

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement
du Littoral



MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER EN SCIENCES DE LA MER

Sujet :

**Les récifs artificiels : Concepts et intérêts
d'exploitation en Algérie**

Présentée par:

M^{elle} RECHAM Sofia

Soutenu le 13/10 /2012 devant le jury suivant :

M ^{me}	BACHARI F.	Professeur	Président
M ^r	MEDDOUR A.R.	Maitre de conférences	Directeur
M ^{elle}	AIT AMEUR N.	Maitre de conférences	Examinatrice
M ^r	REFES W.	Maitre de conférences	Examineur

Promotion : (2011/2012)

DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail
à la mémoire de mon cher père,
à ma chère mère,
à ma sœur,
à mes frères,
et à tous ceux qui m'ont aidé*

SOFIA

Remerciements

Au terme de ce travail, je remercie Dieu le tout puissant pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté, pour réaliser ce modeste travail.

Je tiens à remercier le Docteur MEDDOUR, maître de conférences classe A à l'université d'Annaba Pour m'avoir encadrée pour sa confiance, sa disponibilité, ses encouragements ainsi que ces précieux et judicieux conseils.

Mes vifs remerciements aux membres du jury qui me font l'honneur d'examiner et de juger ce travail

A;

Madame HOUMA-BACHARIF, Professeur (ENSSMAL), qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury,

M REFES.W, maître de conférences classe B (ENSSMAL), et M^{ie} AIT AMEUR maître de conférences classe A (ENSSMAL), pour leurs aides et leurs soutiens et pour avoir accepté d'examiner ce manuscrit et de participer à ce jury.

Nos profondes reconnaissances au personnel de la bibliothèque de l'ENSSMAL, ainsi qu'à toutes les personnes qui mon aidés du près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Je remercie également tous les enseignants qui n'ont eu cesse de me communiquer le savoir tout au long de ces années Je remercie pareillement tous ceux qui m'ont aidée à la réalisation de cet humble mémoire.

Sofia

Liste des abréviations

RA: Récif Artificiel

D.A.T.A.R : Délectation à l'Aménagement Territoire et à l'Action Régionale.

EARRN : European Artificial Reef Research Network.

F.A.O : Food and Agriculture Organization.

GIZC : Gestion Intégrée de la Zone Côtière.

I.F.R.E.M.E.R : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.

IPIMAR: Instituto das Pescas da Investigação e do Mar.

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques.

ZEE : Zone Economique Exclusive.

Liste des figures

Numéro de la figure	Titre	Page
1	Organisation schématique des récifs artificiels.	7
2	Récif de type <i>Panier Fakir</i> , immergé en 2007 à Marseille.	8
3	Récif de protection "Sea Rock".	9
4	Récif artificiel dédié à la plongée récréative	10
5	Diversité morphologique des récifs artificiels	11
6	Mise en place de ReefBall [®] .	12
7	Modules Ecoreef assemblés en récif	13
8	Cycle de vie sur les récifs	14
9	Bloc de béton utilisé pour la restauration à Bora Bora	15
10	Structures en bétons colonisés par la flore et la faune aquatique	16
11	Modules de récifs en métal et béton de 20 m de haut au Japon	20
12	récif artificiel en pyramide, réalisé par le club Environnement du collège FNAB	23
13	Modules de récifs de production au Portugal	25
14	Groupe de juvéniles à proximité de récifs artificiels	26
15	La multiplicité des pressions sur le littoral	31

Liste des tableaux :

Numéro du tableau	Titre	Page
1	Espèces colonisatrices des récifs artificiels	17
2	Synthèse des principales réalisations d'aménagement en récif artificiel dans le monde	27
3	Avantages et inconvénients des matériaux dans les récifs artificiels	28-29

Sommaire

1. Introduction	1
2. Terminologie liées aux récifs artificiels	3
3. Concept	5
4. Typologie des récifs artificiels	7
4.1. Récifs artificiels de production	8
4.2. Récifs artificiels de protection	9
4.3. Les récifs artificiels récréatifs	10
5. Diversité morphologique et matériaux de construction	11
6. Immersion, fonctionnement et mécanisme de colonisation des récifs artificiels.....	12
6.1. L'immersion de récifs artificiels	12
6.2. Fonctionnement et mécanismes de colonisation des récifs artificiels.....	13
6.3. Mécanisme de colonisation des récifs artificiels	15
6.4. Observation de Monaco.....	17
6.5. Observation de Fregene – Italie.....	17
7. Expériences mondiales sur les récifs artificiels	19
7.1. L'expérience japonaise.....	19
7.2. L'expérience des USA.....	21
7.3. L'expérience Cubaine	22
7.4. L'expérience Espagnole	22
7.5. L'expérience Italienne.....	23
7.6. L'expérience Française	23
7.7. L'expérience Portugaise.....	24
7.8. L'expérimentation Britannique.....	26
8. Synthèse sur les réalisations de Récif Artificiels dans le monde	26
9. Avantages et inconvénients des récifs artificiels.....	28
10. La position des récifs artificiels dans l'aménagement du territoire.....	30

11. Impact des récifs artificiels	32
11.1. Impact sur la ressource halieutique.....	32
11.2. Impact sur les espèces patrimoniales.....	32
11.3. Impact sur la qualité des eaux.....	32
11.4. Impacts hydro-sédimentaires.....	33
11.5. Impact économique	33
11.6. Les impacts sociaux.....	33
11. Perspectives d'application en Algérie.....	34
12. Objectifs des récifs artificiels en Algérie.....	35
Conclusion	36
Références bibliographiques	37

1. INTRODUCTION

Simard (1989 ; 1996) indique que le concept de «Récif Artificiel» est apparu pour la première fois au Japon sous le règne de l'empereur **Joo** entre **1652** et **1655**, sous forme de récifs composé de tas de pierres ou d'épaves remplies de pierres et qui sont placés sur des fonds sableux à proximité des villages afin d'étendre ou de créer des zones de pêche exploitables.

Cependant, d'après **Riggio et al.(2000)**, il semble que des récifs aient été utilisés en Méditerranée il y a près de 3000 ans. En effet, pour la capture de thonidés, les engins de pêche appelés *Thonnaires* ou *Tonnaria* étaient lestés au fond de la mer par pierres qui étaient abandonnées sur place. Au fur et à mesure et avec le temps, ces pierres s'accumulaient et formaient des structures reconnues comme moyen d'attraction des poissons. Il est vraisemblable qu'à cette même époque, les pêcheries artisanales utilisaient cette technique (**Simard, (1995)**).

A partir de **1830**, ce concept s'est répandu aux États-Unis où des rondins de cabanes en bois étaient utilisés au large de la côte de la Caroline du Sud pour attirer les poissons et améliorer la pêche. De nombreux exemples suivirent à travers le monde (**Stone et al.,(1991)**). Plus récemment, les récifs artificiels ont été utilisés pour protéger les ressources marines contre les activités illégales de pêche industrielle (Chalutages) (**Jensen et al., (2000)**).

Depuis, aux USA, au Japon, en Europe et dans le reste du monde, l'utilisation croissante des récifs artificiels dans les zones côtières a marqué une nette évolution dans la préservation de la biodiversité et des ressources marines et du développement de leur exploitation durable à travers la pêche traditionnelle et l'écotourisme.

Toutefois, certains récifs artificiels peuvent engendrer des conséquences néfastes notamment lorsque des déchets radioactifs ou chimiques sont immergés en haute mer dans des containers ou lorsque des matériaux recyclés ou inadaptés sont utilisés dans la fabrication de structures de récifs artificiels immergés à proximité des côtes.

Ces éléments ont impliqué la nécessité d'établir certains principes directeurs et de prévention concernant leur composition, leur construction, leur déploiement et leur aménagement. La *Convention de Londres (1972)* et le *Protocole de Londres (1996)* ont relevé ces points d'inquiétudes que sont le recours à l'implantation de récifs artificiels pour légitimer

l'enfouissement marin de déchets et matières hautement contaminantes et dangereuses pour l'environnement et la biodiversité.

Le littoral marin est l'espace qui fait l'objet d'un fort engouement et de nombreuses activités socio-économiques (Pêche, Tourisme, Urbanisme etc..). C'est aussi un domaine très convoité où se déroulent des phases essentielles pour la vie de multiples organismes marins (frayère, nourricerie etc,...). Pour **Pary (2004)**, cet espace très productif mais très fragile aussi, subi de fortes pressions anthropiques liées à l'extension de ports de plaisance et des villes côtières, aux pollutions terrigènes, aux variations des apports des fleuves côtiers, et à l'exploitation halieutique souvent importante, d'arcs traînants (chalutiers, ragues) dans la zone des 3 milles nautiques.

En Algérie, les chalutages côtiers et les petits métiers ont déjà lourdement perturbé les stocks naturels de certaines espèces devenues rares sinon en faible quantité sur le marché national. Malgré l'absence de statistiques fiables sur les débarquements, il est évident que le rythme d'augmentation de la flottille et des équipages, l'accroissement graduel de l'effort de pêche et la surexploitation de la bande côtière du littoral soient aussi responsables de ces perturbations (**Meddour, Com. Pers**).

En Algérie, aucune structure de récif artificiel n'a été réalisée volontairement ni aucune étude n'a été entreprise sur l'intérêt des récifs artificiel mis à part une approche préliminaire réalisée par **Benkhelifa (2005)** à l'université d'Annaba. La notion de récif artificiel demeure ignorée, mal considérée, ou simplement inconnue pour l'ensemble des communautés et des institutions. Sachant que la productivité et la diversité biologique des fonds sableux sont moindres que les fonds rocheux.

Ce travail qui est une modeste contribution et une synthèse documentaire, vise à exposer l'ensemble des éléments liés aux récifs artificiels, les possibilités et opportunités de leur utilisation sur le littoral algérien à une échelle locale, voire nationale afin de promouvoir :

- le secteur de la pêche traditionnelle côtière,
- la protection des écosystèmes et des ressources marines naturelles
- certaines activités socio-économiques (Plongée sous marine, écotourisme),
- la formation et la recherche scientifique.

2. TERMINOLOGIE LIEES AUX RECIFS ARTIFICIELS

Le terme *récif* signifie *rocher ou groupe de rochers à fleur d'eau, généralement au voisinage des côtes*. Le terme *artificiel* est synonyme de *produit par le travail de l'Homme et non par la nature*. Ainsi, l'appellation Récif Artificiel correspond à une reconstitution ou une imitation élaborée par l'homme dans un but de préservation, de protection et d'exploitation du milieu marin.

Pour **Duclerc et Duval (1986)**, le terme de récif artificiel regroupe l'ensemble des opérations d'aménagement physique des fonds marins littoraux, par la mise en place de substrats durs assemblés et d'origines diverses telles que blocs rocheux, déchets industriels etc...

Quant à **Lamare et Sire (1986)**, les récifs artificiels sont des ensembles solides, d'architecture appropriée et de volume important immergés sur le sédiment de zones privilégiées choisies à l'avance, avec pour effet d'augmenter leur productivité biologique.

Les Nations Unies définissent les récifs artificiels comme *Outils de protection du littoral et d'amélioration de la productivité* (**F.A.O (1995)**) et dès lors sont proposés en complément de mesure de gestion au même titre que les aires marines protégées, pour maintenir et développer la pêche côtière (**Simard (1991) ; F.A.O (1995) ; Tessier (2005) ; Claudet (2006)**).

En **1989**, à **Ancona (Italie)**, un récif artificiel est défini comme suit :

Construction humaine immergée dans l'objectif d'accroître la productivité du milieu et/ou protéger des zones spécifiques du fond marin.

Il est important de souligner que les textes actuels de l'Union Européenne s'appuient sur cette dernière définition et soulignent l'intérêt de développer les biocénoses à partir du biotope créé par le récif, considéré alors comme « *Une construction fixe ou mobile dont le rôle est de protéger et favoriser le développement de la faune et de la flore aquatiques* » (Commission Européenne, **(2006)**).

Récemment, une thèse en géographie appliquée à l'aménagement des fonds marins (**Pioch, (2008)**) réalise une synthèse des multiples définitions du récif artificiel, et propose la définition

suivante : *Un récif artificiel correspond à toute construction humaine immergée intégrée à l'écosystème dont l'objectif de conception est de protéger et de développer la faune et la flore aquatiques.*

En océanologie le récif artificiel se définit comme : *Tout matériau ou matière placée délibérément dans un secteur de l'environnement marin, où cette structure ne peut exister dans des circonstances naturelles, afin d'assurer la protection, la régénération, la concentration ou l'augmentation des populations marines vivantes ou pour l'usage récréatif du secteur* **(Anonyme, (2003).**

Toutefois, la prime revient à la définition de *Récif Artificiel* qui est d'origine Japonaise. En effet, le mot ***Jin-Kô Gyo-Sho*** signifie d'un point de vue lexical *Homme-crée poisson-montagne sous-marine* qui se littéralement se traduit par *Récif à poisson fait par l'homme* **(Simard (2007).**

3. CONCEPT

Le concept de récif artificiel comme aménagement des fonds côtiers est issu d'une approche empirique de la mer. C'est une formation rocheuse ou un substrat dur, se développant depuis le fond de la mer vers la surface, à plus ou moins grande distance de la côte. De forme, de taille et de complexité variables, les récifs naturels modifient l'environnement hydrologique, en particulier la circulation de l'eau, parfois sur des distances considérables (**Wolanski et Hammer, (1988)**). Les récifs naturels les plus riches sont formés de roches d'origine corallienne (**Mc Farland, (1984)**). Le concept de récif artificiel est également assimilé à une structure immergée placée délibérément sur le fond pour mimer des caractéristiques des zones naturelles (**Earrn, (1997)**).

On immerge les récifs dans le but de créer, protéger ou restaurer un écosystème riche et diversifié. Ces structures, qui imitent les caractéristiques des zones rocheuses naturelles, peuvent induire chez les animaux des réponses d'attraction, de concentration, de protection et de production, avec une augmentation de la biomasse, du nombre d'espèces et de la reproduction de certaines espèces (**Earrn, (1997)**).

Selon **Le Guillou (2009)**, le mimétisme des récifs artificiels, avec les récifs naturels riches en espèces marines, a favorisé l'émergence de multiples morphologies et substrats pour s'adapter au mieux aux besoins de l'environnement marin. L'architecture du récif artificiel est conçue pour une ou des espèces cibles dans un but de préservation ou de commercialisation.

Les matériaux, les formes, les dimensions, l'architecture et la disposition des récifs sur le fond jouent un rôle important sur l'efficacité et la pérennité de l'aménagement. Le récif artificiel, en créant une discontinuité physique sur le fond, va entraîner toute une série de modifications physiques et biologiques du milieu. Le nouveau substrat disponible sera rapidement colonisé par une multitude d'invertébrés, permettant l'installation de réseaux trophiques complexes, créant un nouvel écosystème.

Charbonnel en (2002), rapporte que les aménagements en récifs artificiels peuvent concerner à la fois ;

- les aspects écologiques et la valorisation halieutique.
- un objectif économique et environnemental : le premier objectif est la production : l'idée

est de soutenir et de développer les activités de pêche artisanale aux petits métiers, grâce à une augmentation attendue de la ressource en poissons à la périphérie de ces zones. Le deuxième objectif est la protection de la bande des trois milles nautiques du chalutage illégal.

- l'augmentation de la productivité et de la diversité biologique, en apportant des abris/habitats adaptés de type rocheux et nécessaires à la sédentarisation de nombreuses espèces de poissons.
- la similarité ou l'augmentation du rendement des multiples habitats des récifs anfractueux souvent supérieurs aux zones rocheuses naturelles.

Les échelles temporelle et spatiale de la plupart des recherches menées sur les récifs artificiels sont trop souvent limitées pour détecter des impacts biologiques sur ces stocks. Au Japon, pays leader dans l'installation des récifs artificiels, la seule évaluation menée à grande échelle considère que, malgré un accroissement de l'effort de pêche, le maintien des quantités débarquées aux cours de dix années est une conséquence positive des récifs artificiels **(Nakamura, (1985))**.

Cependant, à moindre échelle, elle peut permettre de mieux comprendre le fonctionnement des récifs artificiels et ainsi mieux fixer les objectifs qui leur sont alloués **(Miller, (2002))**. Une meilleure connaissance de leur fonctionnement doit permettre **(Bohnasck et al., (1991))** :

- d'améliorer l'architecture et l'emplacement des récifs pour maximiser leurs bénéfices,
- de quantifier la magnitude des effets positifs liés à des habitats artificiels,
- de tester la pertinence de ces récifs artificiels.

Néanmoins, l'amélioration de l'architecture des récifs a pour but d'augmenter la disponibilité de l'habitat et la survie des poissons, permettant ainsi d'améliorer la production halieutique. Cette augmentation de production est l'objet d'un débat très controversé dans la gestion des récifs artificiels.

En effet, les concentrations élevées de poissons autour des récifs artificiels ont longtemps alimenté l'idée qu'ils permettaient d'augmenter les capacités biotiques du milieu, et donc d'accroître la production par rapport à une situation antérieure sans récif artificiel. D'un point de vue halieutique, ces deux impacts ont des incidences importantes sur la gestion des ressources exploitées **(Bohnasck et al., (1991)) ; Miller, (2002)**.

4. TYPOLOGIE DES RECIFS ARTIFICIELS

D'après **Pioch, (2007)**, l'aménagement des territoires d'un point de vue architectural, rivalise avec l'imagination humaine et il en est de même en mer. Les matériaux utilisés ainsi que la disposition des modules de récifs sur les fonds marins, (**Fig. 1**), a des conséquences sur la diversité, l'abondance et la biomasse des espèces observées. En général un récif artificiel répond à un amas de module reconstituant un milieu naturel rocheux entouré par un espace inter récif et des récifs de protection.

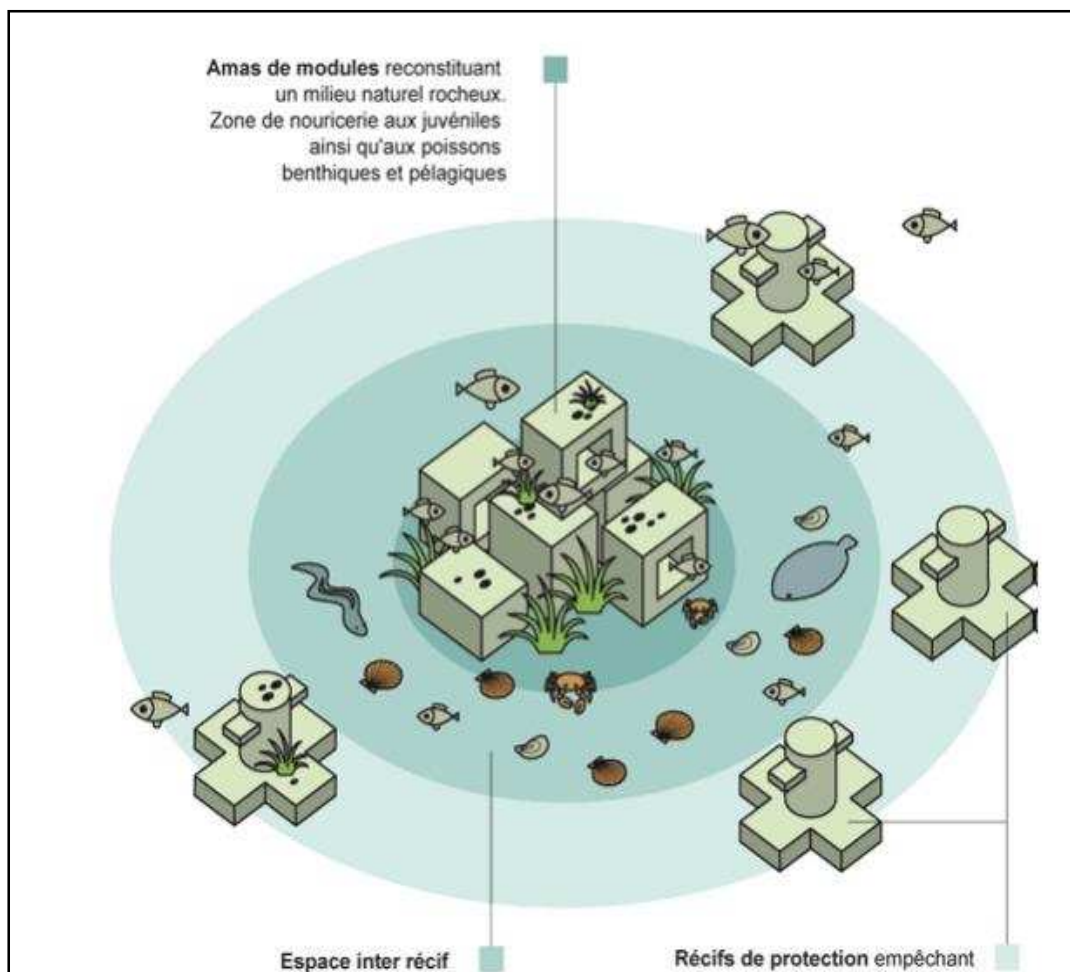


Figure 1 : Organisation schématique des récifs artificiels. (Fourrier, in Cepralmar 2009).

Depuis quelques années les matériaux utilisés pour la création des récifs artificiels ont suscité un riche débat entre les gestionnaires de l'espace littoral et la communauté scientifique quant à leur

inertie dans le temps. La question qui subsiste est de savoir si l'immersion de structures artificielles doit répondre à un but éco-biologique ou à une élimination de déchets.

4.1. RECIFS ARTIFICIELS DE PRODUCTION

Selon **Brotto et Araujo (2001)**, ce type de récif constitue un aménagement afin d'augmenter les ressources halieutiques ainsi que de maintenir le nombre de pêcheurs sur une zone de pêche précise. La mise en place de ce type de récif, tel que celui représenté sur la **figure 2**, résulte d'une volonté socio-politique encouragée le plus souvent par les pêcheurs. De plus, le récif artificiel de production peut s'accompagner d'une exploitation récréative (plongée, écotourisme) dans la mesure où celle-ci ne crée pas de conflits d'usage.



Figure 2 : Récif de type *Panier Fakir*, immergé en **2007** à Marseille.

4.2. RECIFS ARTIFICIELS DE PROTECTION

Les récifs artificiels de protection constituent des obstacles physiques sur un territoire de pêche généralement protégé ou soumis à une forte exploitation. Ce type de récifs est utilisé pour lutter particulièrement contre des chaluts illégaux (**Bregliano et Ody (1985) ; Harmelin et Bellan-Santini (1996)a ; Pary (2001) ; Charbonnel et al. (2002)**).

La morphologie de ces récifs diffère de ceux employés pour la production de ressources halieutiques. Ils sont réduits et de structures massives (**Fig.3**). Dans leur implantation sur le fond marin, ces récifs de protection doivent être espacés afin de couvrir une importante surface.

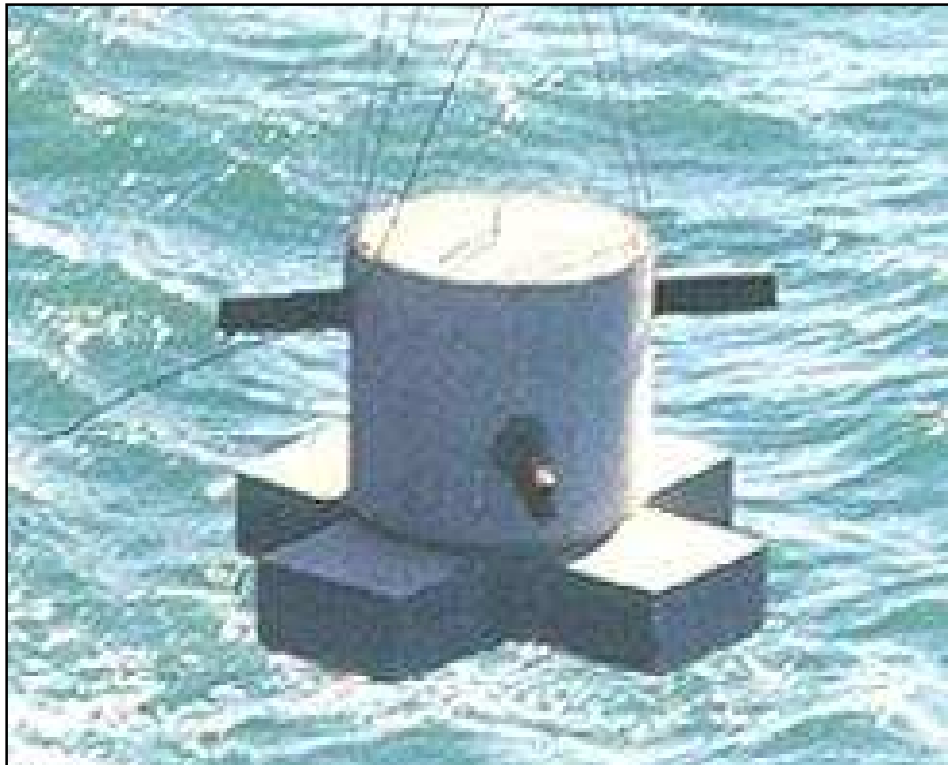


Figure 3: Récif de protection "Sea Rock". Source Catalunya Arrecife.

D'autre part, l'aménagement des fonds marins par les récifs artificiels de protection apparaît controversé puisqu'il est coûteux et n'offre pas d'habitat aux espèces. En revanche, il a été démontré que ces récifs conservent des biotopes remarquables, tout en réduisant les conflits d'usage entre pêcheurs artisanaux côtiers et chalutiers (**Ramos-Espla et al. (2000)**).

4.3. LES RECIFS ARTIFICIELS RECREATIFS

L'attractivité croissante du littoral et des fonds côtiers ont conduit à la mise en place d'aménagements sous-marins pour répondre aux besoins du public. De plus en plus de récifs artificiels sont implantés sur des fonds sableux dépourvus de biodiversité et de relief dans un but récréatif destiné au public.

Selon **Lacroix (2003)**, ces récifs récréatifs sont sous formes variées : épaves pour la plongée, récifs adaptés à la pêche à la ligne ou de formes diverses (**Fig. 4**).

Il est important de considérer qu'un récif artificiel récréatif s'inscrit dans la durabilité, et qu'il réduit au maximum les impacts négatifs sur le milieu naturel (accessibilité, sur-fréquentation,...).



Figure 4: Récif artificiel dédié à la plongée récréative (**Eilat Palestine occupée, (2007)**).
Source Eran Brokovick

5. DIVERSITE MORPHOLOGIQUE ET MATERIAUX DE CONSTRUCTION

La **figure 5**, récapitule les variétés des matériaux, (béton, acier, pierre, bois, mâchefers, plastiques etc.), employés pour la réalisation des récifs artificiels. L'idée est d'offrir de nouveaux habitats adaptés aux besoins écologiques pour le plus grand nombre d'organismes marins entre -25 et -30 m. Grâce à un apport massif d'habitat de type rocheux, la diversité biologique sur fonds sableux seraient augmentée, d'où l'intérêt écologique et l'attractivité pour la pêche (**Beurois, (2005)**).

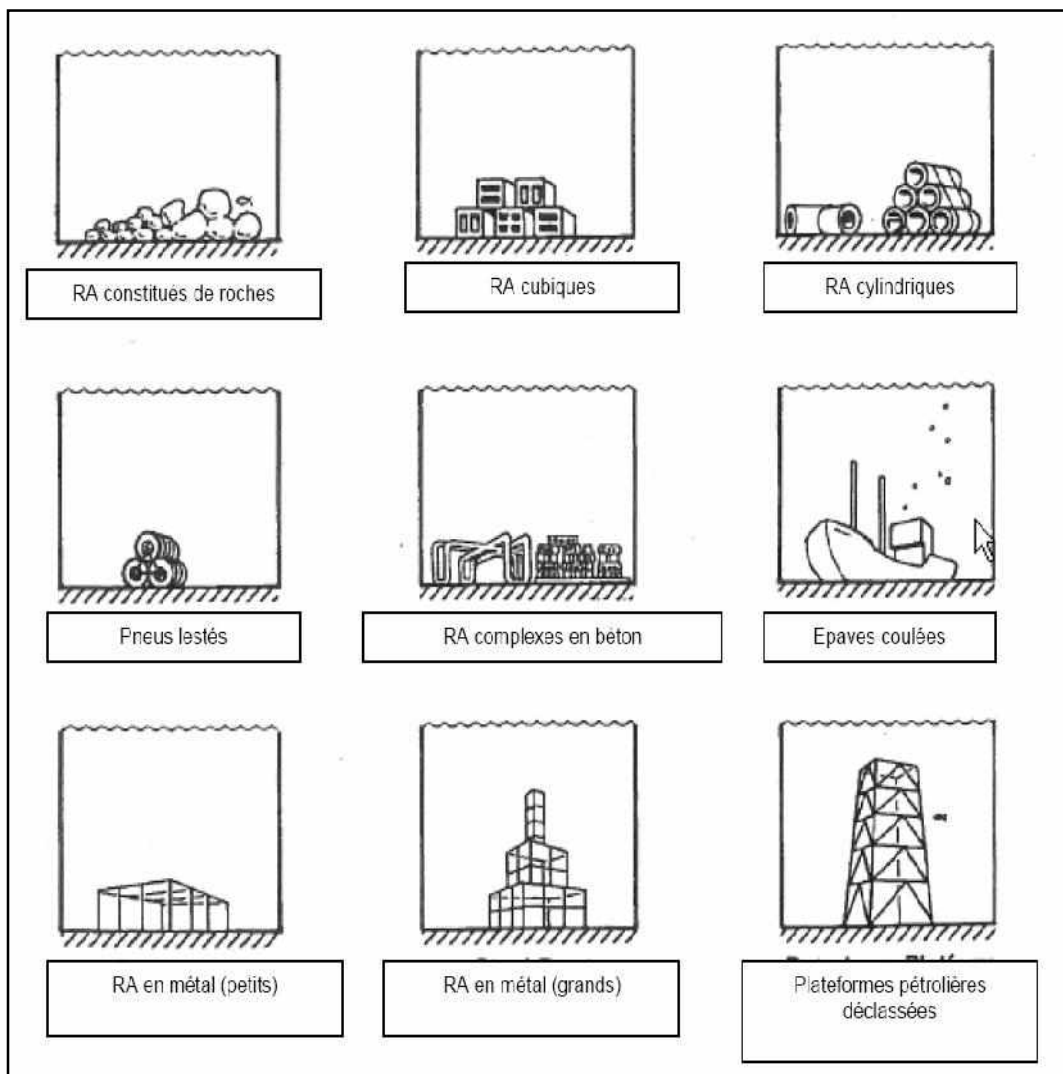


Figure 5: Diversité morphologique des récifs artificiels (**Seaman et Sprague, (1991)**).

6. IMMERSION, FONCTIONNEMENT ET MECANISME DE COLONISATION DES RECIFS ARTIFICIELS

6.1. L'IMMERSION DE RECIFS ARTIFICIELS

Selon La création de récifs artificiels est une méthode coûteuse. Si la durée de vie demeure ponctuelle (environ 30 années), elle reste non applicable à grande échelle et requière une forte mobilisation logistique.

De plus, certains matériaux de ces structures, peuvent libérer dans le milieu marin des composés nocifs ou défavorables à la croissance d'organismes marins.

Certains auteurs indiquent l'obligation d'un temps de latence entre le moment d'immersion, et de transplantation (**Fig. 6 et 7**).



Figure 6 : Mise en place de ReefBall[®]. (Harris et Woodring 2001).
(source : www.reefball.com)

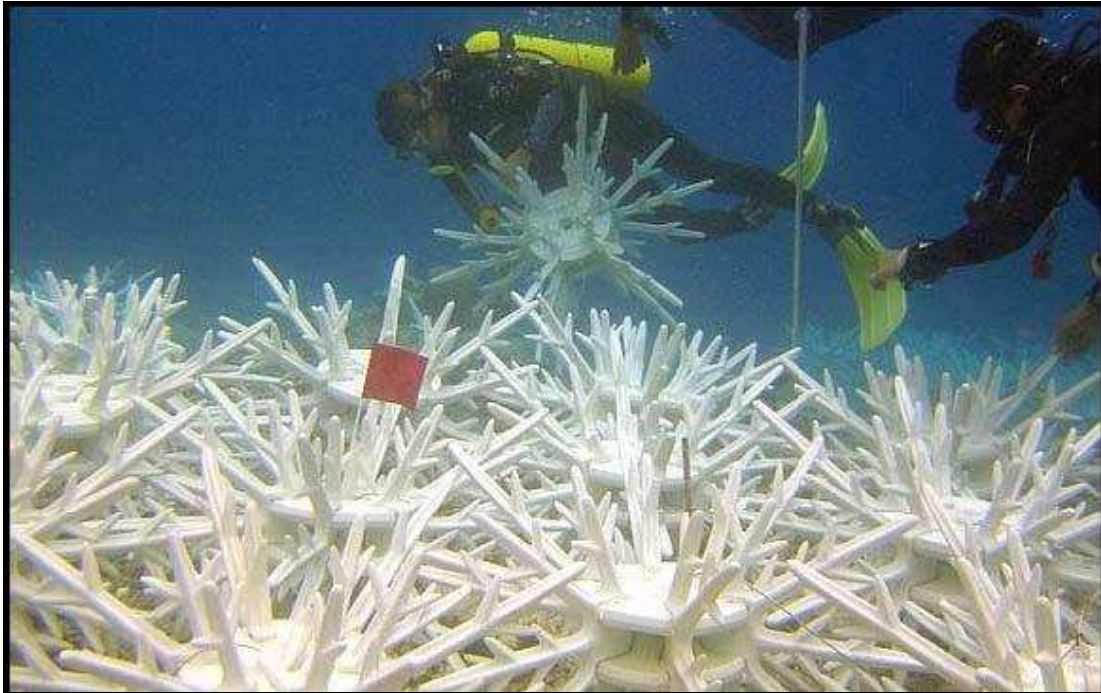


Figure 7 : Modules Ecoreef assemblés en récif (Clark et Edwards 1996),
(<http://www.ecoreefs.com>)

6.2. FONCTIONNEMENT ET MECANISMES DE COLONISATION DES RECIFS ARTIFICIELS

La colonisation est le phénomène qui suit l'immersion d'un récif artificiel. Des organismes (végétaux et animaux) viendront se fixer progressivement. Du point de vue écologique, l'explication de la colonisation des récifs artificiels repose sur la théorie biogéographique des îles (**Ody, (1987) ; Mac Arthur et Wilson, (1967)**). Cette théorie propose une modélisation des équilibres entre immigration et extinction d'îles boisées peuplées d'oiseaux en fonction de leur éloignement et de leur taille (**Hanski et Simberloff (1997)**).

En revanche, du point de vue biophysique pour ces mêmes auteurs, les récifs artificiels sont attractifs pour les espèces colonisatrices et ce, à deux niveaux :

- **Biologique avec effet à long terme :** les poissons utilisent et s'intègrent à la chaîne trophique créée par le recrutement d'un grand nombre d'organismes sur et autour de la structure.

- **Physique avec effet instantané, à court terme** : les espèces sont capables de détecter les changements hydrodynamiques et physiques créés par un récif.

En effet, il se produit un phénomène d'attraction vers les sources de vibrations générées par les perturbations courantologiques appelés « rhéotactisme », et vers un substrat dur appelé « thigmotactisme ».

Guillou, (2009), rapporte que l'attractivité des récifs artificiels peut être expliquée par la discontinuité physique qui se génère une discontinuité biologique dans l'environnement proche (**Fig. 8**). La discontinuité biologique résultante est attribuable aux processus de colonisation par de nombreux organismes due à la présence de nourriture et d'un habitat.

Par conséquent, pour **Pioch en (2008)**, l'agencement des récifs artificiels est fondamental pour assurer son attractivité. La connaissance des divers impacts (physico-chimiques et biologiques) d'un récif artificiel sur le milieu naturel est nécessaire.

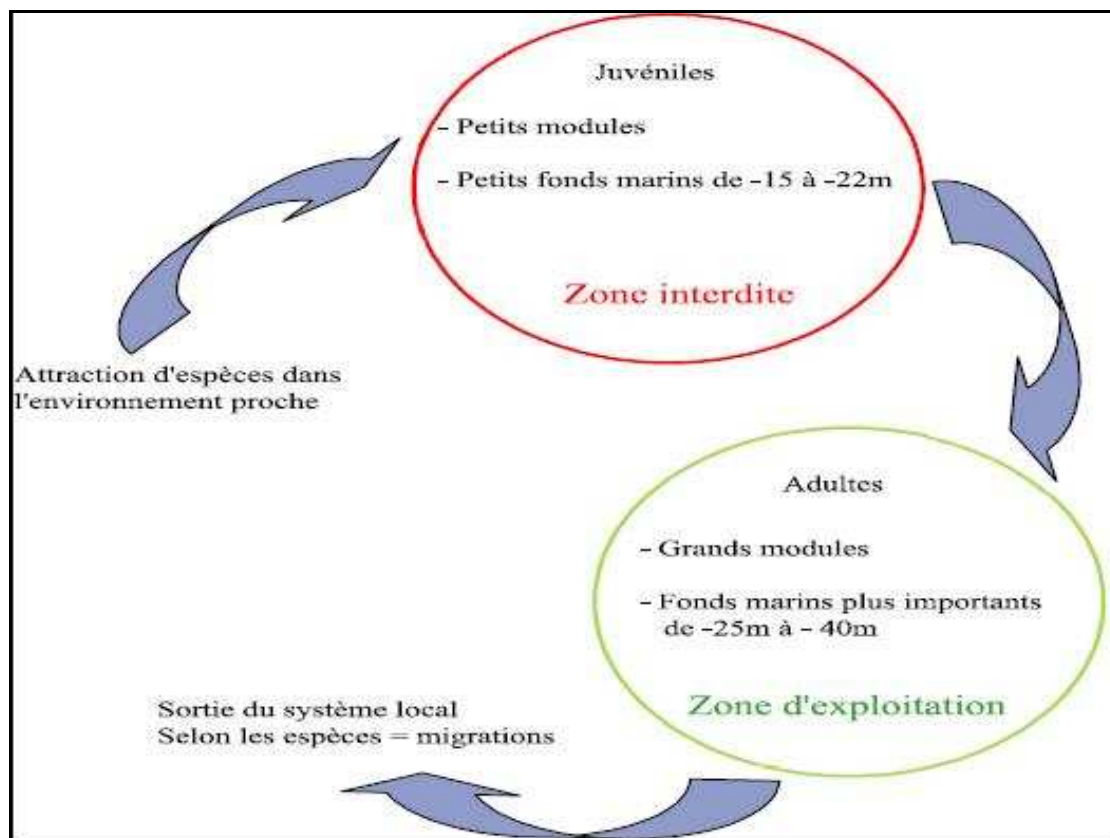


Figure 8 : Cycle de vie sur les récifs (Le Guillou, (2009)).

La biomasse d'un récif artificiel va se constituer à partir du gaz carbonique et des sels minéraux (Nitrates et Phosphates) dissous dans l'eau de mer. En effet, ces sels sont à la base du réseau trophique et vont permettre le développement et la croissance des végétaux benthiques et planctoniques. Si ces sels minéraux ne sont pas utilisés au niveau du récif artificiel, ils sont entraînés au large et serviront à la production planctonique éloignée des rivages (**Lamare et Sire, (1986)**).

6.3. MECANISME DE COLONISATION DES RECIFS ARTIFICIELS

Au départ, l'implantation de récifs génère des peuplements végétaux importants à la base d'une biomasse nouvelle. Ces végétaux sont les premiers maillons de la chaîne alimentaire. En réalité dans une première étape, toute surface vierge immergée, de consistance solide, est recouverte par des bactéries. Bien que peu visibles, plusieurs populations de bactéries se succèdent (**Ceccaldi, (1988)**).

Les récifs sont ensuite progressivement colonisés par des algues et les animaux fixés, tels que les éponges, les hydraires, les bryozoaires, les coquillages bivalves, les balanes, les acidies, les anémones et les alcyonaires. Ces étapes de colonisation concernent donc la fixation et l'installation des organismes formant le macro benthos (**Fig. 9 et 10**).



Figure 9 : Bloc de béton utilisé pour la restauration à Bora Bora
(**Salvat et al., (2002)**)



Figure 10 : Structures en bétons colonisés par la flore et la faune aquatique
(Léonard, (2002))

Léonard en (2002), rapporte qu'au bout de quelques années, apparaissent les coraux à squelette calcaire et les gorgones. Cette faune et cette flore sont encroûtantes et deviennent source de nourriture aux animaux non fixés et sédentaires tels que les holothuries, les étoiles de mer, les oursins, les crabes; les langoustes, ainsi qu'aux petits poissons. Ces derniers attirent les espèces prédatrices et pélagiques, telles que labridés, murènes, serranidés, sparidés, maquereaux, sérioles, bonites.

En fait, il n'y a pas de modèle fixe de colonisation mais plusieurs schémas possibles en fonction de la saison d'immersion, des courants et de la température. Les exemples d'observations sont rares dans la littérature et le peu d'information que nous avons relevé ne nous permet pas de les considérer comme modèles, car il existe autant de schémas de colonisation que d'écosystèmes marins possibles.

Plusieurs expériences ont déjà montré le bénéfice lié à la diversification de la biomasse obtenue par l'installation de récifs artificiels. On admet que cette diversification ne se forme pas au détriment de la population présente au départ, mais constitue un enrichissement du milieu.

6.3.1. OBSERVATION DE MONACO

D'après **Balduzzi et al. (1987)**, la colonisation des structures artificielles immergées dans la réserve sous-marine de Monaco sur deux récifs, à -8 m, et à -30 m est la suivante :

- a. **Récif à -8m** : La plupart des peuplements sont constitués par des algues favorisées par une forte luminosité. Un an après l'immersion de la structure on observe de nombreuses espèces d'algues avec beaucoup d'exemplaires de petites dimensions. L'année suivante le peuplement est dominé par une algue verte du genre *Codium*. On observe aussi l'apparition des algues calcaires qui par leur consistance, modifient plus radicalement le substrat. D'autres organismes comme les hydraires, se fixent sur les végétaux, en faisant naître une stratification des peuplements. Graduellement, dans les années suivantes, la dominance de *Codium sp.* tend à diminuer, et d'autres espèces, surtout des algues rouges, contribuent à la caractérisation de la communauté.
- b. **Récif à -30 m** : On observe le même type d'évolution que le récif précédent mais avec d'autres espèces caractéristiques et surtout une composante animale bien plus marquée du fait de la faible luminosité à cette profondeur.

6.3.2. OBSERVATION DE FREGENE - ITALIE

Après 5 années d'investigation sur un récif artificiel, **Ardizzone et al. (1989)** ont collecté 135 espèces d'invertébrés benthiques représentés dans le **tableau 1** suivant.

Tableau 1 : Espèces colonisatrices des récifs artificiels (**Ardizzom et al. (1989)**)

Espèces	Nombre
Polychètes	63
Mollusques	20
Crustacés	17
Coelentérés	16

Ces auteurs n'ont pas fournis d'information sur la profondeur du récif artificiel. Toutefois, ils indiquent les points suivants:

- ✓ Formation d'un film de diatomées brunes sur le substrat dans la phase initiale de la colonisation.
- ✓ Du fait de la turbidité du site, il n'a pas été observé de macro-algues.

Les travaux établis par **Ardizzone et al. (1989)**, montrent des changements biotiques sans jamais atteindre une composition stable. Ces auteurs divisent la colonisation de récifs artificiels est en plusieurs étapes :

- ✓ **Phases de colonisation** : avec l'installation d'espèces pionnières durant les 6 premiers mois. Ces espèces caractéristiques de cette première phase sont : les diatomées, les hydroïdes et les moules.
- ✓ **Phase de dominance des moules (2 ans)** : on observe une population épibionte sur les valves de moules.
- ✓ **Période de régression** : qui correspond à la période durant laquelle le substrat s'altère. Le changement biotique le plus évident est la disparition progressive des moules et l'augmentation de la biodiversité.

7. EXPERIENCES MONDIALES SUR LES RECIFS ARTIFICIELS

Les aménagements côtiers sont largement répandus et traduisent le plus souvent de fortes pressions anthropiques sous formes d'activités de pêche côtière, touristique et de pollution sur le littoral et le milieu marin.

En **2001**, **Baine** dénombra 36 pays ayant des expériences ou applications de récifs artificiels. Globalement, l'utilisation des récifs artificiels par ces différents pays montre des disparités liées à l'importance des volumes immergés, et à leurs objectifs.

D'après cet auteur, l'immersion de récifs artificiels est fortement corrélée à un contexte ou à une conjoncture nationale particulière, ainsi qu'à la demande émanant d'acteurs professionnels du secteur côtier.

7.1. L'EXPERIENCE JAPONAISE

Depuis le 17^{ème} siècle, les récifs artificiels existent au Japon. Cependant, c'est à partir des années 50 que le gouvernement a décidé de mettre en place de vastes programmes d'aménagements.

De ce fait, le Japon est devenu le leader mondial de l'aménagement en mer avec 12% de la côte aménagée en récif artificiel (**Bailly D. (1989)**, **Baine M. (2001)**). C'est aussi le seul pays au monde ayant stabilisé la production de sa pêche côtière à 1,5 millions de tonnes (**Sene et Sane, (2008)**).

La véritable originalité du Japon est l'intégration de la pêche et de l'aquaculture dans la conception d'un projet global de gestion de la bande côtière en vue d'augmenter les productions marines en favorisant la productivité du milieu naturel côtier (**Mariojous, (2004)**).

A la question " quel est l'effet des récifs artificiels sur les écosystèmes, le National Coastal Fisheries Development Association (**NCFDA**) répond : " *Un récif artificiel, c'est comme de l'engrais sur de la terre, ça renforce et ça régularise les productions* ". **Rebufat en (2006)**, considère que c'est une réponse d'une simplicité telle qu'il est difficile de douter du choix japonais.

Pour **Sene et Sane, (2008)**, cette artificialisation extrême de la bande côtière japonaise est un choix politique délibéré dicté par une nécessité à la fois économique et socioculturelle pour ce pays résolument tourné vers l'exploitation des ressources marines. Il est certain que l'expérience japonaise est difficilement transportable vers d'autres pays car, au Japon, la zone côtière appartient aux pêcheurs et à eux seuls (il n'existe pas de domaine public maritime).

Les coopératives de pêcheurs, incluant tous les professionnels de la pêche, gèrent des droits de pêche exclusif, ce qui équivaut à une sorte de "privatisation" commune totale de la ressource.

En considérant les aménagements en récifs artificiels, les actions de repeuplement ou d'aquaculture extensive et intensive apparaissent comme des actions d'amélioration de la production marine (**Sene et Sane, (2008)**).

Actuellement au Japon les récifs artificiels sont devenus une véritable industrie. Des sociétés se sont spécialisées dans la construction de récifs et de véritables catalogues sont proposés aux aménageurs et aux coopératives de pêcheurs, avec des types de récifs adaptés à chaque espèce-cible (**Fig. 11**). Plus de 150 modèles de récifs différents sont homologués. En effet, les programmes de construction immergent en moyenne 2,3 millions de m³/an de récifs artificiels, pour un budget de 200 millions d'Euros (**Rebufat, (2006)**).



Figure 11 : Modules de récifs en métal et béton de 20 m de haut au Japon
(**Pioch, 2006**)

7.2. L'EXPERIENCE DES USA

Depuis une trentaine d'années, les aménagements en récifs artificiels aux Etats-Unis sont devenus très importants. Actuellement, plus de 500 zones ont été aménagées en récifs, dont plus de la moitié dans l'état de Floride. C'est également dans ce pays que la recherche scientifique est la plus active sur les récifs artificiels.

Selon **Sene et Sane, (2008)**, les objectifs des immersions sont écologiques (restauration d'habitats dégradés), halieutiques, et à vocation récréative tournés vers la pêche de loisirs et la création de nouveaux sites de plongée.

Ces auteurs rapportent qu'en Californie, le chiffre d'affaire ainsi que le nombre d'emplois est 7 fois supérieur dans la pêche sportive (150 000 emplois et 5 milliards de dollars de chiffre d'affaire) que dans la pêche industrielle, alors qu'en Floride, le revenu commercial de la pêche de loisir est 8 fois supérieur à celui généré par la pêche professionnelle et le nombre d'emploi induit par la pêche de loisirs est de 60 000 contre 15 000 pour la pêche professionnelle

La politique d'aménagement aux États-Unis est très volontariste et libérale. Ce sont surtout les usagers de la mer (pêcheurs et plongeurs) qui financent ces récifs, avec l'aide d'entreprises publiques ou privées, des États et des administrations centrales.

Les récifs utilisés sont très variés, tant sur le plan des matériaux que de l'architecture. Les récifs sont soit constitués de matériaux de récupération (ancienne plates-formes pétrolières, épaves de navires, d'avions de bus de voitures, etc.) ; soit de modules spécialement manufacturés, essentiellement en béton, (formes cubiques ou cylindriques) mais utilisant également d'autres matériaux (acier, résine et fibre, etc.) (**Sene et Sane, (2008)**).

7.3. L'EXPERIENCE CUBAINE

Afin de développer le tourisme et de protéger les fonds, plusieurs réserves marines ont été réalisées. Avec l'aide de l'armée, une vingtaine d'épaves (avion, yacht, patrouilleur, remorqueur, etc.), ont été coulées sur une superficie de 2 milles nautiques carrés. La zone est très bien balisée et contrôlée (**Sene et Sane, (2008)**).

7.4. L'EXPERIENCE ESPAGNOLE

Sene et Sane, (2008), rapporte qu'en Espagne la vocation principale des récifs est la protection contre le chalutage, qui a entraîné une destruction importante des herbiers de posidonies. Les immersions ont d'abord été réalisées avec des modules expérimentaux alvéolaires (assemblage de briques et de parpaings divers formant de petites tours de 2 m de hauteur), puis dans le cadre de programmes pluriannuels propres à chaque gouvernement fédéral et régional avec une participation de 50 % de l'Europe.

Actuellement, 41 sites répartis sur l'ensemble des côtes espagnoles ont été aménagés en récifs artificiels. Le budget du dernier programme 1992-96 représente un investissement de 245 Million de Franc.

Les différents récifs immergés à vocation antichalutage sont des modules simples sous forme de cubes en béton de 1 à 1,5 m de côté, creux ou pleins, avec un système de croisillons métalliques (tronçons de rail de chemin de fer) encastré dans le béton. Le poids unitaire des modules est de 5 à 8 tonnes calculé pour résister à des tractions de chalutiers d'une puissance de 700 à 1000 CV.

Ces modules, disposés en série en ligne, en croix, en étoile, en rond, etc... ont montré leur efficacité, avec une restauration progressive des zones d'herbiers de posidonies et une meilleure gestion de la pêche aux petits métiers.

Les suivis scientifiques sur ces récifs (relevés visuels en plongée, pêches expérimentales) engagés sur une longue période (5 ans) sont actuellement en cours et très peu de résultats sont disponibles dans la littérature.

Aujourd'hui, pour ces mêmes auteurs, si quelques programmes d'immersions en récifs se poursuivent, il semble que la volonté politique espagnole pour la gestion du littoral soit toujours orientée vers la création de zones maritimes protégées (8 réserves ont été créées depuis 1990).

7.5. L'EXPERIENCE ITALIENNE

En (2008), **Sene et Sane** ont décrit qu'en Italie, les vocations des aménagements en récifs artificiels sont la protection contre le chalutage illégal, la production halieutique et l'utilisation comme outil de pêche par les petits métiers. Des expériences d'aquaculture ont également lieu au voisinage des récifs artificiels en Adriatique.

D'importants programmes d'immersions ont été réalisés en Italie, avec 25 sites essentiellement en Adriatique, en Ligurie et en Sicile. Les récifs utilisés sont pratiquement tous du même type, celui qui a été mis au point par les équipes de scientifiques de l'institut des pêches (IRPEM) en Adriatique. Le module de base est en béton plein (cube de 2 m de côté, soit un volume de 8 m^3 pour un poids de 13 tonnes percé de nombreux trous (diamètre 20 à 30 cm) servant d'abris.

Selon les auteurs précédemment cités, la majorité des récifs est constitué de pyramides de 5 modules, bien ordonnés sur le fond (**fig. 12**). Toutefois, de nombreuses variantes existent, depuis le module isolé (petit cube de 1,2 x 1,2 m), jusqu'à des pyramides de 14 unités de 8 m^3 .



Figure 12 : récif artificiel en pyramide, réalisé par le club Environnement du collège FNAB (réf. : Ramoge.org)

Les suivis scientifiques réalisés montrent l'efficacité de ce type de récif, tant sur le plan de la protection que de la production halieutique.

Les travaux de l'équipe du Pr. **Bombace** montrent en particulier l'impact positif des aménagements sur la pêche professionnelle, avec une diversification et une augmentation des prises et des rendements, 3 à 4 années après les immersions. Ceci souligne également la nécessité d'un suivi à long terme pour déceler un impact positif des récifs sur la pêche.

7.6. L'EXPERIENCE FRANÇAISE

Sene et Sane en (2008), rapportent qu'après plusieurs immersions réduites et expérimentales, ce n'est qu'en **1985** que les pouvoirs publics Français décident d'organiser une véritable action nationale concentrée, intégrant dans un programme de gestion et le développement de la bande côtière en incluant un suivi scientifique conséquent.

Ce programme, ne concernant que la façade méditerranéenne, a consisté en l'immersion de plus de 33000 m³ de récifs artificiels répartis dans la région Languedoc Roussillon (14 500 m³), les départements des Bouches-du- Rhône (3 600 m³) et les Alpes-Maritimes (près de 15 000 m³).

Dans les Alpes Maritimes, les immersions de récifs ont un objectif de restauration d'un milieu dégradé, en raison de la vocation touristique de ce département et de la régression considérable des herbiers de posidonies due aux nombreux aménagements portuaires et balnéaires.

Ces aménagements, qui couvrent aujourd'hui 25 % du linéaire côtier, ont détruit 20 % des petits fonds littoraux. Les récifs artificiels ont été immergés dans trois concessions de cultures marines : Golfe Juan, Baulieu et Roque brune.

D'une superficie de 50 ha chacune, ces zones sont strictement protégées (interdites au mouillage, à la pêche et à la plongée). De nombreux types de récifs ont été expérimentés à partir des années 80. Dans les Bouches-du-Rhône, les récifs ont été immergés dans 5 sites, dont 3 sont ouverts à la pêche. Les objectifs des aménagements en récifs sont une protection des ressources contre le chalutage et une promotion du patrimoine marin.

7.7. L'EXPERIENCE PORTUGAISE

Elle a été mise en œuvre depuis **1990** à la suite d'une opération pilote avec une mobilisation cohérente des comités des pêches et des scientifiques (**Sene et Sane, (2008)**).

Le projet réalisé au Portugal est remarquable car il conjugue l'aménagement planifié des fonds marins encadrés par des scientifiques avec la participation active et volontaire des pêcheurs. Ce modèle de collaboration entre état, scientifiques et pêcheurs a permis la pérennisation des ressources et des activités économiques locales telles que la pêche et ses activités connexes (5 emplois liés à l'activité d'un pêcheur).

Les aménagements d'Olhao et Faro, en Algarve, ont bénéficié de collaboration d'experts japonais. Chaque récifs est composé de structures creuses en béton de tailles différentes, (**Fig. 13 et 14**), posés à différentes profondeurs sur des fonds sableux à proximité d'une lagune à forte productivité en juvéniles de plusieurs espèces d'intérêt commercial **Santos M. N., C. C. Monteiro, (2007)**.



Figure 13 : Modules de récifs de production au Portugal (**Lacroix-Ifremer**)



Figure 14 : Groupe de juvéniles à proximité de récifs artificiels (Pioch 2007)

Sene et Sane, (2008), affirment que l'objectif est de soutenir la pêche locale en responsabilisant les pêcheurs dans la gestion durable de la ressource. Ces récifs ont été conçus pour deux fonctions écologiques : fournir habitats et nourriture aux juvéniles des espèces qui accomplissent leur cycle migratoire à proximité de la lagune, et offrir, sur des sites plus profonds, des abris à des poissons adultes destinés à être pêchés.

Actuellement l'utilisation des récifs artificiels au Portugal connaît une diversification des activités économiques et accroissement de rentabilité. En effet, les récifs artificiels intégrés à une AMP représentent un nombre total de 20 961 modules soit un volume de 102 994 m³ et un poids de 72895 tonnes, une aire d'occupation de 43,5 km² soit une surface d'influence de 67 km² pour un coût de 8 Millions d'euros.

Le tonnage de la pêche sur la zone a globalement doublé avec un plus grand nombre d'espèces capturées, preuve de la réussite du projet et signe de l'équilibre durable installé avec l'écosystème naturel. Cet aménagement a ainsi accru la productivité du milieu tout en responsabilisant les acteurs sur une vision de gestion d'une ressource à long terme.

7.8. L'EXPÉRIMENTATION BRITANNIQUE

La seule information concerne le navire *Scylla* désarmé et lancé en 1968. Ses 2 500 tonnes d'acier sont devenues un immense abri à poissons susceptible de repeupler une partie du littoral britannique. L'épave est devenue un site exceptionnel de plongée qui attire des amateurs du monde entier (**Benkhelifa, (2005)**)

8. SYNTHÈSE SUR LES RÉALISATIONS DE RÉCIFS ARTIFICIELS DANS LE MONDE

Le **tableau 2**, ci-dessous, récapitule l'essentiel de la synthèse réalisée par **Lacroix *et al.*, (2002)**, sur les différentes et principales réalisations de récifs artificiels à partir d'expériences de plusieurs pays. Cette synthèse porte sur les objectifs, l'importance, le rapport volume surface ainsi que la tendance de ces récifs artificiels.

Tableau 2: Synthèse des principales réalisations d'aménagement en récif artificiel dans le monde

<i>Pays</i>	<i>Objectifs</i>	<i>Importance</i>	<i>1- Volumes /surfaces 2- Tendance</i>
Japon	1. Production 2. Protection habitats	12% du plateau continental aménagé	1. Plus de 20 millions de m ³ 2. Extension
Etats-Unis	1. Récréatif 2. Protection habitats	Plus de 1000 zones dont 300 en Floride	1. 15 à 20 000 km ² aménagés 2. Extension
Espagne	1. Protection antichalutage	82 sites	1. 9200 m ³ 2. extension et études
Italie	1. Protection habitats 2. Production	5 zones	1. 4500 m ³ 2. extension et études
Portugal	1. Production 2. Protection habitats	5 zones	1. 3500 m ³ 2. Projet 2000 : doubler
France	1. Protection antichalutage 2. Production	25 sites	1. 3300 m ³ 2. Extension et études
Grande Bretagne	1. Valorisation sous produits 2. Production crustacés	3 sites	1. 210 000 t de remblais ; Projet 2000 : 50 000t. 2. Béton creux en Ecosse
Brésil	1. Production 2. Protection habitats	4 sites	1. Quelques milliers de m ³ Projet 2000 : 28 000 m ³ 2. en Thrace
Grèce	1. Protection antichalutage 2. Production	1 site	1. Projet 2000 : 20 000m ³

9. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES RECIFS ARTIFICIELS

Les principaux avantages et inconvénients, des différents matériaux utilisés pour la réalisation de récifs artificiels, recensés par **Pioch** et adapté **Bell et al., (1997)**, sont récapitulés **tableau3** qui suit:

Tableau 3 : Avantages et inconvénients des matériaux dans les récifs artificiels

Matériaux	Avantages	Inconvénients	Commentaires
Le béton	Matériau « naturel » Surface adapté à la fixation d'organisme Solide et durable Non polluant Coût modéré Durabilité d'environ 50 ans	Manipulation et transport (poids) Faiblesse des bétons en zones tropicales (température et salinité)	Matériau le plus utilisé Nombreuses études disponibles et retour d'expériences positives Grande variété de composition et de texture Facilité de création de trous et cavités
Le métal	Bonnes qualités mécaniques Larges possibilités d'architecture Epaves «potentielles » disponibles Plasticité intéressante (grandes structures)	Oxydation Hétérogénéité de la corrosion Plaques, soudures, rivets, boulons Coûts des matériaux importants Durabilité 20 à 30 ans	Au Japon, les métaux sont parfois protégés par du béton Aspect « déchet » des structures après quelques années (rouille) L'électrodéposition peut être utilisée pour « neutraliser » la surface avec des carbonates naturels par électrolyse de l'eau
La pierre	Bon substrat de fixation Bonne résistance mécanique et chimique aux conditions marines Aspect paysager naturel Coût faible	Faibles possibilités architecturales Manipulations peu aisées Pas de cavités intra structurelles et surface développée réduite	Valorisation de l'aspect « naturel » Intégration esthétique et paysagère Amas d'enrochements ressemblant aux éboulis naturels
Epaves	Coût le plus faible Volumes importants Transport et pose simplifiés Recyclage économiques une fois	Image de déchet industriel Habitat peu sélectif Corrosion importante, faible durée de vie Hétérogénéité des matériaux d'où risques accrus de	Durée de vie en milieu marin très variable selon matériaux, taille et site. Les épaves de bateau sont plus recommandables Les parties peintes sont d'abord recouvertes d'organismes sessiles,

	dépollué	pollution Carcasses de voitures peu adaptées	puis l'oxydation les fait se détacher en lambeaux, laissant à nu une surface peu favorable à la fixation et potentiellement des polluant (peinture)
Le bois	Bonne surface pour la fixation d'organismes Matériau « naturel » Non polluant Coût modéré Facile à travailler (mise en forme, transport) Bonne résistance mécanique	Dégradé par les organismes ligniphages Faible tenue dans le temps et dégradation naturelle rapide Les essences résistantes sont des bois coûteux Sensible aux contraintes hydro-sédimentaires Faible densité, lestage important	Usage ornemental éventuel pour des entiers sous marin par exemple Bonne efficacité en eaux peu profondes
Les pneumatiques	Disponibilité résistance aux conditions marines Durabilité supérieur à 40 ans en milieu marin	Faible densité Mauvais substrat Risque de relargage de métaux lourds (Zn, Pb et autres micropolluants) Lestage et arrimage obligatoires mais sans assurance de tenue du récif Faible niveau de colonisation Image négative (déchets)	Les gros pneus peuvent favoriser la fixation de certains épibiontes (gommes naturelles, grosses stries accumulant des sédiments) Image trop négative pour être développé à grande échelle Echec systématique des essais
Le plastique	Bonne résistance aux conditions marines Grandes possibilités architecturales	Coût en général très élevé Perception polluante si dégradation Densité faible (ancrage en béton ou chainages) Surface lisse, colonisation plus lente	Son utilisation se limite souvent à la réalisation de dispositifs mobiles pour la conchyliculture ou à é de modules d'un autre matériau
Le mâchefer	Disponible à coût Solution de recyclage potentielle bénéficiant d'une image positive Mêmes avantages que le béton	Il faut être sûr de la méthode de stabilisation pour éviter toute pollution relargage de métaux lourds Image parfois négative de « déchets »	Une part de ces déchets considérés comme impropres à l'utilisation dans le bâtiment est actuellement rejetée en mer, polluant ainsi le milieu marin côtier quand il n'est pas compacté

10. LA POSITION DES RECIFS ARTIFICIELS DANS L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

L'aménagement repose sur un cadre législatif dont l'objectif est d'organiser les actions et usages sur le littoral, espace géographique qui présente d'importants enjeux, mais aussi des conflits d'usages liés à l'espace fini du littoral au sens physique, en évolution permanente sous l'influence de l'érosion.

La prise en considération des interactions entre population et espace littoral nécessite du point de vue de l'aménagement de travailler à différentes échelles, cela implique des procédures de concertations entre administrations et collectivités littorales.

L'espace maritime n'a pas connu, en termes d'aménagement, les mêmes processus que l'espace terrestre. Par conséquent, d'importantes disparités et dégradations se sont développées dans le milieu marin résultant en grande partie de l'interaction avec la société. De ce fait, la consommation de cet espace peut se traduire par une surexploitation des ressources naturelles due à une mauvaise répartition de l'homme et de la gestion de ses actions (**Miossec (1998)**).

La difficulté majeure de la gestion de l'espace marin est imputable à l'absence de « frontières ». En effet, l'absence de Zone Economique Exclusive (**ZEE**) à proprement parler en Méditerranée confère aux Etats qu'un simple droit d'usage, et non la souveraineté de l'espace marin au large de leur territoire terrestre (12 milles nautiques).

Le phénomène de congestion de l'espace littoral par la société tel qu'il est représenté sur la **figure 15**, tend à s'accroître au cours des trente prochaines années (**D.A.T.A.R (2004)**). Par conséquent, l'augmentation des pressions anthropiques risque de favoriser un aménagement massif additionnel des espaces littoraux, ce qui va entraîner une dégradation accrue des écosystèmes marins (pollution, sur - pêche), d'où la diminution de la biodiversité en interaction directe avec les ressources halieutiques.

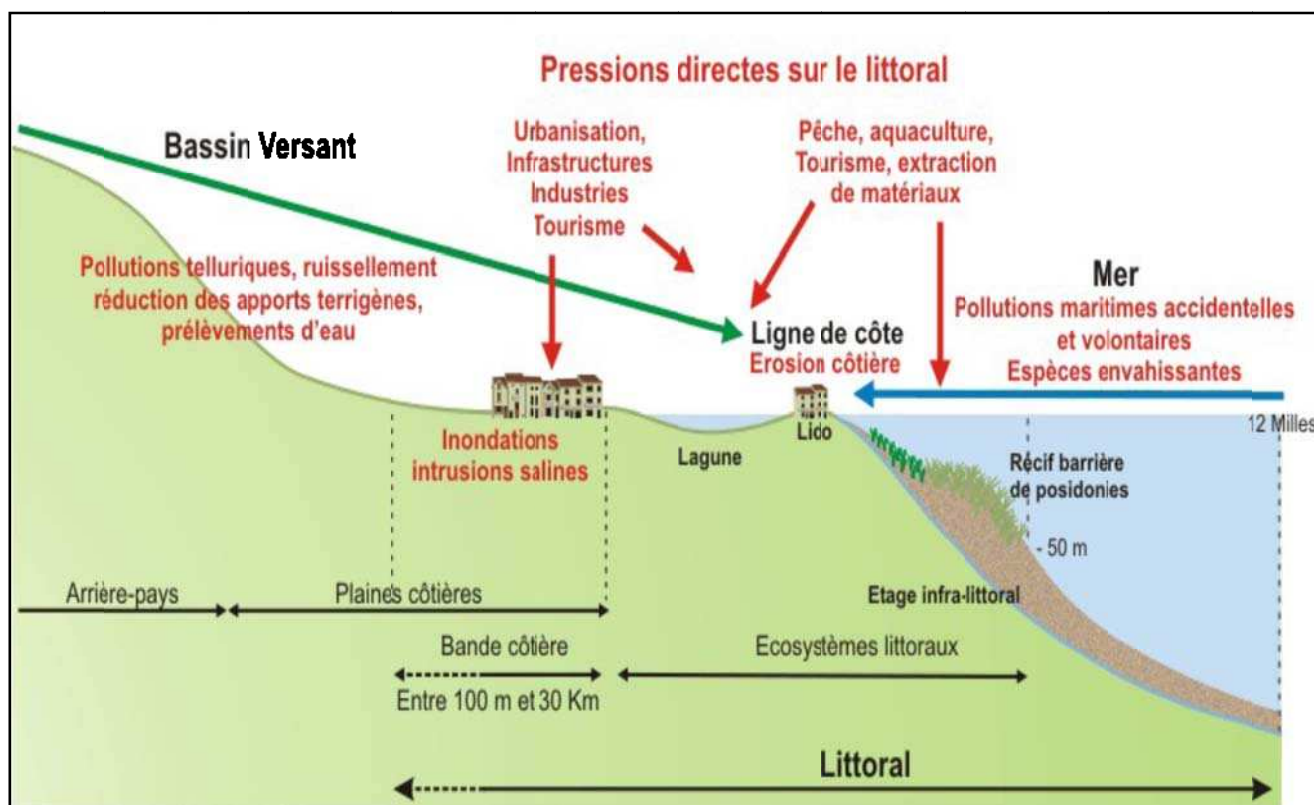


Figure 15: La multiplicité des pressions sur le littoral (Source : Plan Bleu).

11. IMPACT DES RECIFS ARTIFICIELS

11.1. IMPACT SUR LA RESSOURCE HALIEUTIQUE

Sur le plan biologique (augmentation du nombre d'espèces et diversification des espèces par l'apport d'habitats de type rocheux), **Beurois (2005)**, affirme que l'intérêt d'immerger des modules récifaux a été démontré depuis de nombreuses années. Les rendements de pêches sont au minimum multipliés par un facteur 2.

L'immersion des récifs entraînera localement la destruction des organismes benthiques écrasés par les structures sur des surfaces réduites mais le développement important d'espèces liées aux structures viendra très largement compenser les pertes minimales liées aux destructions par recouvrement.

Au total, l'impact des récifs sur le milieu marin est globalement très positif, grâce à l'apport de substrats durs de type rocheux, entraînant une diversification des habitats et niches écologiques et permettant l'installation d'un peuplement de poisson riche et diversifié.

11.2.IMPACT SUR LES ESPECES PATRIMONIALES

Selon **Beurois (2005)**, deux espèces d'intérêt patrimonial sont susceptibles d'être rencontrés sur la zone du projet : la Posidonie (**Posidonia oceanica**) et la grande nacre (**Pinna nobilis**).

> **Pour la Posidonie**, il n'existera aucun impact direct ou indirect, puisqu'une distance de sécurité minimale de 20 m entre les premiers récifs et les derniers faisceaux de Posidonies doit être respectée. Compte tenu de la vitesse de croissance de l'herbier (5 à 10 cm par an dans des conditions optimales), cela correspond à un délai de 200 à 400 ans pour que l'herbier rejoigne les récifs.

- **Pour la grande Nacre** compte tenu de son biotope de prédilection, celle-ci est assez peu représentée sur les côtes, surtout à des profondeurs de -20m et plus profondément.

11.3. IMPACT SUR LA QUALITE DES EAUX

Les matériaux utilisés pour la réalisation des modules doivent être conditionnés avant leur immersion afin d'être exempts de toutes matières polluantes. Lors des opérations de chargement sur des barges et d'immersion en mer des modules, toutes les précautions seront prises afin de limiter les risques de pollution par déversement accidentel de produits polluants en mer.

Dans ces conditions les impacts du projet sur la qualité des eaux seront négligeables.

11.4. IMPACTS HYDRO-SEDIMENTAIRES

Les modules seront tous immergés par des profondeurs de plus de -20 mètres, et d'une hauteur n'excédant pas 3.5 mètres. Les récifs immergés ne constitueront de ce fait pas des obstacles susceptibles de modifier les courants marins où de gérer la circulation maritime.

De même, étant donné les dimensions réduites des différents modules et leur profondeur d'immersion, les récifs n'auront aucune incidence sur le régime des houles et la propagation des houles à la côte. De plus leur éloignement de la côte, n'aura pas d'incidence sur le transit littoral des sables. Aucun impact sur l'érosion du littoral n'est donc à attendre (**Beurois, (2005)**).

11.5. IMPACT ECONOMIQUE

Nakano (2007), a mené une étude sur 250 récifs artificiels de petit volume unitaire de 3,43m³ pour évaluer la durabilité économique au Japon. Le rapport entre l'investissement et les

bénéfices calculé pour une période de trente ans. Montre qu'un investissement initial de 550 000 € a généré un bénéfice de 1,83 millions d'euros. Cela démontre l'efficacité des récifs artificiels à long terme.

De plus l'aménagement en récif artificiel a pour impact :

- ✚ une plus grande diversité de poissons ;
- ✚ les poissons restent plus longtemps sur la zone ;
- ✚ la réduction du temps de pêche ;
- ✚ réduction de la consommation de carburant ;
- ✚ réduction des risques liés à la navigation.

11.6. LES IMPACTS SOCIAUX

Au Japon, les récifs artificiels ont apporté une amélioration de la qualité de vie des pêcheurs au Japon, en réduisant d'une part les risques inhérents à la profession, tout en permettant d'autre part de réduire le temps de travail. De plus, le nouveau statut du pêcheur en gestionnaire du territoire

a eu pour effet une prise de conscience sur la ressource halieutique. La mer n'est plus considérée comme « un puits sans fond », mais comme un milieu vulnérable et fluctuant ce qui implique une bonne gestion pour assurer des ressources stables (**Simard, (1996)**).

12. PERSPECTIVES D'APPLICATION EN ALGERIE

Comme tout projet d'aménagement, la mise en place de récifs artificiels dans le milieu marin pose un problème de gestion liée à la pluralité des institutions intervenants sur la façade maritime (ministère de la défense, ministère de l'habitat, APRH la du tourisme etc...) induites par celui-ci. Dans le cadre d'un projet d'immersion de récif artificiel, il est possible d'impliquer :

Les pêcheurs : les perspectives qu'ils doivent porter au projet de récif artificiel par la croissance de la production halieutique afin d'augmenter leurs profits.

Les collectivités : La volonté des collectivités est de répondre aux attentes des pêcheurs locaux, mais aussi d'encourager le développement des loisirs subaquatiques et ce en vue de maintenir ou d'augmenter l'attractivité touristique de leur territoire à moyen et long terme.

Les scientifiques : le récif constitue un site d'expérimentations, d'études pour comprendre leur influence sur les espèces l'accroissement de la biodiversité. Au final, l'échelle temporelle s'étend de quelques mois d'études une vingtaine d'années.

L'état: à travers un plan national où régional vu les coûts de réalisation des récifs artificiels. Cette approche simplifiée souligne néanmoins la complexité de la gestion d'un projet de récifs artificiels sur la côte algérienne qui conforte les intérêts de l'ensemble des acteurs.

Par ailleurs, le rôle et les différentes fonctions des récifs artificiels présentent comme un outil souple d'aménagement des fonds côtiers.

Allier la préservation et la production des espèces halieutiques sur des espaces convoités représente un véritable enjeu pour les collectivités à la fois pour la mise en place des récifs artificiels et leur gestion.

Le récif artificiel est un concept nouveau en Algérie. Cependant son développement peut répondre à des besoins en augmentation.

Il est fondamental, comme pour tout type d'aménagement du milieu marin, de s'intéresser au cadre socio-économique qui donne à ce type de construction une légitimité, tant pour son impact sur le milieu marin que sur la société.

De plus le développement de la pêche répond à un besoin vital d'autosuffisance alimentaire, d'où l'importance urgente de développer une stratégie de gestion des récifs artificiels en Algérie.

13. OBJECTIFS DES RECIFS ARTIFICIELS EN ALGERIE

L'objectif principal du projet futur est de soutenir la pêche par le maintien des ressources marines.

L'immersion de récifs artificiels doit répondre à deux fonctions écologiques essentielles et distinctes :

- ❖ sur les sites peu profonds l'immersion de petits modules doit constituer des récifs artificiels de protection dont la vocation principale est d'offrir des abris et de la nourriture pour les juvéniles et aux espèces accomplissant leur cycle migratoire.
- ❖ sur les sites plus profonds, les modules plus volumineux doivent former des récifs artificiels d'« exploitation » destinés à la production halieutique. En effet, les poissons adultes de grande taille, peuvent s'y réfugier.

L'utilisation croisée de ces deux types de récifs artificiels tend à satisfaire les besoins et enjeux qui se présentent, à savoir préserver la ressource halieutique de manière durable, mais également améliorer sa gestion et son accessibilité pour réduire simultanément l'effort de pêche et les risques inhérents à son exploitation.

Dans la littérature, les objectifs attribués à l'utilisation des récifs artificiels sont multiples :

- ❖ favoriser le développement des espèces halieutiques.
- ❖ la conservation de la biodiversité ou à la connaissance écologique (**Bohnsack & Sutherland, (1985) ; Ardizzone et al., (1996b) ; Barnabé et al., (2000),**
- ❖ la protection des habitats (**Polovina, (1991) ; Pickering et al., (1998) ; Ramos-Esplà et al., (2000),**
- ❖ le développement des pêcheries (**Nakamura, (1985) ; Samples & Sproul, (1985) ; Polovina, (1991) ; Bohnsack et al., (1994)**
- ❖ et la rentabilité économique (**Whitmarsh & Pickering, (1995), (1997).**

CONCLUSION

Le littoral de l'Algérie mesure 1600 km. Aucune structure de récif artificiel n'a été réalisée volontairement, mis à part quelques épaves de navire de commerce échouées à la suite de tempête.

Ce concept de récifs artificiels demeure ignoré, mal considéré, ou simplement inconnu par l'ensemble des communautés et des institutions.

Les récifs artificiels présentent un intérêt pluridisciplinaire, Socio – économique, Touristique et Environnemental.

C'est pour cela qu'il serait intéressant de développer cet axe porteur. Par ailleurs, la réalisation de récif artificiel nécessite l'intervention de plusieurs parties et plusieurs actions à savoir :

- Développer de la recherche scientifique dans ce domaine
- Etudier de la faisabilité et de la réalisation de modèle architecturaux applicable
- Définir les zones où la pêche traditionnelle marque des rentabilités régressives (zone surexploité) polluées.
- Définir les zones où les récifs artificiels peuvent être d'un apport socioéconomique pour l'écotourisme
- Définir les zones sur l'ensemble du littoral de l'Algérie qui nécessitent des mesures de protection contre le chalutage illicite,
- Création de réserves marine.

Pour la mise en œuvre de récifs artificiels, il est incontournable de réaliser de tel projet sans l'implication des autorités concernées (ministère de la pêche et du tourisme;). et d'un plan d'action national sous le patronage de l'état Algérien.

Références bibliographiques

Anonyme, (2003). “Policy Statement of the National Marine Sanctuary Program”. Artificial Reef Permitting Guidelines.
http://www.sanctuaries.nos.noaa.gov/library/national/arpolicy_071503.pdf.

Ardizzone G.D., Gravina M.F. et Belluscio A., (1989) : “Temporal development of epibenthic communities on artificial reefs in the central Mediterranean sea”.- *Bulletin of marine science*, 44(2):592-608

Ardizzone G.D., Somaschini A., Belluscio A., (1996) : Biodiversity of European artificial reefs. In *Proceedings of the 1st Conference of the European Artificial Reef Research Network*, pp. 39-59, Ancona, Italy.

Bailly D. (1989). « Pêche et aquaculture au Japon ». Nantes, Ifremer. 24 p.

Baine M. (2001). “Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance”, *Ocean and Coastal Management* 44 : 241-259.

Barnabé G., Charbonnel E., Marinaro J.-Y., Ody D., Francour P. (2000) : “Artificial reefs in France: analysis, assessments and prospects. In *Artificial Reefs in European Seas*”. Eds. Jensen A.C., Collins K.J., Lockwood A.P.M., pp. 167-184.

Benkhelifa (2005) : Récifs artificiels Concepts et exploitations Ingénieur d'état en Sciences Halieutiques et Bio-technologies des Pêches.

Bohnsack J.A., Sutherland D.L., (1985) : “Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities”. *Bulletin of Marine Science* 37 : 11-39.

Bohnsack J.A., Harper D.E., McClellan D.B., Hulsbeck M. (1994) : “Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off Southeastern Florida, U.S.A”. *Bulletin of Marine Science* 55 : 796-823.

Bohnsack J.A., Johnson D.L. & R.F. Ambrose, (1991). *Ecology of Artificial Reef Habitats and fishes*. In Seaman, W. And L.M. Sprague (eds). *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. Academic press inc., pp 61-107.

Bregliano, P., D. Ody (1985). "Structure du peuplement ichthyologique de substrat dur à travers le suivi de récifs artificiels ". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.

Bregliano P. & Ody D., (1986).-Récifs artificiels : affaire à suivre...- *Aqua revue*, (4):12-14.

Brotto D. S. et Araujo F. G. (2001) : « Habitat selection by fish in an artificial reef in Ilha Grande bay, Brazil”. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 44 (3) : 319 324.

Ceccaldi H.J., (1988).-Récifs artificiels: le Japon donne le ton.- Fondation Océanique Ricard; Océanorama (12):20-26.

Charbonnel, E., Harmelin J. G., Serre C., Ruitton S., Jensen A. (2002) : "Effects of increased habitat complexity on Fish assemblages associated with large artificial reef units (French Mediterranean Coast)." ICES Journal of Marine Sciences 59: 208-213 p.

Claudet, (2006) : Aires Marines protégées et Récifs Artificiels : Méthodes d'évaluation, protocoles expérimentaux et indicateurs. Thèse de Doctorat Université de Perpignan Et de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, 266p.

Collins, K., A. Jensen et P. Smith (1997) : « Tagging, tracking and telemetry in artificial reef research ». p.293-304. A.C Jensen [ed]. European Artificial Reef Research Proceedings of the 1th EARRN conference. Ancorna, Italy, march. 449p.

COMISIÓN DE ESTUDIOS DEL CONSEJO DE ESTADO (2006) : Informe sobre las competencias de las distintas administraciones territoriales y órganos de la administración general del estado en materia de protección de hábitats y especies marinas y de declaración y gestión de áreas marinas protegidas

Duclerc et Duval (1986) : Les récifs artificiels en Méditerranée Française. Equinoxe (11):27-31.

Duval C. (1983) : "Etude du zoobenthos mobile de petits récifs artificiels immergés près de Marseille". UFR des Sciences de la mer et de l'environnement, océanologie. France. Thèse 123 p,

FAO, (1995) : Code de conduite pour une pêche responsable. Rome, FAO, 46p.

Fourrier (2009) : « Premières analyses des immersions de récifs artificiels en Languedoc-Roussillon ».

Hanski I, Simberloff D., (1997) : The metapopulation approach, its history, conceptual domain and application to conservation. In: Hanski I, Gilpin M, eds. Metapopulation Biology: Ecology, Genetics, and Evolution, San Diego: Academic Press, 1997: 5-26.

Harmelin J. G., Bellan-Santini D. (1996) : Assessment of biomass and production of artificial reef communities. In *Proceedings of the first Conference of European Artificial Reef Research Network*, Ancona, Italie, 305-322.

Jensen, A.C., Collins, K.J., y Lockwood, A.P.M. (eds) (2000) : *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer, 508 pp.

Kitada S. et H. Kishino. (2006) : “Lessons learned from Japanese marine fish stocks enhancement programmes”, *Special symposium on coastal fisheries*, Penang, Malaisie, vol. 80, p 101-112 .

Lacroix D. (2003) : Littoral marin et aménagements artificiels". Montpellier, Agropolis museum, 27 p.

Lacroix D. et M. Paillard. (2008) : « Les énergies renouvelables marines : étude prospective à l’horizon 2030 », *Futuribles*, n° 345.

Lamare et Sire, (1986) : Intérêt d'une gestion halieutique du milieu littoral marin par l'implantation de récifs artificiels ».- Office régionale de la mer, Provence-Alpes- côte d’azur ; AQUA REVUE (4) : 10-14.

Mariojous C. (2004) : « Le projet d’aménagement de la bande côtière japonaise ». Bulletin de la Société franco japonaise d’océanographie ». 2 p.

Mc Arthur R.H et Wilson E.O, (1967) : “The theory of Island biogeography”.203 p. Princeton university press, Princeton, N.J..

Mc Farland W.N. et Ogden J.C., (1985) : Recruitment of young coral reef fishes from the plankton. In : The ecology of coral reefs. Reaka M.L. (Ed.), NOAA Symp. Ser. for Undersea Res., 3(1): 37-51.

Miller M.W., (2002). Using ecological processes to advance artificial reef goals. ICES J. of Mar. Sci., 59: S27-S31.

Miosse C. A. (1998) : « La gestion intégrée des zones côtières. In : *Analyses et gestion intégrée des zones côtières* ». Séminaire de l’UMR 6554, pp.2-8.

Nakamura M., (1985). Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. Bulletin of Marine Science 37, 271-278.

Ody D. (1987) : Les peuplements ichtyologiques des récifs artificiels de Provence (France, Méditerranée Nord-Occidentale). Thèse 3° cycle. 183pp. Université Aix-Marseille II.

Pary B., (2000). « Les récifs artificiels. Un outil d’aménagement de la bande côtière pour soutenir la pêche professionnelle. L’exemple du Languedoc-Roussillon ». In Actes de la Conférence Ressources marine, pp. 475-486. Dalloz.

Pary, B. (2001) : « Les récifs artificiels, outils d'aménagement de la bande côtière. Exemple du Languedoc-Roussillon ». Montpellier, Conseil Régional du Languedoc Roussillon, CEPALMAR. 17 p.

- Pary B. (2004) :** *Récifs artificiels en Languedoc-Roussillon. Récifs artificiels en Languedoc-Roussillon : des outils originaux d'aménagement de la bande côtière.*
- Pickering H., Whitmarsh D., Jensen A., (1998) :** Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: investigating the potential. *Marine Pollution Bulletin* 37, 505-514.
- Pioch S. (2007).** « *Le marine ranching au Japon, la gestion proactive des ressources*
- Pioch, S. (2008) :** Les habitats artificiels : éléments de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ? Essai méthodologique d'aménagement en récifs artificiels adaptés à la pêche artisanale côtière". Thèse :EGIS EAU. 261 p.
- Polovina J.J., (1991) :** "Fisheries applications and biological impacts of artificial habitats". In *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*, pp. 153-176. Academic Press
- Beuroix, (2006) :** Réhabilitation Écologique, Concertée et Innovante des Fonds Sableux par la Pose de Récifs Artificiels Diversifiés et Optimisés
- Quimbert, M. (2005) :** "Revue juridique de l'environnement". 2 : p-121 à 129.
- Ramos-Espla, A. A., J. E. Guilen, J. T. Bayle, P. Sanchez-Jerez (2000).** "Artificial antitrawling reefs of Alicante south -eastern Iberian peninsula: Evolution of reef block and setdesign." *Artificial Reefs in European Seas, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht*: 195-218.
- Rebufat. F. (2006) :** Construire des villes pour les poissons, SCAPHINFO, 8 : 5 p
- Riggio S., Badalamenti, F et D'anna G. , (2000) :** *Artificial reefs in Sicily: an overview. pp 65–73.* In Jensen *et al.* (eds) *Artificial reefs in European Seas.* Kluwer Academic Publishers. 508 pp.
- Samples K.C., Sproul J.T. (1985) :** "Fish aggregating devices and open-access commercial fisheries: a theoretical inquiry". *Bulletin of Marine Science* 37 : 305-317.
- Santos M. N., Monteiro C. C. (2007) :** "A fourteen-year overview of the fish assemblages and yield of the two oldest Algarve artificial reefs (southern Portugal)", *Hydrobiologia*. 580 (1) : 225-231.
- Seaman, W. et Sprague, L.M. (1991)** *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries.* Academic Press Inc. San Diego 285 pp.
- Sene C. et Sane, (2008) :** « Programme d'immersion de récifs artificiels pour une gestion durable de la pêche au Sénégal »

Simard F. (1985) : « La technologie de la pêche miraculeuse », Sciences et Avenir. 461: 40-4.

Simard, F. (1989) : Japon : la pêche côtière, mutations technologiques et conséquences socio-économiques. Equinoxe n° 27 : 25-33.

Simard, F. (1995) : *Réflexions sur les récifs artificiels au Japon*. Biología Marina Mediterránea 2(1): 99–109

Simard F. (1996) : Socio-economic aspects of artificial reefs in Japan », Proc. of the 1st Earm Conference 26-30 mars 1996, Ancona, Italy. Pp. 233-240.

Stone, R.B, McGurrin, J.M., Sprague, L.M. et Seaman, W. Jr. (1991) : *Artificial habitats of the world: synopsis and major trends*. Pp 31–60 In Seaman W.Jr. et Sprague, L.M. Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries. Academic press, 285 pp.

Tessier E., Chabanet P., Pothin K., Soria M. & G. Lasserre, (2005a). Visual censuses of tropical fish aggregations on artificial reefs: slate versus video recording devices. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. (315)1: 17-30.

Tessier E., Devakarne J., Chabanet P., Soria M. et Potin G., (2005) : « Behaviour and spatial dynamic of *Lutjanus kasmira* around a coastal FAD ». 7th Indo-Pacific Fish Conference, Taiwan (communication).

Wolanski E, Hammer WM (1988) : “Topographically controlled fronts in the ocean and their biological influence”. Science 241:177-181

Whitmarsh D., Pickering H. (1995) : “Economic appraisal of artificial reefs: case-study”. *CEMARE Research Paper*. 85, 9.

Whitmarsh D. et Pickering H. (1997) : “Commercial exploitation of artificial reefs: economic opportunities and management imperatives”. *CEMARE Research Paper*. 115- 19.