

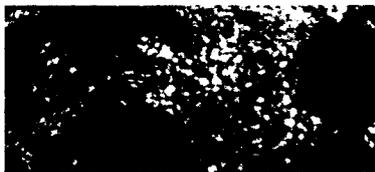


Reef Balls are cast around an extremely durable Polyform bladder. This bladder can be left in the unit to provide floatation so it can be towed behind any size boat. Once at the site, the bladder is deflated and removed. When divers are used, the unit can be placed precisely on the sea floor with a controlled descent making repairs to damaged reefs possible without endangering adjacent natural reefs. If desired, the units can be deployed by barge without divers. Multiple units can be towed behind a single boat. Seas should be 3-4 feet or less. Recommended towing speed is 2-3 knots.

UNIQUE HOLE SIZING & PLACEMENT

Natural reefs are variable in size, shape and hole density. Artificial reefs function better when they mimic nature. The balls which create holes are inflated to different pressures to vary hole sizes. Interconnected holes are possible by inflating the balls until they touch. Additional casting techniques are taught by our trainers so users can customize to fit any need.

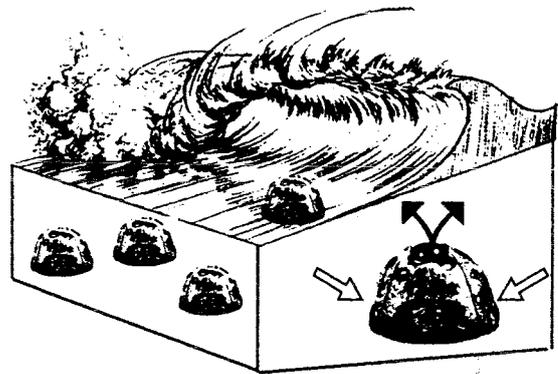
SURFACE TEXTURES



A variety of surface textures that enhance the settlement of marine life are available. A popular surface texture is made by spraying sugar water onto the surfaces of the mold before casting. After the cement mixture

hardens, the mold panels are removed and the last 1/2 inch of concrete remains unhardened. A rough stoney surface is exposed by rinsing the module with a garden hose. All surfaces are enhanced by the use of an air entrainment admix. This non-toxic, soapy-like additive creates tiny air pockets in the concrete which pits the surface of the Reef Balls. These pits offer tiny marine organisms (such as larval corals) a place to easily attach themselves.

STABILITY



Reef Balls are designed so that over half of the weight is in the bottom within a foot of the sea floor. All sizes of Reef Balls have withstood, without movement, heavy tropical storms (in which other nearby artificial reefs were damaged or moved) in as little as 20 feet of water without anchors. Reef Balls are stable because the opening in the top of the unit breaks up the lifting force of the hydrofoil effect common to dome shapes. Side holes are wider near the center of the walls and narrow near the unit's surface. This feature creates miniature vortexes which further reduce lifting forces and bring rich nutrients to life on the reef. Reef Balls can be cast up to double the standard weight to accommodate high energy zones, or they can be cast at 75% of the standard weight to save concrete for bay, deep or protected water locations. Our staff will help you determine the best way to insure stability.

REEF BALL™ Brochure

MARINE FRIENDLY CONCRETE

The concrete used to make Reef Balls features W.R. Grace's Force 10,000 micro silica to create a super high strength, abrasion resistant, concrete that has a pH similar to natural seawater. This is unlike regular concrete which has a surface pH as high as 12. This high pH (the sea has a natural pH of 8.3) can inhibit the settlement and growth of many species of marine life including some larval corals. Micro silica gives Reef Balls an expected life of 500+ years.

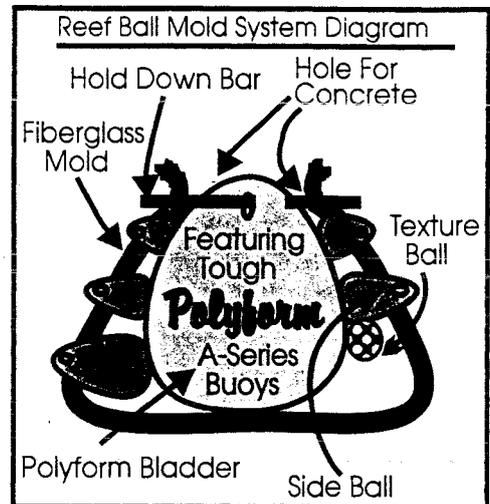


Cancun, Mexico
Atlantis Submarine



Page 3

RBDG has built and deployed over 20,000 Reef Balls with 125 (and counting) projects worldwide as of Oct. 1997. We're the world's leading designed reef builder!



6 Standard Sizes (Oyster, Lo-Pro, Bay, Pallet, Reef & Ultra)

6' X 4' Reef Balls (pictured above) are designed to be a center attraction. The Ultra ball adds 4 inches of height with about the same amount of concrete. Labor for Reef or Ultra Ball: 1 hour & 20 minutes.

4' X 3' Pallet Balls were designed with the serious reef builder in mind. The size packs well on a truck or barge. Structure arms are built into the walls to prevent damage from anchors, careless handling, and barge deployments. Thick walls are forgiving when concrete is below specifications. Pallet Balls can be rolled down a beach by 4 people (ideal for remote locations). A wide top flange makes filling easy. Labor per ball: 45 minutes.

3' X 2' Bay Balls give maximum surface area for the concrete used (and your budget). The low height of Bay Balls is helpful in shallow bays and estuaries. Like Pallet Balls, Bay Balls can tolerate lower concrete strengths. A Bay Ball can be picked up and easily moved by 4 people. Bay Balls are popular with adventure programs. Labor per ball: 20 Minutes.

Lo-Pro (24" X 18") and Oyster Balls (18" X 12") make great juvenile habitat when used alone or they can be used to top off a Pallet or Reef Ball in deeper waters for a bit more profile. Labor 15 minutes. Side balls not included.

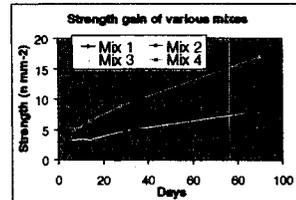
Thomas A. Wilding and Martin. D. J. Sayer, Centre for Coastal and Marine Science Dunstaffnage Marine Laboratory, P. O. Box 3, OBAN, Argyll. PA34 4AD, Scotland, UK. E-mail tomw@wpo.nerc.ac.uk, mdjs@wpo.nerc.ac.uk

Kurt Larson, Yeoman (Morvern) Limited, Glensanda Quarry Operations, Rhugh Garbh Depot, Barcaldine, OBAN, Argyll. PA37 1SE, Scotland, UK.

1. Introduction

- Artificial reefs are man made structures placed on the seabed for a variety of uses including aquaculture
- Raw materials can make up the largest proportion of the total cost
- Construction materials must be physically robust and chemically inert.
- Quarry by-products, mixed with cement and fly-ash, are potential reef block materials

4. Producing the strongest block



Data courtesy of Paul Worters, Construction Materials Management.

Mix No	Cement	Fly-ash	Quarry dust	Washing plant filter cake
1	5%	10%	35%	50%
2	2.5%	2.5%	95%	0%
3	3.5%	3.5%	93%	0%
4	5%	5%	70%	20%

7. Chemical stability

- Leaching maximised by grinding the material (concrete (mix 4) and granite) using a granite boulder
- Taking 40g of the 0.5 - 1mm fraction and
- Suspending it in ultra pure artificial seawater then
- Constantly agitating the suspension on an orbital shaker

10. The result!



2. Glensanda Quarry



Operated by Yeoman (Morvern) Limited, part of Foster Yeoman Limited (the biggest family owned quarrying company in Europe), this quarry produces 6 million tonnes of aggregate per year. By products include washing plant filter cake (100,000 tonnes per year) and quarry dust. Both have potential for use in the production of artificial reef blocks.

5. Block strength results

- After 90 days mixes 3 and 4 exceed the strength objective of 10 N mm⁻² and the British standard for building blocks by 5 times.
- Mix 4 utilises 20% washing plant filter-cake (major by-product)
- Strength likely to increase for many years post deployment
- Cement and fly-ash present at low levels in mix 4
- *Mix 4 represents the optimum mix (strength and cost terms)*

8. Leaching results

- Concrete leached significantly more iron, molybdenum, rubidium and strontium compared with granite
- After 100 days leaching was no longer occurring from concrete (except manganese)
- Some metals (cadmium, zinc and lead) were lower in the treatments compared with the control (data not shown)
- Leaching did not necessarily reflect the metal concentration in the base material
- If a 42,000 tonne reef was subjected to 'worst case' leaching conditions, only iron would exceed background seawater levels but at <1% recommended safe limit

11. Homes for lobsters?



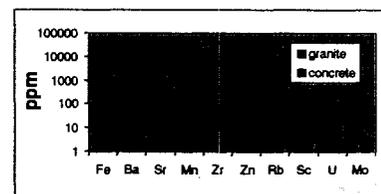
3. Objectives

- To produce a block that is strong and chemically inert
- To minimise cement and fly-ash content
- To maximise the usage of by-products
- To ensure compatibility with standard block producing equipment

Approach

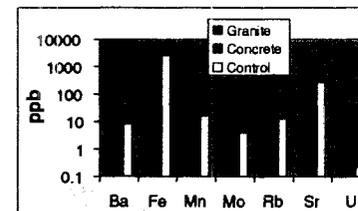
- To determine which mixture gives the strongest and most cost-effective block
- To determine the chemical composition and chemical stability of the chosen mix

6. Block composition - trace elements



- Although very similar concrete (mix 4) contains more iron, strontium and scandium than granite (Means and upper 95% confidence limits shown, n=4 in all cases)

9. Metal concentrations at day 100

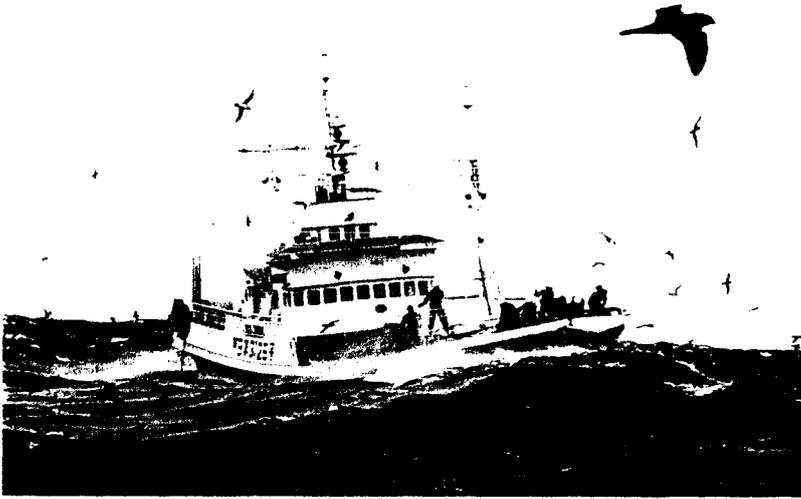


Concentration of metals in flask supernatant following 100 days of constant agitation. Means and upper 95% confidence limits shown, n=4 in all cases. Means with the same letter are not significantly different.

12. Conclusions

- Quarry by-products can be consolidated using cement and fly-ash to produce a robust block
- Even under extreme conditions the concrete is chemically stable and environmentally safe
- Standard equipment can be used to produce the blocks; the blocks can contain voids
- Using by-products reduces material costs by up-to 30%
- *Commercially viable reef-based aquaculture becomes a possibility*

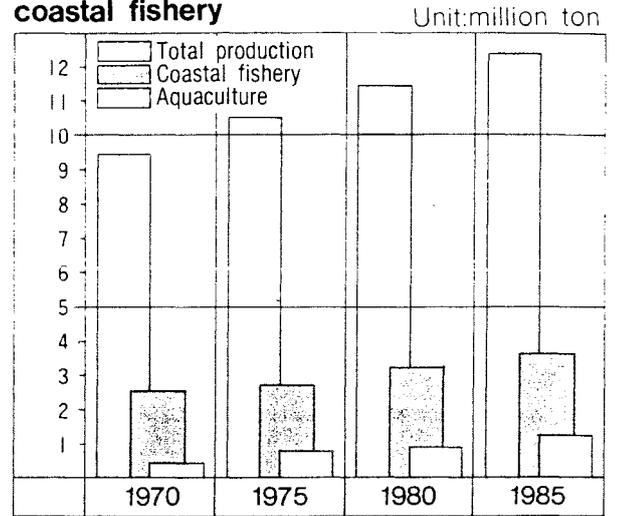
Present State of Coastal Fishing, Now.....



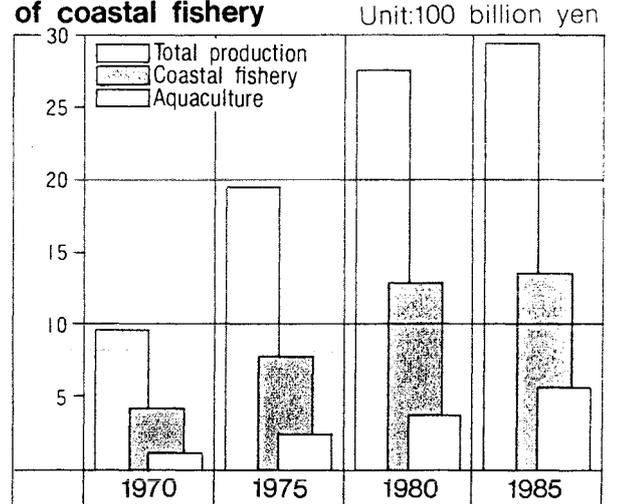
Coastal Fishery Gaining in Importance

Since after the advent of 200-mile zone era in 1977, Japan's coastal and offshore areas have been increasingly gaining their importance as a legitimate area for fisheries development. Particularly, coastal fishery is increasing its share in total production both in terms of volume and value. A total of 336,000 fishermen, accounting for some 78 percent of the total, were engaged in coastal fisheries in 1985. Under such circumstances, the promotion of "culturing and farming fisheries" has become all the more important for furthering the development of coastal fisheries.

Changes in production of coastal fishery



Changes in production value of coastal fishery



Present State of Coastal Fishing Ground Development.....

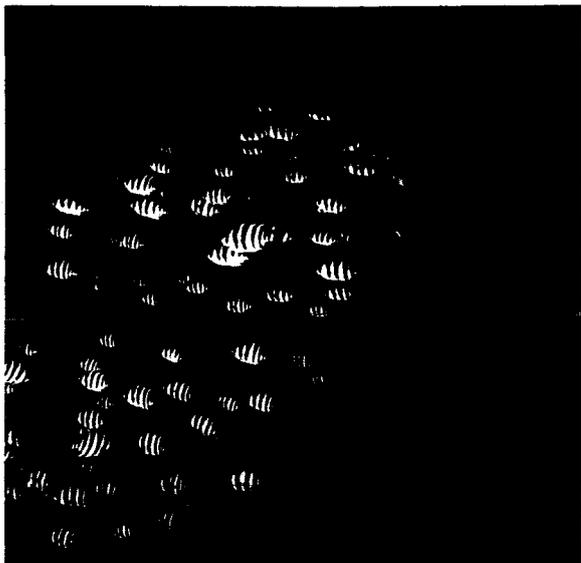
Present state of coastal fishing ground development

In 1974, the coastal fishing ground development was promulgated. Based on this act, the first (1976-81) and the second (1982-87) projects have been prepared and such works as placement of fish reefs, creation of aquaculture ground and maintenance of fishing ground etc. have been implemented. As a result, the area covered by the project has reached 9.3% of possible development area by artificial intervention around Japan. The effects of the coastal fishing ground development project include increases of catches and fishing days, reductions of working hours and costs, and improvement in freshness of products. Under the circumstances, it is highly expected that this project be actively developed in the future.

No. of placed subjected to the coastal fishing ground development projects

Placement of fish reefs	3,000	3,500
Construction of aquaculture ground	200	300
Maintenance of coastal fishing grounds	150	150
	100	200
	300	3,000
	3,500	

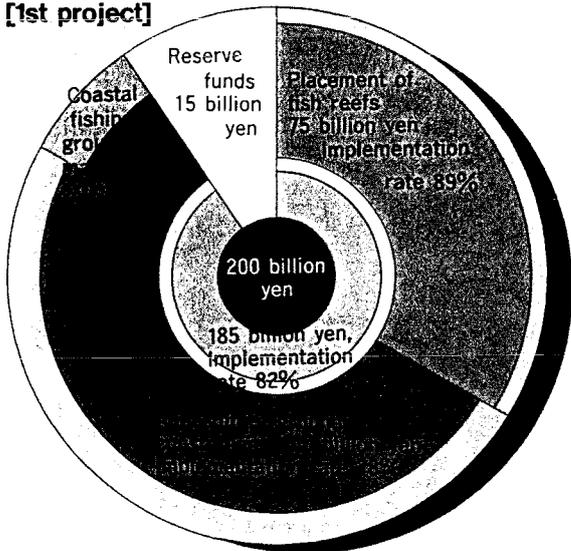
Legend: ■ First project, ■ Second project



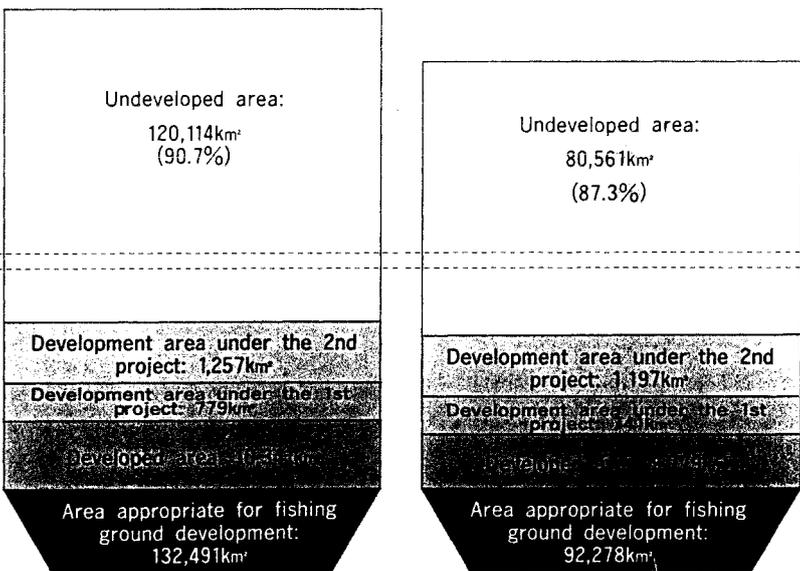
▲ Parrot fish in fish reefs

Outline of coastal fishing ground development project

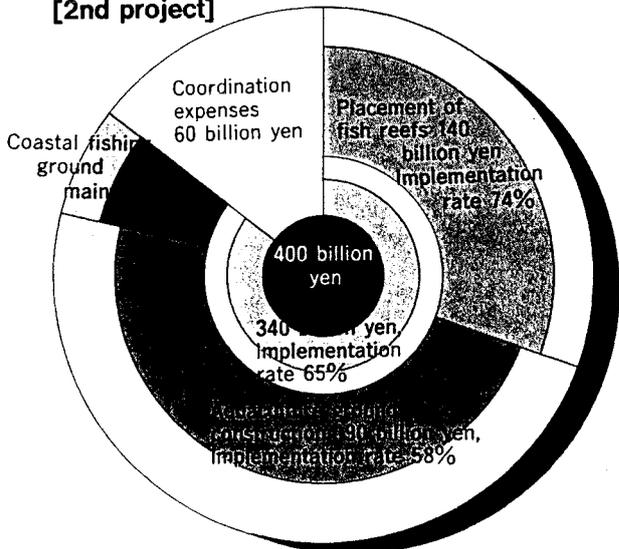
[1st project]



Development level of coastal fishing ground



[2nd project]

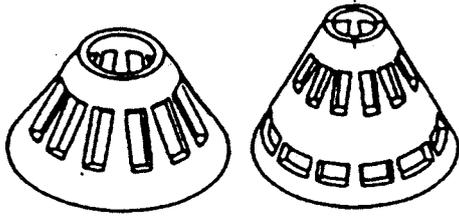


0 to 200 m in depth

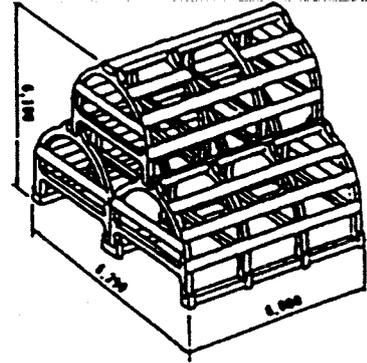
0 to 100 m in depth



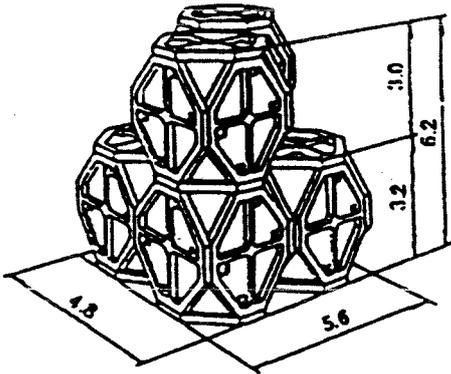
▲ Eggs of squid laid in fish reef facility



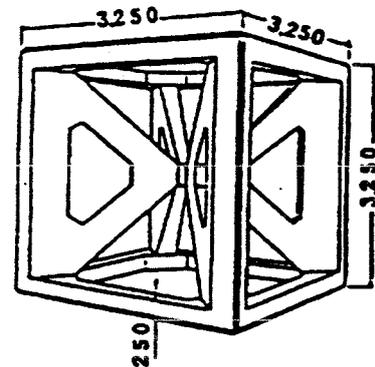
1) Récif capsule



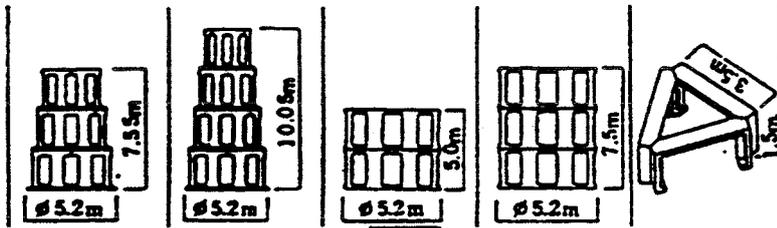
2) Récif Kamaboko Chikuwa



3) Récif Okutagon Toyosuiken

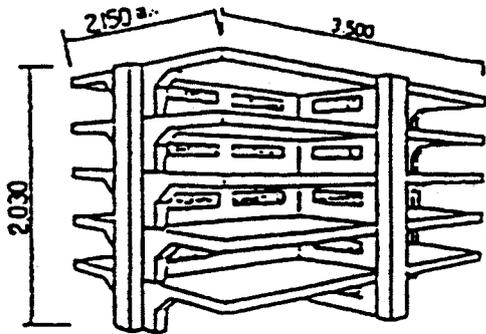


4) Récif Kaiyodoboku

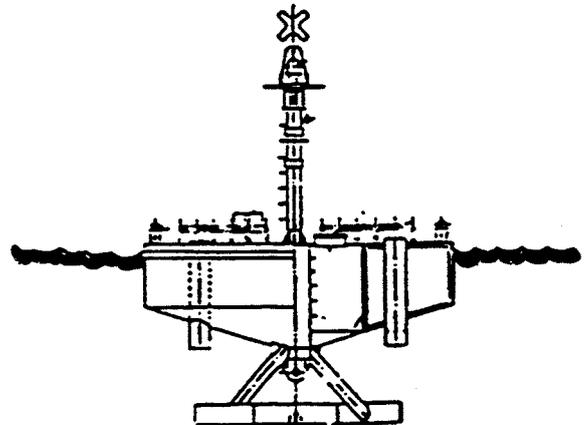


5) Récif Obayashigumi

1 à 5: d'après Nihon ogata jinkogyosho Kyokai
(Association japonaise des récifs artificiels de grande taille)



6) Récif pour pont de seiche
(d'après KAKIMOTO, 1986)



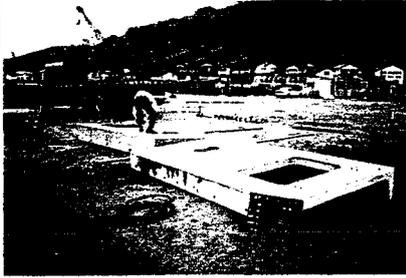
7) Récif flottant (Marine ranching)
(d'après SIMARD, 1991)

Fig. 2 - Exemples de modules de récifs.

[CONSTRUCTION AND INSTALLATION]



① Construction of blocks



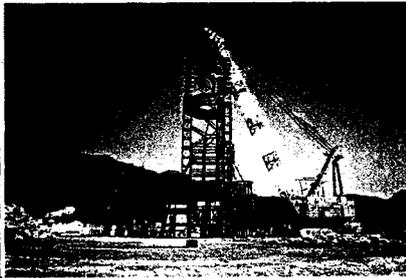
② Casting of concrete panel



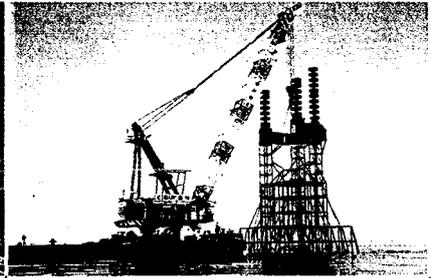
③ Construction of artificial rock



④ Assembly on the portsite



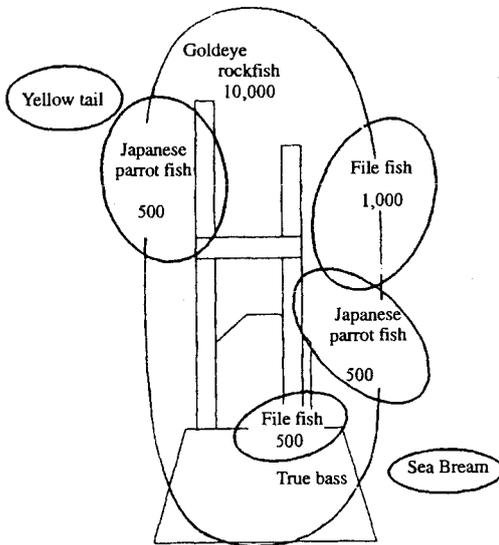
⑤ Loading of the reef



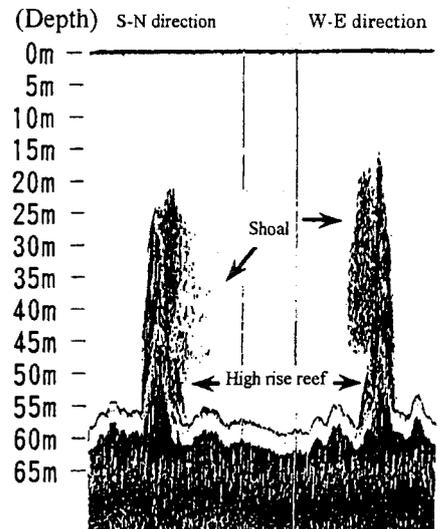
⑥ Installation of the reef

[FISH AGGREGATING EFFECT] Survey results from the test reef off Atsumi Town, Yamagata Prefecture

(Diving survey)



(Fish detection survey)



Future Coastal Fishing Ground Development

Future fishing ground development needs to meet new demands, such as the "Marine", mainly for comprehensive development type fishing, and coastal and offshore waters.

Comprehensive development of coastal and offshore waters

Seaweed breeding ground

Construction of littoral marine species growing ground

Maintenance of fishing ground

Research and



Submarine research vessel

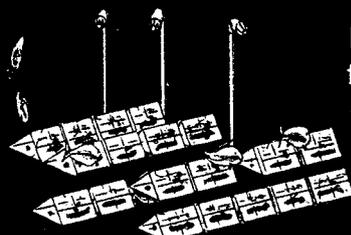


Floating fish reef

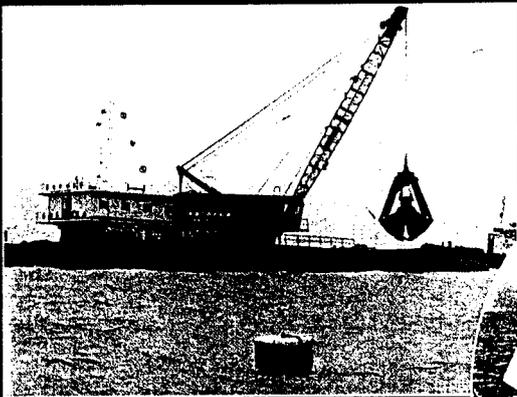


Natural reef

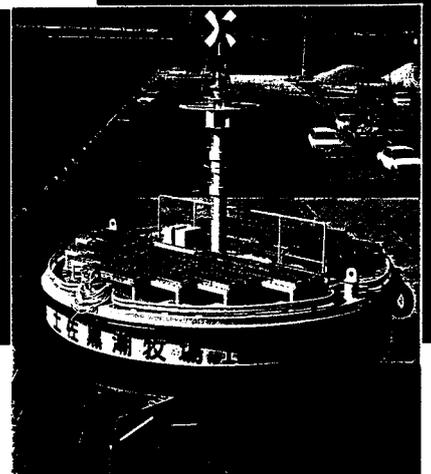
Mid-layer water floating fish reef complex



Construction of artificial reef fishing ground



► Placement of fish reefs

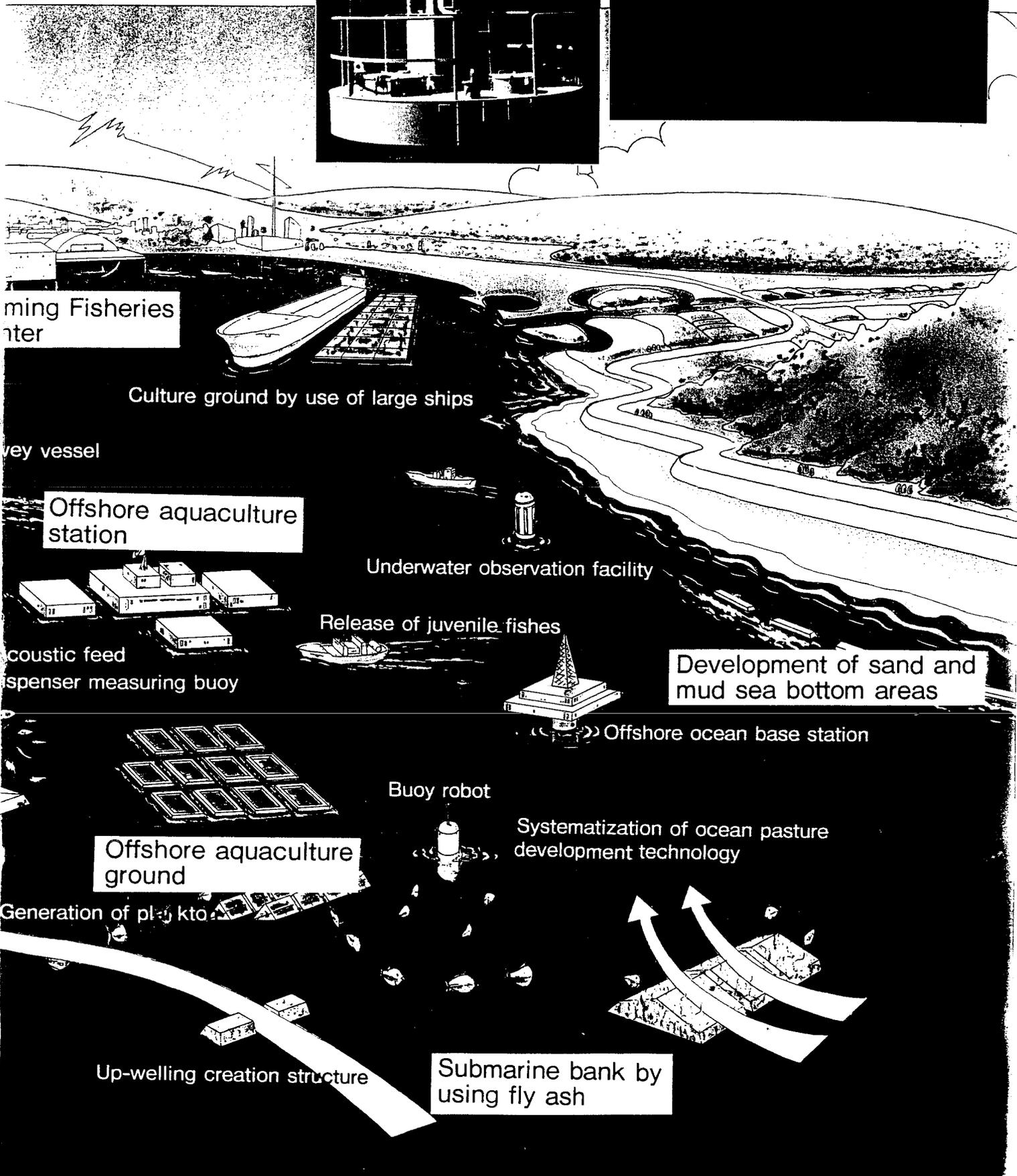
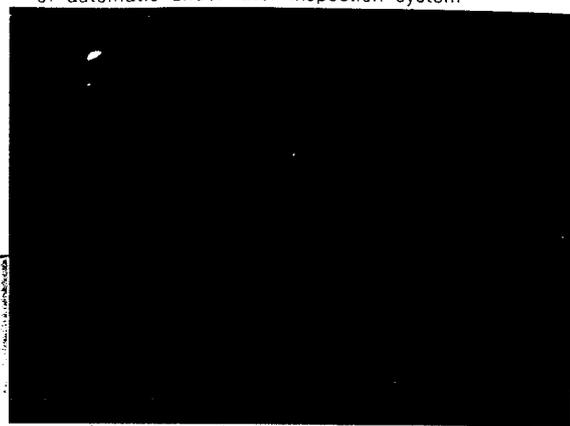
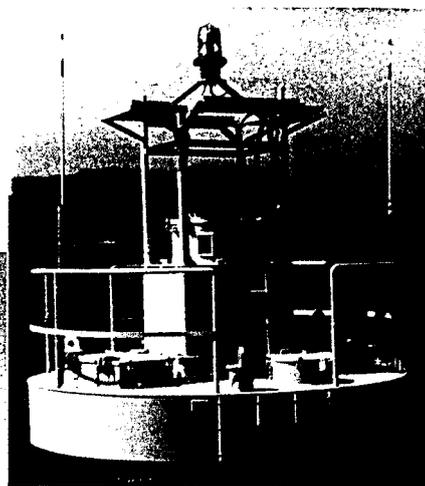


▲ Large-scale solar system equipped

to be carried out to
 tion" concept designed
 resource-management-
 s.

▼ Practical acoustic feed dispenser

of automatic underwater inspection system



Future direction of coastal fishing ground development

It has been increasingly required that we introduce new programmes which meet the requirement of the age and conduct necessary research and surveys such as on marinovation concept as an idea for comprehensive development of coastal and offshore areas. development of new technology under "Marino-forum 21 project", a joint industry-academics-government work programme, and development of fishing ground by