



HAL
open science

**Les “ habitats artificiels ” : élément de stratégie pour
une gestion intégrée des zones côtières ? Essai de
méthodologie d’aménagement en récifs artificiels adaptés
à la pêche artisanale côtière.**

Sylvain Pioch

► **To cite this version:**

Sylvain Pioch. Les “ habitats artificiels ” : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ? Essai de méthodologie d’aménagement en récifs artificiels adaptés à la pêche artisanale côtière.. Géographie. Université Paul Valéry - Montpellier 3; Tokyo University of Marine Science and Technology, 2008. Français. NNT : . tel-01971993

HAL Id: tel-01971993

<https://theses.hal.science/tel-01971993v1>

Submitted on 7 Jan 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE MONTPELLIER III – PAUL VALÉRY
Arts, Lettres et Langues, Sciences humaines et sociales
Laboratoire GESTER

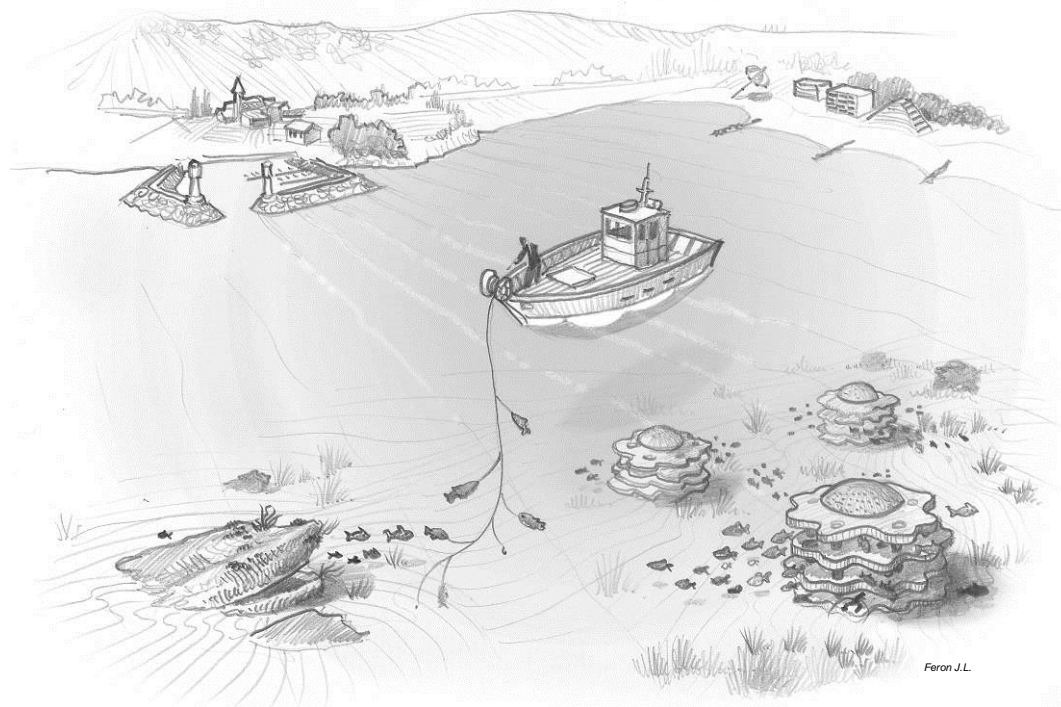
Thèse de doctorat de géographie

Ecole doctorale : Territoires, temps, sociétés et développement

Présentée et soutenue publiquement le 28 mai 2008, par

Sylvain PIOCH

Les « habitats artificiels » :
élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?
Essai de méthodologie d'aménagement
en récifs artificiels adaptés à la pêche artisanale côtière



Sous la direction de M. Jean Pierre DOUMENGE, Professeur de géographie

Membres du jury

Mme Catherine ALIAUME,
M. François CARRE,
M. Carlos COSTA MONTEIRO,
M. Jacques DENIS,
M. Jean Pierre DOUMENGE,
M. Jean Marie MIOSSEC,

Professeur à l'Université de Montpellier II
Professeur à l'Université de Paris IV - Sorbonne
Directeur de recherche à l'IPIMAR
Cadre de recherche à l'IFREMER
Professeur à l'Université de Montpellier III
Professeur à l'Université de Montpellier III

Cette thèse a été parrainée par le Professeur Gérard LASSERRE

Pour Sophie et Juliette,

AVANT PROPOS

Cette thèse CIFRE a été financée avec le soutien de l'Agence Nationale de la Recherche et de la Technologie et par le programme de Recherche et Développement Environnement (ITM) du groupe d'ingénierie Egis Eau. Elle propose une approche de l'aménagement des fonds marins en habitats artificiels basée sur l'étude de mécanismes géo-socio-systémiques et écosystémiques, étayée par une phase d'application auprès des maîtres d'ouvrages aménageurs dans le cadre de notre travail au sein du bureau d'ingénierie.

Cette thèse s'appuie également sur notre expérience et notre connaissance des habitats et des espèces cibles de la pêche côtière grâce aux observations réalisées en chasse sous-marine en apnée.

Enfin, une mission de 3 mois a permis de réaliser un travail de laboratoire et de terrain au Japon au sujet des habitats artificiels. Cette mission a été menée en partenariat avec IFREMER et la SFJO¹, au sein de l'Université des Pêches de Tokyo (laboratoire d'environnement côtier du professeur Morinaga), sur le terrain accompagné de François Simard et du professeur Yasuyuki Koike (membres de la SFJO française et japonaise) et auprès de l'ensemble des catégories d'acteur de l'aménagement des fonds marins côtiers. Cette dernière expérience a permis d'enrichir notre proposition de définition d'une méthodologie basée sur les mécanismes reliant l'habitat aux espèces marines.

¹ Société Franco-Japonaise d'Océanographie

REMERCIEMENTS

Je remercie mon directeur Jean Pierre Doumenge, qui a cru dès le début à un projet associant le laboratoire GESTER de l'Université Paul Valéry et un bureau d'étude « Egis - Eau », ainsi que pour ses conseils et sa vision globalisante du fonctionnement des géo-systèmes côtiers et des jeux d'acteurs qui s'y expriment. Mais ce projet n'aurait sans doute pas émergé sans Gérard Lasserre, qui m'a initié, puis guidé à la connaissance scientifique de la nature et des sociétés maritimes, tout particulièrement du monde de l'halieutique. Son parrainage, construit autour d'une profonde amitié et d'une complicité intellectuelle avec mon directeur de thèse m'a permis de bénéficier d'un encadrement sécurisant tout en me donnant l'occasion de développer un échange extrêmement riche.

Tous les deux furent efficacement relayés par trois « passionnés de la mer » et des systèmes d'organisation qui s'y rattachent : Jean Claude Raynal (docteur en géographie, ingénieur d'étude à l'EHESS) qui m'a conseillé dans la rédaction de cette thèse et aidé pour la confection de son iconographie (notamment dans les moments de doutes, en me montrant la voie de la réflexion) ; Denis Lacroix, chercheur en aquaculture à l'IFREMER qui m'a fait partager sa vision prospective du monde maritime ; Valérie Lavaud-Letilleul (maître de conférence à l'Université Paul-Valéry, Montpellier III, spécialiste des aménagements portuaires) qui a su me faire comprendre les mécanismes qui guident la gestion intégrée des zones côtières.

Au sein du laboratoire GESTER, que soient remerciés Monique Démarque pour sa gentillesse, Ali El Samad pour sa culture et les échanges passionnant sur le Liban. Au sein des services administratifs centraux de l'UPV, toute ma reconnaissance aussi à Stéphanie Delaunay et Edwige Villemin pour leur efficacité et leur soutien. Et bien sur un grand merci pour tous ceux qui m'ont aidé à progresser dans ma démarche scientifique en me transmettant beaucoup de leurs connaissances avec toujours une grande gentillesse, en particulier Catherine Aliaume, Philippe Béarez, Didier Collart, Nabila Mazouni et Béatrice Pary.

Mais, cette thèse CIFRE fut aussi l'occasion de découvrir le monde du « privé », en parallèle au monde universitaire, plus particulièrement ce qu'était un bureau d'études d'envergure internationale. C'est un lieu où les codes et les attentes sont, en apparence, très éloignés du monde universitaire, mais ayant en commun la nécessité de trouver réponse à toute question majeure exprimée par les organisations humaines et leurs représentants.

Dans mon cadre de travail professionnel, je tiens à remercier en tout premier lieu Thierry Monnier qui a permis la naissance de ce projet et m'a nourri personnellement de sa confiance (surtout aux moments de grands doutes) et de sa vision de l'ingénierie comme une assistance bienveillante aux besoins des maîtres d'ouvrages. Je tiens également à saluer ceux qui m'ont aidé, et bien souvent corrigé (et re-corrigé), en particulier Patrick Michel qui m'a transmis son exigence professionnelle, Alexandre Bruel pour son humour décalé, ses principes et « ses nombreux coups de pouce », Yves Ennesser pour son expérience des systèmes de gestion de l'environnement et enfin Régis Dumay pour avoir su me faire confiance et mettre à ma disposition les moyens d'Egis Eau au sein des services de l'île de la Réunion.

Le monde du travail, c'est aussi des amitiés et des moments de bonheur (naissances, départs à la retraite, soirées d'études « réussies »), merci à Delphine Beltramelli pour sa patience et sa bonne humeur, Jean-Luc Feron pour ses illustrations de grande qualité (voir en couverture), Simon, Joël, Jacques, Dominique et tous les ingénieurs et techniciens d'«Egis – Eau», qui m'ont un jour ou l'autre écouté (souvent patiemment).

Enfin, grâce à ces travaux, j'ai pu découvrir un pays insolite et fascinant, « incontournable » pour tout chercheur passionné par la mer et le système pêche : le Japon. Je n'oublie pas l'opportunité d'une mission au Japon qui n'a pu se concrétiser que grâce à la bienveillance de Denis Lacroix et Emmanuel Thouard au sein d'IFREMER, et surtout grâce aux rencontres nouées avec des gens passionnés par la mer et le Japon, comme Yasuyuki Koike, François Simard, Catherine Mariojous et Hubert Ceccaldi de la Société Franco Japonaise d'Océanographie.

Durant cette expérience au Japon, j'ai pu également travailler avec des professeurs et des spécialistes des habitats artificiels, tous aimables et généreux, au sein de l'Université des Pêches de Tokyo (TUMSAT) qui m'a accueilli comme « chercheur associé ». Je pense bien sûr au directeur du laboratoire

côtier qui m'a largement aidé dans mes recherches, le Professeur Tsutomu Morinaga et à ses cafés vraiment très forts, à son professeur assistant Arakawa Isayuki, aux professeurs Kitada et Tsukamoto et à travers tout le Japon, durant une mission riche en rencontres les professeurs Kakimoto, Hamano, Nakamura et Takagi de l'Université des pêches de Shimonoseki. Enfin, grâce à l'aide de François Simard, de Yasuyuki Koike et Yasuchi Ito (directeur de l'institut de gestion des récifs artificiels) j'ai pu rencontrer les acteurs de terrain et institutionnels engagés dans « le projet national d'aménagement des fonds côtiers pour la pêche ». J'ai ainsi pu côtoyer de nombreux pêcheurs sur leur bateau ou en plongée, des directeurs de coopérative de pêche et de laboratoire côtier, des responsables des services territoriaux des pêches, aussi bien dans les communes que dans les départements et de grandes entreprises d'ingénierie ou de construction (dont Taiheiyo du groupe Sumitomo). J'ai également au niveau national pu rencontrer les responsables des sections « récifs artificiels » du NRIFE (institut de l'ingénierie des pêches et des récifs artificiels), puis à l'agence de recherche des pêches à Yokohama (FRA) et enfin au ministère des pêches (MAFF).

Un voyage c'est aussi des rencontres avec un peuple serviable et souriant, respectueux et spirituel, je pense tout particulièrement à Mme Yajima, Hiroko, le docteur Kato et aux Pères Sekine et Taki. Afin, les rencontres que seule la mer vous offre à travers des passionnés de la plongée sous marine en apnée, et l'amitié qui s'est créée avec ces « *Homopalmus japonicus* » finalement très proches de nous dans leurs aspirations à une pleine liberté au contact de la nature sous marine; merci donc à Minagawa, Takada san, Naomi et Tomi.

Toute l'expression de mon affection à ma famille Elise, Pierre-Jean, mon père et ma mère et de ma fidélité à mes amis de toujours (Jean Bernard, Ludovic, Soizic, Eric, Thierry...).

Enfin, qu'il me soit permis de rappeler que cette thèse s'est appuyée largement sur les travaux de ma femme, Sophie Pioch au sujet de « La filière pêche et aquaculture au Japon, pays de 'la mer chérie' » (Pioch 2007a) : qu'elle reçoive ce mémoire de thèse comme hommage à sa patience, son intelligence et son amour.

MERCI. MERCI .MERCI.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
PREMIERE PARTIE - ETAT SUR LA CONNAISSANCE DES RECIFS ARTIFICIELS : ACQUIS, POINTS EN DEBATS ET PROPOSITIONS POUR L'AMENAGEMENT DES ZONES COTIERES	11
1. DU CONCEPT DE « RECIF ARTIFICIEL » A VOCATION HALIEUTIQUE DANS UNE PERSPECTIVE D'AMENAGEMENT COTIER GLOBAL	12
1.1. Les concepts de référence de l'écologie et de l'aménagement à prendre à compte	12
1.2. Les concepts de récif et de « récif artificiel »	17
1.3. Les caractéristiques générales des récifs artificiels, essai de définition	17
1.4. Les grands objectifs des récifs artificiels dans le monde contemporain	19
1.5. Les éléments de construction des récifs artificiels	24
1.6. Le fonctionnement d'un récif artificiel	28
1.7. Les tentatives de mesure de la «productivité écologique» des récifs artificiels	29
2. LES RECIFS ARTIFICIELS DANS L'AMENAGEMENT DES LITTORAUX, LA NOTION CLE « D'HABITAT »	35
2.1. Pour une vision globale de l'aménagement côtier	35
2.2. Pour une approche intégrée des récifs artificiels à vocation halieutique dans l'aménagement des zones côtières	37
2.3. Pour une stratégie de GIZC « revisitée »	38
2.4. De la nécessité d'aménager et de gérer pour pérenniser les écosystèmes et développer les ressources halieutiques	42
2.5. Du concept de « récif » à celui d' « habitat »	45
DEUXIEME PARTIE – ANALYSE DES EXPERIENCES JAPONAISES, PORTUGAISES ET FRANÇAISES	49
1. DE L'INTERET D'UNE OBSERVATION COMPARATIVE A L'ECHELLE DU MONDE ET DE L'EUROPE	50
1.1. La répartition contemporaine des habitats artificiels dans le monde et en France.	50
1.2. La répartition des habitats artificiels en Europe	52
2. L'EXPERIENCE DES JAPONAIS	55
2.1. Contexte de développement de la pêche et de l'utilisation des habitats artificiels	56
2.2. La gestion du secteur pêche	62
2.3. Les habitats artificiels : historique, définition, filière	68
2.4. La conception	72
2.5. Efficacité et performances des habitats artificiels	79
2.6. Le repeuplement ou pacage marin : ensemercer la mer	84
2.7. Bilan d'expérience sur le Japon	86

3. L'EXEMPLE PORTUGAIS EN MATIERE DE GESTION DES RESSOURCES COTIERES AVEC DES HABITATS ARTIFICIELS	88
3.1. Le contexte halieutique portugais	88
3.2. De la théorie a la pratique : le lancement d'un projet pilote de développement des ressources marines	91
3.3. Impact des habitats artificiels portugais sur la gestion des zones côtières depuis quatorze ans	99
4. L'EXPERIENCE DES FRANÇAIS	104
4.1. Les habitats artificiels à vocation halieutique français un <i>statu-quo</i> stratégique ?	104
4.2. Etat des lieux du secteur français des pêches	104
4.3. Le contexte français de réalisation des habitats artificiels	105
4.4. Le projet d'immersion, éléments juridico-techniques	109
4.5. Différences des démarches d'aménagement	123
TROISIEME PARTIE – APPLICATION D'UNE STRATEGIE DE GESTION INTEGREE DE LA BANDE COTIERE – ESSAI D'UNE METHODOLOGIE D'AMENAGEMENT EN HABITATS ARTIFICIELS	126
1. METHODOLOGIE D'AMENAGEMENT EN HABITATS ARTIFICIELS ADAPTES : DEMARCHE, OBJECTIF ET FINALITE	128
1.1. Essai de Démarche méthodologique pour la définition d'habitats artificiels : Phases préliminaires, d'avant projet et de projet	129
1.2. Etudes et enquêtes préliminaires : caractéristiques initiales du projet	131
1.3. L'avant projet définir les objectifs : où, comment, quoi ?	133
1.4. Outils de développement durable de l'aménagement français	156
1.5. Validation du projet : l'analyse coût / bénéfice	166
1.6. Une méthodologie répondant aux étapes de la loi cadre des maitrises d'ouvrages publiques (loi MOP)	174
2. APPLICATION DE LA METHODOLOGIE : LE CAS D'ETUDE DE SAINT-LEU A L'ILE DE LA REUNION	175
2.1. Un territoire à haute valeur écologique et halieutique, sujet de conflits pour l'accès aux ressources	176
2.2. Matériel et méthode	180
2.3. Résultats	184
2.4. Proposition de solutions pour une gestion durable adaptée au site	203
CONCLUSION	214
1. CONTRIBUTION A LA MISE EN ŒUVRE D'UNE METHODOLOGIE D'AMENAGEMENT DES FONDS MARINS	215
1.1. Quelles sont les réponses apportées aux problématiques de nos recherches ?	215
1.2. Vers la mise en œuvre d'un processus d'aménagement intégré : les perspectives d'application de notre thèse	217
2. LES PERSPECTIVES DE RECHERCHE A PRENDRE EN COMPTE POUR LA GESTION INTEGREE DES ZONES COTIERES	219

2.1. Vers des « habitats éco-intégrés »	219
2.2. Vers la réalisation d'habitats artificiels « multi-usages »	221
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	223

INTRODUCTION

Les zones côtières sont soumises à de multiples pressions anthropiques qui affectent lourdement l'habitat naturel sous-marin et les espèces qui y vivent (Denis *et al.* 2001). En effet, cette étroite bande entre terre et mer concentre près des deux tiers de la population mondiale, avec un niveau d'occupation cinq fois plus élevé que la densité moyenne des terres habitées ; elle compte huit des dix plus grandes agglomérations du globe (D.A.T.A.R 2004). D'ici 2050, on estime que 75 à 80 % de l'humanité vivra près des côtes (Saunier et Laffite 2007). Les besoins des populations tant en consommation d'eau et d'énergie que de loisirs, vont croître, en corrélation avec la production de nuisances et de déchets, affectant aussi les écosystèmes marins récepteurs.

Les zones côtières sont également menacées par le prélèvement des ressources marines liées à la pêche. De nos jours, la mer reste la seule source de protéines pour un quart à un tiers de l'humanité. Les perspectives mondiales en matière de ressources halieutiques données par la FAO¹ sont claires : « il est un fait qu'à court et moyen termes, la demande de poisson et la pression sur les stocks vont augmenter sous l'effet de la croissance démographique et de la progression des revenus » (F.A.O 2004). Mais cette pression de l'homme sur le milieu marin ne sera pas sans conséquence. Toujours selon la FAO, le bilan des pêches mondiales indique que 77% des espèces marines d'intérêt halieutique sont pleinement exploitées, surexploitées ou épuisées (FAO 2006). En 2002, le marché des produits de la mer a atteint la quantité inégalée de 95 millions de tonnes ; en parallèle, les transactions mondiales représentaient 61 milliards de dollars EU en 2004, soit une progression de 45% depuis 1992 (F.A.O 2004). La hausse régulière de la demande mondiale en produits aquatiques est d'environ 2% par an, ce qui présage des pressions croissantes sur le milieu (Saunier et Laffite 2007). L'étude récente de Worm (*et al.* 2006) parue dans la revue *Science* prédit que toutes les espèces ciblées par les pêcheurs auront disparu en 2048, si les pressions actuelles sur les stocks halieutiques et le milieu marin sont maintenues, c'est-à-dire si aucune politique volontariste visant le redressement des stocks n'est appliquée.

Ces prévisions nous obligent à anticiper les problèmes à venir et à chercher des solutions valables à long terme.

Pour agir sur le maintien et le développement des ressources, le gestionnaire s'appuie généralement sur deux principes fondamentaux :

- influencer sur les espèces, en diminuant les pressions par la limitation des prises (exemple des « TAC² » et « quotas » de pêche),

- influencer sur le milieu, en développant les ressources par une mariculture extensive, par exemple en vulgarisant l'aménagement des fonds marins de la zone côtière en récifs artificiels, que nous dénommerons « habitats artificiels » en regard de leur intégration aux écosystèmes (F.A.O 1995).

Bien sûr, en parallèle à ces mesures agissant sur le milieu et la ressource halieutique (écosystème), d'autres actions portant sur les réglementations et les techniques d'exploitation halieutique, à l'échelle de socio-systèmes maritimes fortement impliqués dans la pratique des pêches, sont également à mettre en place : lutte contre les pêches INN³, mise en place d'instruments de contrôle, plans de gestion, *etc.* (Commission Européenne 2007c ; U.N.E.S.C.O 2001).

A partir de ce constat, notre problématique de travail peut être formulée ainsi : Dans quelles mesures des aménagements halieutiques sont susceptibles de restaurer, stabiliser voire accroître le

¹ Food and Agriculture Organisation, Organisation des Nations Unies

² Acronyme de « Total Allowable Catch » c'est-à-dire « Total de captures autorisé ». Outil de gestion des pêches qui vise la régulation indirecte du niveau de l'effort de pêche par une limitation globale des captures. Les TAC sont définis annuellement pour une espèce et une zone géographique données. Les quotas concrétisent la répartition du TAC entre les pays dont les flottilles pêchent cette espèce sur cette zone.

³ INN : pêche illégale, non régulée, non déclarée

niveau de population de poissons et cela, à travers une gestion intégrée dans le cadre d'un développement durable.

Cette problématique nous conduit à émettre les hypothèses suivantes :

- Les habitats artificiels sont des éléments capables d'assurer différentes fonctions (frayère, nourrissage, sécurité) pour des espèces cibles.

- L'efficacité de ces habitats artificiels repose toutefois sur la méthodologie selon laquelle ils sont mis en œuvre en termes d'aménagement halieutique et sur les politiques de gestion qui doivent les encadrer.

- Les habitats artificiels sont des outils utiles pour la gestion efficace de la ressource halieutique et apportent une plus value aussi bien pour les pêcheurs, qu'ils soient professionnels ou non, que pour les autres activités récréatives et de loisirs (plongée en scaphandre, apnéiste, etc.).

Nous nous intéresserons donc aux habitats artificiels comme outil d'aménagement de la bande côtière. L'analyse de cet outil par une approche socio-géographique, qui est à la base des dynamiques territoriales, donc de l'aménagement, devrait nous permettre de dépasser les débats habituels des écologistes et des halieutes portant sur la pertinence du sujet en matière de repeuplement en espèces marines. En effet, l'étude des habitats artificiels nous amène à prendre en compte non seulement les capacités des écosystèmes (dont les ressources halieutiques), mais aussi le devenir économique et social d'une collectivité humaine et de son territoire. Or, ces aménagements sont toujours une réponse à une demande sociale exprimée par la population riveraine, ses élus et les professionnels de la pêche. Tout habitat artificiel à vocation halieutique doit donc s'inscrire de manière explicite dans une politique territoriale en faveur de la valorisation concertée et du développement équilibré des espaces maritimes. Cette politique relève alors de l'action publique, en concertation entre élus locaux, représentants des administrations de l'Etat et groupes d'utilisateurs potentiels du lieu à construire. Les habitats artificiels semblent représenter des outils intéressants pour les projets de « Gestion intégrée des zones côtières » (GIZC). En cela, ils apparaissent comme des projets constructifs pour comprendre et limiter les effets de la pression anthropique sur les zones côtières.

Il se trouve que la France, où le premier aménagement a été posé en 1968 au large de Palavas-Les-Flots, a été une nation pionnière en matière de pose de récifs en Europe (Doumenge 1968; Doumenge 1995). Jusqu'à présent, ce pays à double façade maritime a limité son savoir faire à la pose de récifs artificiels par les collectivités locales, sans toujours prendre en compte l'intérêt des pêcheurs et des avis, parfois divergents, d'experts des littoraux (océanographes, économistes, sociologues) (Ducloy 2006). De plus, malgré une quarantaine de projets mis en place, et une dizaine d'autres en préparation, aucune méthodologie d'aménagement à proprement parler n'a été engagée (Duclerc et Duval 1985; Ody 1987; Doumenge 1995; Bortone 2006). Pour développer l'intérêt de tels investissements en faveur de la pêche littorale, il est nécessaire de faire évoluer leur conception actuelle en proposant une méthodologie d'aménagement de l'espace marin côtier basée sur l'analyse de données biophysiques, mais aussi socio-économiques en corrélation avec le géosystème côtier.

De cette réflexion émergera la discussion sémantique qui nous a fait évoluer du concept de « récif artificiel » vers celui qui nous paraît plus adapté d'« habitat artificiel » intégré à son environnement proche sous-marin.

Les recherches sur les habitats artificiels ont permis de développer des liens étroits entre morphologie des structures artificielles (*design*) et biologie des espèces marines (éthologie) (Doumenge 1968 ; Nakamura 1980 ; Ogawa 1982a; Ogawa 1982b; Ody 1987; Seaman 1991; Kakimoto 1995; Santos 2007; Pioch 2007a). Ainsi, l'habitat artificiel est passé d'une structure terrestre immergée (souvent « recyclée », comme des épaves) à un habitat artificiel ou « éco-habitat » intégré c'est-à-dire conçu et adapté à un milieu marin donné et ses espèces locales, et géré à partir d'objectifs d'usages prédéfinis.

Nous montrerons que c'est largement le cas au Japon, « pays pionnier » en la matière, qui s'est investi depuis des siècles dans l'installation d'habitats artificiels au niveau de sa bande côtière. Avec 15

milliards d'euros investis depuis 1962, et 20 000 sites d'habitats artificiels répertoriés lors du dernier recensement national des sites par la Fishery Agency (FA) intervenu en 2001, le Japon a notamment choisi d'investir massivement dans cette technique conçue pour contrecarrer la baisse des ressources marines (Lacroix *et al.* 2002). Depuis plusieurs décennies, grâce à un ensemble de mesures et d'aménagements de la bande côtière (programme national de « *marine-ranching* » côtier dès les années 1970), ce pays a remarquablement réussi à stabiliser sa production côtière annuelle autour de 1,5 à 2 millions de tonnes (Simard 1990; F.A.O 2005; F.A.O 2008). Au niveau mondial Baine (2001) comptabilisait, parmi les publications scientifiques, 36 pays ayant investi dans l'aménagement en habitats artificiels. Ces habitats sont des outils permettant de créer des biotopes propices à l'accueil des poissons et de leurs commensaux (en restauration d'existant ou *ex-nihilo*). Les différents résultats obtenus dans des contextes variés (*e.g.* Japon, Portugal) indiquent qu'ils constituent des éléments intéressants pour améliorer la survie et le développement des espèces marines côtières, dans le cadre d'une gestion adaptée.

En conséquence, notre thèse va s'articuler autour de trois grandes parties :

- Dans la première partie, nous présenterons tout d'abord les concepts sous-jacents qui conditionnent la valeur pratique des habitats artificiels à vocation halieutique en tant qu'outil d'aménagement, ainsi que leur fonctionnement biologique. Il nous faut en effet comprendre comment ce type d'aménagement peut intégrer une stratégie en matière de gestion des zones côtières, notamment par sa fonction d'habitat pour diverses espèces marines.

- Dans une deuxième partie, nous proposerons un bref état des lieux de l'utilisation des récifs artificiels à l'échelle du monde, puis à l'échelle du Japon (qui apparaît comme le pays le plus avancé dans ce domaine), du Portugal (qui a réussi à augmenter ses ressources grâce à ce type d'aménagement), et enfin en France.

- Dans une troisième partie, nous proposerons d'organiser les éléments guidant un projet d'aménagement en « habitats artificiels », ainsi que les outils « technico-juridiques » favorisant la gestion durable d'un site sous-marin. L'objectif est d'intégrer cet aménagement physique des fonds marins côtiers dans son contexte par une approche géo-systémique. La diversité de l'environnement biotique et abiotique et des usages que les populations riveraines y développent incite à une typologie, non seulement des habitats à implanter, mais plus encore des unités adaptées de gestion des espaces côtiers. Ces propositions s'appuient sur l'observation des aménagements et des projets sous-marins japonais, portugais et français, ainsi que sur notre expérience de la pratique à haut niveau de la chasse sous-marine¹. Enfin, le travail réalisé dans le cadre de cette thèse CIFRE au sein du bureau d'ingénierie Egis Eau nous a permis d'appliquer nos propositions méthodologiques à un cas concret sur l'île de La Réunion, Commune de Saint-Leu, le long de la côte « Sous le vent ».

Nous discuterons enfin des atouts et contraintes de la méthodologie proposée et des perspectives à accorder à la diffusion des habitats artificiels à vocation halieutique.

Par ce travail, nous espérons procurer des éléments pratiques favorisant la mise en place d'une meilleure gestion des littoraux (FAO 1995, Pickering 2000, Bortone 2006, Commission des Communautés Européennes 2006, Meur-Férec 2006, Santos et Monteiro 2007) et proposer aux responsables en charge du développement intégré de territoires côtiers un « outil d'aide à la décision ». Cet outil pourrait à l'avenir être utilisé pour optimiser l'intégration des habitats artificiels aux écosystèmes côtiers, en répondant aux besoins des populations littorales.

¹ Comme sportif de haut niveau et membre de l'équipe de France durant 5 ans. Egalement, double champion de France en 2002 et 2004, d'Europe en 2002 et 10^{ème} mondial en 2003.

**PREMIERE PARTIE - ETAT SUR LA CONNAISSANCE DES
RECIFS ARTIFICIELS : ACQUIS,
POINTS EN DEBATS ET PROPOSITIONS
POUR L'AMENAGEMENT DES ZONES COTIERES**

*"La gestion environnementale n'est pas une question de rapport des hommes avec la nature
mais une question de rapport entre les hommes à propos de la nature"*

Jacques Weber

1. DU CONCEPT DE « RECIF ARTIFICIEL » A VOCATION HALIEUTIQUE DANS UNE PERSPECTIVE D'AMENAGEMENT COTIER GLOBAL

La connaissance par l'homme des milieux marins en vue de leur exploitation a longtemps été sous tendue par l'existence très tôt mythifiée d'un *eldorado* sous-marin. C'est une vision à présent largement anachronique, même si certains promoteurs continuent plus ou moins habilement de l'exhiber. Apprendre à gérer globalement l'espace maritime, en aménageant par exemple les fonds de la zone côtière, pour développer leur biodiversité et augmenter leur productivité halieutique participe d'une vision patrimoniale, donc inscrite dans la durée, des espaces marins par les collectivités littorales. En essayant de répondre favorablement aux besoins en produits aquacoles, voire plus tard en loisirs subaquatiques exprimés par les populations fréquentant ces collectivités, on fait des habitats artificiels un des enjeux de développement du territoire.

Les premiers habitats artificiels dont on trouve traces écrites en France sont datés du XIII^e siècle avec la pose de pieux de bois dans la zone de balancement des marais pour le captage et le développement des moules de bouchot, en Charente-Maritime puis en Normandie (I.F.R.E.M.E.R 2008). Les moules se fixèrent et se développèrent naturellement sur ce nouvel habitat adapté à leurs besoins. Plus tard, au XIX^{ème} siècle, Antoine Fortuné Marion, fondateur du centre d'océanologie de Marseille, préconisait la dispersion de blocs dans la rade vaseuse de Marseille afin de créer des habitats artificiels et de créer des réservoirs biologiques pour la pêche (Gourret 1894). A présent, les habitats artificiels sont développés dans de nombreux pays (Lacroix *et al.* 2002), encouragés par des organismes internationaux comme la FAO. Certains de ces pays ont développé une grande connaissance pour l'installation d'habitats artificiels à vocation halieutique (J.I.F.I.C, 2007 ; Monteiro et Santos 2000). Nous verrons par exemple que c'est le cas du Japon et du Portugal.

1.1. LES CONCEPTS DE REFERENCE DE L'ÉCOLOGIE ET DE L'AMENAGEMENT A PRENDRE A COMPTE

« Chaque auteur peut prendre des libertés avec le vocabulaire, lorsque les usages ne sont pas figés ou bien lorsqu'il n'en accepte pas les rigueurs » (Bakis 1993). Ce chapitre vise à préciser les notions d'écologie et les concepts structurant le domaine de la géographie et de l'aménagement auxquelles nous aurons à nous référer dans notre thèse. Ces concepts (valeurs de références) évoluent lentement, au fur et à mesure des expérimentations réalisées et des résultats constatés. C'est l'interprétation qu'on fait des expérimentations et des résultats qui explique l'importance des débats autour des valeurs de référence conceptuelle, tant pour le domaine de l'écologie que de l'aménagement, particulièrement dans le champ du milieu marin.

1.1.1. La terminologie écologique et halieutique

Nous commencerons par définir les notions liées à l'écologie en général, avant d'aborder les notions plus spécifiques à l'halieutique.

L'**écosystème** représente l'ensemble des êtres vivants (Biocénose), des éléments non vivants et des conditions climatiques et géologiques (Biotopes) qui sont liés et interagissent entre eux et qui constituent une unité fonctionnelle de base en écologie. L'écosystème aquatique est un écosystème spécifique des milieux aquatiques décrit généralement par : - les êtres vivants qui en font partie- la nature du lit et des berges - les caractéristiques du bassin versant- le régime hydraulique - la physico-chimie de l'eau. L'écosystème a des propriétés qui sont distinctes de la somme des propriétés de ses deux composantes (Cabane 2005), le biotope et la biocénose. **La biocénose** se définit comme l'ensemble des organismes vivants (animaux et végétaux dont les microorganismes) qui occupent un écosystème donné. Ce groupement d'êtres vivants est caractérisé par une composition spécifique déterminée et par l'existence de phénomènes d'interdépendance. Une biocénose se modifie au cours du temps (phase pionnière, phase intermédiaire et phase d'équilibre). La biocénose correspond à la composante vivante de

l'écosystème, par opposition au biotope. Le **biotope** est l'espace caractérisé par des facteurs climatiques, géographiques, physiques, morphologiques et géologiques, etc. en équilibre constant ou cyclique et occupé par des organismes qui vivent en association spécifique (biocénose). C'est la composante non vivante (abiotique) de l'écosystème. Par extension, l'écosystème peut être employé dans le sens de **milieu** qui s'entend comme l'ensemble des éléments (habituellement restreint aux paramètres physiques, chimiques et à la nourriture) qui, au sein de l'environnement d'un être vivant, influent directement sur ses conditions de vie. Ce terme général peut être également utilisé dans un sens plus restrictif d'**habitat** (au sens de la directive éponyme) que nous définirons comme l'endroit, le milieu dans lequel un organisme, ou un groupe d'espèces animales ou végétales, peut normalement vivre (e.g. récifs coralliens, éboulis rocheux, herbiers de posidonies). Dans un but visant sa conservation, la directive éponyme, précise que ce sont des zones terrestres ou aquatiques possédant des caractéristiques biogéographiques et géologiques particulières et uniques (extrait du texte de la Directive 92-43-CEE du 21/05/92). La **biomasse** ou production permet de quantifier la masse totale des organismes vivant dans un biotope donné, rapporté à l'unité de surface ou de volume. Enfin, le terme de **biodiversité**, souvent utilisé par le politique, est un néologisme composé à partir des mots « biologie » et « diversité ». La biodiversité désigne la diversité du monde vivant au sein de la nature. Au cours de la Convention sur la diversité biologique de Rio qui s'est tenue le 5 juin 1992 elle a été définie comme : « la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes » (*in art. 2 de la Convention sur la diversité biologique (Sommet de la terre 1992)*).

La Pêche peut être définie comme l'activité qui conduit l'espèce humaine à s'emparer d'organismes aquatiques vivants (prédation). **Le stock** est la fraction exploitable d'une population, qui lorsqu'il est spécifiquement exploité, est représenté par des **espèces cibles** qui deviennent alors une **ressource** pour les pêcheurs (le terme de ressource est actuellement souvent associé « épuisable », porteur de sens et d'actions dans le cadre d'une gestion durable). La notion de stock est inséparable de la notion de population. Une **population** est l'ensemble des individus interféconds appartenant à une même espèce. Elle comprend tous les stades et les individus : larves, juvéniles, adultes, mâles et femelles. La pêche ne s'effectue pas sur la totalité de la population : il en résulte donc une différence entre la population et le stock qui est due principalement au fonctionnement de l'engin de pêche et à la stratégie de son utilisation. Les espèces suivant leur habitat, de la surface jusqu'au fond sont appelées **pélagiques** quand elles vivent en pleine eau, alors que les espèces **demersales** vivent libre à proximité du fond, c'est-à-dire sans être véritablement lié à celui-ci de façon permanente, tandis que les espèces **benthiques** vivent en ayant un lien étroit et permanent avec le fond (fixé sur le fond elles sont sessiles, mobiles elles deviennent vagiles). Pour s'en emparer, un engin de pêche est d'autant plus **efficace** qu'il capture davantage de poissons pour un même effort appelé **l'effort de pêche**, dont l'objectif est de quantifier l'importance de l'exploitation du stock dans un laps de temps donné. L'effort de pêche est d'autant plus pertinent que les captures par unité d'effort de pêche ou **CPUE** représentent un indice d'abondance du stock exploitable et dans ce cas, il sert à évaluer les mortalités totales et dues à la pêche. Enfin, la **capturabilité** représente la probabilité que possède un poisson pris au hasard dans un ensemble disponible d'être capturé pour un effort de pêche déterminé. Elle est donc liée à l'effort de pêche qui peut être géré selon plusieurs mesures. Le **TAC** acronyme de « *Total Allowable Catch* » c'est-à-dire « total de captures autorisé », est un outil de gestion des pêches basé sur l'étude des stocks et de leur écosystème (adultes reproducteur, renouvellement de l'espèce, qualité du milieu, etc.). Il vise la régulation indirecte du niveau de l'effort de pêche par une limitation imposée des captures (il est souvent accompagné d'une déclinaison qui régule l'effort en terme de moyens de pêche, le **TAE** - *Total Allowable Effort* -). Les TAC sont définis annuellement pour une espèce et une zone géographique déterminée. Les **quotas** concrétisent la répartition du TAC entre les pays ou les zones de pêche dont les flottilles pêchent l'espèce cible. **L'aménagement des pêcheries** revient à étudier la rationalisation de la pêche par la régulation du niveau d'exploitation (accès à la ressource) et l'adaptation des stratégies d'exploitation (modulation du niveau relatif d'activité des différents métiers, calendriers des pêches). Ces différentes actions doivent garantir d'une part la pérennité (parfois l'accroissement) des ressources qui entraîne d'autre part une amélioration de la qualité et de la valeur des produits débarqués ainsi qu'une réduction des coûts de production. Ces objectifs sont sous-tendus dans notre approche de l'aménagement des fonds avec des habitats artificiels intégrés, dont la finalité est d'assurer un développement durable des écosystèmes et des socio-systèmes côtiers (liés par l'exploitation des ressources halieutiques).

1.1.2. La terminologie en géo-aménagement

Le terme de **territoire** se définit comme l'espace géographique organisé par une collectivité dont il constitue le réceptacle de « biens communs » matériels et intellectuels. Il s'agit d'un « bien collectif » immobilier sur lequel la collectivité exerce des droits éminents. On en déduit donc que tout territoire est le produit d'une appropriation juridique ou symbolique exprimée par une collectivité humaine sur une aire géographique dûment nommée. La formalisation des limites de cet espace, physique autant que psychique, varie en fonction du projet socio politique que la collectivité souhaite réaliser (Doumenge 2007). Nous montrerons d'ailleurs que susciter un processus d'appropriation (réel ou ressenti) en créant un territoire constitué d'habitats artificiels en mer, espace par essence sans limite, pourrait permettre la mise en place d'attitude gestionnaire de la part de « quasi propriétaires », attitude bénéfique pour l'exploitation durable des ressources. Les territoires peuvent accueillir des **aménagements** qui sont les formes physiques d'organisation répondant à certaines règles de répartition spatiale, de normes juridiques et techniques. L'aménagement est un processus d'artificialisation volontaire et structuré d'un espace bio physique entrepris par une collectivité dans un but d'activité économique ou culturelle, visant la gestion de l'espace pour son partage équilibré. Il peut être initié par des entrepreneurs privés ou par la puissance publique, voire les deux à la fois. Lorsque l'initiative revient aux pouvoirs publics, on y associe le qualificatif de « territorial ». L'aménagement doit tendre vers la gestion d'un territoire en intégrant les paramètres de l'écosystème et du socio-système, dans un objectif de développement durable (Claval 1984). Les espaces font souvent l'objet de **conflits d'usages** qui correspondent à une opposition concernant leur affectation terrestre et marine, le partage de leurs ressources, la transgression de leurs règles d'utilisation (coutumières ou légales) et les conséquences réelles ou potentielles d'un usage sur un ou plusieurs autres (Cadoret 2006). Les conflits, par les blocages qu'ils génèrent, nuisent au **développement** d'une collectivité qui détermine la mise en place de processus de production et de diffusion de biens et de services, marchands et non marchands, usuels ou emblématiques, permettant l'épanouissement dans la durée d'une collectivité. Pour être « **durable** », le développement se doit d'être économe des ressources et équitablement reparti dans l'espace comme entre les membres de la société, ce qui ne doit pas empêcher la structuration des collectivités : d'après Doumenge (2007) « sans organisation hiérarchisée, il n'y a pas de stabilité sociale qui puisse s'inscrire dans la durée ». Mais en tant que porteur des valeurs développées par le rapport Bruntland (Brundtland 1987) et en tant qu'idéologie dominante à valeur universelle depuis le Sommet de la terre (1992), il doit être « écologiquement supportable » et par là même ne pas mettre en péril les conditions d'utilisation des ressources par les générations futures. Il s'inscrit donc dans une vision élargie **des patrimoines**. En effet, le **développement durable** sous entend qu'on hérite et qu'on essaie de transmettre le mieux possible, sur une base de la prise en compte prioritaire des intérêts de la « collectivité » sur ceux des « particuliers ». Il remet donc en cause implicitement la vision traditionnelle **du patrimoine**. Par « patrimoine », on entend la mise à disposition et la protection de paysages, de leurs constituants naturels bio physiques, des aménagements élaborés par les collectivités humaines, et enfin de leurs productions matérielles ou intellectuelles. Il est désormais synonyme d'une forte dose d'identité collective et sous toutes ses formes, devient le centre des préoccupations des sociétés contemporaines. La valorisation de ce patrimoine s'accompagne souvent de nouvelles pratiques, respectueuses du milieu naturel comme l'**écotourisme** ou tourisme vert. Il s'agit d'un tourisme écologique dont l'objectif principal est de protéger la nature, ou d'approcher des espèces particulières (les mérus du parc marin des Bouches de Bonifacio par exemple), dans des zones biophysiques faiblement anthropisées ou dans des zones naturelles ayant statut de parc ou de réserve. L'écotourisme s'intéresse aux originalités des caractéristiques faunistiques et floristiques. En cela, les zones humides traditionnellement utilisées pour l'halieutique (marais, étangs) ou les salines devenues des réserves de faune, sont des lieux privilégiés dans l'instrumentalisation de ce tourisme qui se veut attentif à la biodiversité. Il y a une place pour l'écotourisme sur le littoral, si celui-ci n'est pas trop urbanisé. D'où l'intérêt des « coupures vertes » prévues par la loi littoral (3 janvier 1986) pour limiter l'extension des stations le long du trait de côte et permettre l'observation naturaliste. L'activité doit comporter une part d'éducation et d'interprétation, et aider à faire prendre conscience de la nécessité de préserver le capital naturel et le capital culturel. Il doit également avoir de faibles conséquences environnementales et doit contribuer au bien-être des populations locales : « Le tourisme étant l'un des secteurs qui connaît le plus fort taux de développement dans le monde, l'écotourisme représente un moyen intéressant pour valoriser la biodiversité » (Sommet mondial de l'écotourisme 2002).

Le terme **environnement** revêt pour le géographe des notions qu'il convient de bien détailler afin d'éviter toute confusion avec les termes « écologie » ou « écosystème ». Ainsi, pour le géographe P. George (1971) qui donna une définition générale de l'environnement, il peut se concevoir comme "l'ensemble des éléments qui, dans la complexité de leurs relations, constitue le cadre, le milieu, les conditions de vie pour l'homme". Sans proposer une définition figée du terme, le géographe conçoit

l'environnement comme le rapport des sociétés avec un espace où le milieu et les facteurs « naturels » jouent encore un rôle dans l'aménagement à différentes échelles spatiales (Berque 2000; Veyret 2004). Il se réfère non seulement au substrat bio physique, mais encore au contexte socio culturel hérité auquel les habitants se réfèrent pour organiser leurs activités. On peut donc le rapporter à un contexte où se situe un phénomène particulier. Lorsque l'environnement devient tout ce qui nous (société) entoure et agit sur nous et relève de notre cadre spatial (relation verticale) ainsi que ce qui nous vient des espaces extérieurs (relation horizontale), le mot environnement se rapproche du sens du mot **espace** (disponible sur le site www.hypergeo.fr 2008). L'environnement est donc « l'espace géographique » dans lequel s'inscrivent les activités et résidences humaines, « le territoire » sur lequel s'expriment les formes matérielles (mise en valeur agricole, production industrielle, habitat, artisanat) et immatérielles (littérature, musique, religion) procurant une identité à la population qui s'y trouve établie de manière stable. Il arrive parfois que l'on confonde ce terme avec celui d'**écologie** qui consiste en fait en l'étude, à diverses échelles, du fonctionnement des populations floristiques, faunistiques, (voire parfois humaines), dans des milieux physiques diversifiés. Puisqu'il s'applique à l'adaptation des êtres vivants (y compris l'homme) à un milieu géographique donné, il ne faut donc pas confondre « environnement » (réceptacle physique servant de cadre de vie pour une population donnée) et « écologie » (analyse du fonctionnement de cette même population dans ce réceptacle). L'environnement est lié au milieu naturel (complémentaire à celui purement écologique), qui est le support qui fournit des ressources aux sociétés, leur oppose des contraintes ou les soumet à des risques (Doumenge 2007). Mais de quelle nature parlons-nous ? En général on considère qu'il n'existe plus de « milieu naturel » ou de « données de l'environnement » en soi (Berque 2000). Un fond marin n'est pas une donnée de l'environnement, il ne le devient que lorsqu'on l'envisage par rapport à un lieu, une activité humaine (la pêche, sa préservation écologique, la plongée loisir...), une société et les moyens dont elle dispose. Notons que le mot « naturel » a perdu une partie de son sens, puisqu'il n'existe plus de milieu (sauf à grande échelle peut-être), qui ne soit influencé ou marqué par l'action humaine. L'environnement incorpore donc, outre des éléments « naturels », des équipements variés que les sociétés ont introduits (marinas, ports, digues, habitats artificiels, etc.). L'intérêt porté à « l'environnement » renvoie très largement à la volonté de maintien d'une bonne **qualité du cadre de vie** dans les sociétés développées. La géographie de l'environnement est une démarche qui intègre la connaissance de l'Homme et de la nature. Dans son aspect aménagement, elle (la géographie-aménagement de l'environnement) tient compte des problèmes écologiques pour accompagner la décision du politique, de l'aménageur et du gestionnaire. Berdoulay et Soubeyran sont les représentants de ce courant au sein des géographes français (Cadoret 2006).

Ces concepts permettent au géographe de travailler dans un système prenant en compte l'Homme en interaction avec la nature. Cette analyse systémique est proposée sous le terme de **géo-système**. L'approche géo-système revient en effet à étudier dans un espace les relations des sociétés humaines avec la nature (Scheibling 1994). Cette unité spatiale, formée par un ensemble, plus ou moins en équilibre, d'éléments climatiques, édaphiques, faunistiques, floristiques et du relief constitue ce que les géographes ont pour habitude de qualifier le « milieu naturel » (Brunet *et al.* 1995). Cette définition se démarque de l'approche de nombreux écologues car elle prend en compte l'action anthropique, sans voir obligatoirement l'homme comme perturbateur fâcheux des écosystèmes. La « nature » est actuellement influencée par l'homme, ainsi donc observer de façon indépendante l'évolution de la nature et celle des sociétés qui y trouvent place, réduit l'efficacité de l'analyse et la portée des solutions proposées (oubliant le développement de la société, donc son acceptation). Dès lors, il est bon d'envisager la réalité fonctionnelle et structurelle d'un « géo-socio-système », c'est à dire de l'action structurante (y compris avec des aspects déstructurant) qu'une population organisée exerce sur le milieu bio-physique. Par commodité nous parlerons de géo-système, sachant que celui-ci reste lié à l'action de l'Homme sur les différents écosystèmes. Dans notre cas particulier, nous nous situons dans une problématique dynamique de bonne gestion de la zone littorale, sachant que le géo système qui y trouve place s'appuie à la fois sur un espace marin, lagunaire et terrestre, support d'activités de pêche, d'aquaculture, d'agriculture, de développement urbain, industriel et de loisirs. Un géo-système comporte également toutes les actions passées et présentes des hommes sur le milieu (Veyret 2004). C'est un élément de prospective indispensable à connaître et à maîtriser dans le cadre de politiques publiques parfaitement affichées (voir figure ci-après).

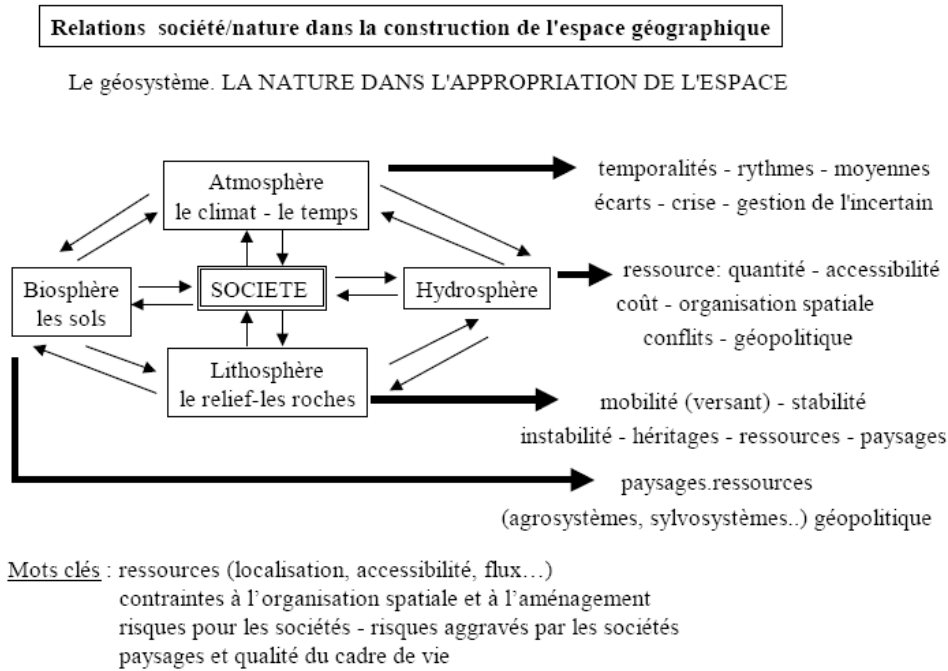


Figure 1 : Le géo-système : la nature dans l'appropriation de l'espace (Veyret 2004).

Lorsque la démarche **géo-systémique** s'intéresse à la gestion des espaces côtiers, elle relève d'une approche similaire à celle de la stratégie nommée **GIZC** acronyme de Gestion Intégrée des Zones Côtières (Cadoret 2006). Il s'agit d'un processus dynamique qui réunit gouvernement et société, science et décideur, intérêts publics et privés en vue de la préparation et de l'exécution d'un plan de protection et de développement des systèmes et donc des ressources côtières. Ce processus vise à maximiser les choix à long terme privilégiant les ressources et leur usage raisonné et raisonnable (Cicin-Sain et Knecht 1998). La GIZC ne peut pas se substituer à la planification sectorielle mais elle se focalise sur les liens existant entre les différentes activités sectorielles pour atteindre des objectifs plus globaux.

Nous étudierons le géo-système côtier à travers une activité socio-économique structurante, la pêche artisanale côtière (DATAR 2004).

1.1.3. La pêche artisanale côtière

La **zone côtière** a été définie comme la bande des 12 milles nautique. C'est un territoire étroit et particulier où la pêche dite « côtière » s'exerce et où un régime souverain permet aux Etats d'en réserver son accès à ses seuls ressortissants (eaux territoriales). Au sein de cette zone, nous nous intéresserons plus particulièrement à la **pêche artisanale côtière** qui regroupera les termes de « **petite pêche** » et de « **petits métiers** ». Dans la littérature (Garcia et Reveret 1989), la pêche artisanale est considérée comme un sous-système de la pêche (« complexe bio-géographique de production » pour Durand (1989) ou « complexe socio-spatial » pour Chaussade (1988)). Techniquement elle s'exerce sur des petites embarcations (moins de 12 m), principalement sur un territoire constitué de la bande des 3 milles le long du trait de côte et à proximité d'un port communal, (Boloïon *et al.* 2000) avec généralement des équipements de pêche appelés « **arts dormants** » (filets, nasses, palangres), par opposition aux « **arts trainants** » (chalutage qui est généralement interdit dans la bande des 3 milles, en France). Sa dimension sociale est importante, car elle véhicule une dimension historique et culturelle liée à une identité territoriale particulièrement forte, constitutive d'un patrimoine qui dépasse le cadre du métier. Les traditions qui s'y rapportent sont porteuses de valeurs de liberté et de force (conditions rudes) et véhiculent un imaginaire riche (monde marin et sous-marin). Cette pêche est en contact avec des usages nombreux et variés : tourisme, nautisme, éoliennes off-shore, pose de câbles sous-marins, extraction de granulats marins, rejets urbains, industriels et agricoles, etc. Elle est donc souvent au cœur de conflits d'usage spatiaux.

Après avoir proposé les termes et le sens des notions d'écologie, de géographie et de la pêche côtière utilisés dans cette thèse, nous allons développer l'objet principal de nos travaux : les « récifs artificiels », nous aborderons les acquis historique, puis les points en débat et l'intérêt de leur usage dans une approche géo-systémique de gestion des zones côtière par de « habitats artificiels ».

1.2. LES CONCEPTS DE RECIF ET DE « RECIF ARTIFICIEL »

Par «récif», on entend une formation rocheuse constituant 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 biogènes d'origine corallienne (McFarland 1984).

Le concept d'aménagement que constitue le récif artificiel est très ancien : il est lié à l'attitude empirique et au sens de l'observation des communautés de pêcheurs pour rechercher ces oasis marines (récifs, épaves). De manière aléatoire et souvent par tradition orale, ces « bons coins » relevés par des amers, étaient transmis de père en fils et constituaient « des trésors secrets » familiaux garants de la pérennité des débarquements de pêche. Certains conflits récents sont d'ailleurs caractéristiques de l'importance de ces sites notés sur le carnet de bord (*log-book*) des pêcheurs. Ainsi le récent rachat par un armateur espagnol d'une petite flotte de chalutiers Français a fait l'objet d'un règlement judiciaire lorsque les patrons pêcheurs ont refusé de livrer leurs précieux carnets d'amers, faisant toute la valeur de leur bateau (comm. pers. Frederic Guilhen, patron pêcheur).

Très tôt les pêcheurs ont voulu reproduire ces zones riches où se concentraient les diverses espèces cibles. Ils ont donc fabriqué ces récifs eux même, à proximité de leurs villages de pêche (Seaman et Sprague 2000). Dès le XVII^{ème} siècle, l'existence de tels aménagements côtiers consacrés à l'accueil des poissons est relatée dans la littérature japonaise. Depuis lors, la création de récifs artificiels par l'homme a évolué et fait l'objet d'une recherche et de technologies plus abouties.

1.3. LES CARACTERISTIQUES GENERALES DES RECIFS ARTIFICIELS, ESSAI DE DEFINITION

La définition originelle historique d'un « récif artificiel pour la pêche » est japonaise. Le sens est contenu dans le mot même «Jin-kô gyo-sho», qui signifie lexicalement «homme – créé poisson - montagne sous marine ». La traduction littérale est « récif à poisson fait par l'homme » (Simard 2007). L'utilisation d'un récif artificiel conçu et disposé dans le but de favoriser le développement d'espèces halieutiques fut décrite pour la première fois au Japon entre 1652 et 1655 par les écrits du règne de l'empereur Joo (Simard 1996). Ils étaient constitués de tas de pierres ou d'épaves remplies de pierres, et disposés à proximité du village pour étendre ou créer (sur les fonds sableux) des zones de pêche exploitables (Simard 1989).

Voir les deux illustrations ci-après.

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Première partie : Etat sur la connaissance des récifs artificiels : acquis, points en débats et propositions pour l'aménagement des zones côtières



Photo 1 : Illustration des premiers types de récifs de pêche japonais, constitués de tas de galets disposés artificiellement sur le fond (photomontage Feron 2008, photo M. Foulquié)



Photo 2 : Photomontage illustrant les premiers types de récifs de pêche japonais, barque de pêche immergée remplie de pierres, disposée artificiellement sur le fond (photomontage J. L. Feron 2008, photo M. Foulquié).

La FAO en 1986 (F.A.O 1986) définissait ainsi les récifs artificiels : « Les récifs artificiels (RA) sont des structures, des installations ou des constructions fabriquées par l'homme pour plusieurs objectifs », comme :

- I. Création d'aires d'implantations pour des organismes sessiles¹ (e.g. larves du bivalve *sestophagous*) ; refuges et nourricerie pour des petits invertébrés (proies) ou pour des vertébrés ; protection des œufs et des sacs embryonnaires (céphalopodes) ou des organismes aux stades biologiques critiques (crustacés en période de mue, reproducteurs...)
- II. Création de systèmes technologiques et écologiques simples dont l'objectif est de recycler le surplus d'énergie concentré dans certaines zones côtières (cultures conchylicoles, associées aux RA)
- III. Zones d'attraction et de concentration d'ichtyofaune dans l'objectif de créer une aire de pêche (DCP)
- IV. Protection des fonds côtiers de pêche contre le chalutage en zone interdite ; protection de biotopes particulièrement sensibles (e.g. lits de *Posidonia*, zones de nurseries, etc.). »

La définition qui suit, et qui reste communément proposée dans la littérature scientifique, est celle émise par les experts de la FAO au Colloque d'Ancône, 27-30 novembre 1989 : « un récif artificiel est une construction humaine immergée dont l'objectif est d'accroître la productivité du milieu et/ou protéger certaines zones du fond marin ». Actuellement, les textes européens, repris dans le nouveau règlement du Fond Européen de la Pêche² s'appuient sur cette définition, en insistant sur la notion de développement des biocénoses à partir du biotope qu'ils créent : « des constructions fixes ou mobiles destinées à protéger et à développer la faune et la flore aquatiques » (Commission Européenne 2006).

En se basant sur ces définitions, nous qualifierons de « récif artificiel³ » : « 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 ».

Nous présenterons dans un premier temps les objectifs et les usages des récifs artificiels, puis nous nous intéresserons à leur utilisation dans le cadre de la pêche artisanale côtière.

1.4. LES GRANDS OBJECTIFS DES RECIFS ARTIFICIELS DANS LE MONDE CONTEMPORAIN

Il existe 3 grands objectifs, influençant la morphologie et les impacts écologiques des récifs artificiels ou « RA » (Ogawa *et al.* 1977; Nakamura 1985; D'Itri 1985; Seaman et Sprague 1991; Santos et Monteiro 1997; Jensen 2002; Seaman 2007):

- (i) Production, accroître la production halieutique,
- (ii) Protection, protéger physiquement un espace et la ressource halieutique
- (iii) Récréatifs, développer les usages ludiques marins (pêche, plongée).

¹ Sessile : organisme fixé à son substrat

² F.E.P

³ En considérant que ce terme doit évoluer vers le concept mieux intégré d'habitat artificiel, que nous développerons dans le cadre de nos travaux

Fonctions principales recherchées		Attentes
Restaurer, maintenir (conserver) ou développer le milieu.	<ul style="list-style-type: none"> - Production¹ : au développement des pêcheries (Seaman et Sprague 1991; Santos et Monteiro 1997; Jensen 2002; Ducloy 2006; Seaman 2007), à la profitabilité économique (Whitmarsh et Pickering, 1997), conservation de la biodiversité amélioration de la connaissance écologique en particulier des processus de colonisation d'un habitat vierge (Nakamura 1985; Samples et Sproul 1985; Polovina 1991; Bohnsack <i>et al.</i> 1994; Whitmarsh et Pickering 1997), ou à l'aquaculture (Seaman 2002). La production halieutique d'un récif peut servir les professionnels et la pêche de loisir (Seaman 2002). 	<ul style="list-style-type: none"> - Halieutique (production, aquaculture) - Socio-économique résolution des conflits (création de sites, mesures de gestion) - Ecologique², création de biodiversité - Social, mesures environnementales compensatoires
Protéger un espace.	<ul style="list-style-type: none"> - Protection : la protection des habitats (Polovina 1991; Guillén <i>et al.</i> 1994; Pickering <i>et al.</i> 1998; Ramos-Espla <i>et al.</i> 2000), lutte contre les chalutages illégaux (Pary 2004); protection des plages par la lutte contre l'érosion (De Pippo 2006). 	<ul style="list-style-type: none"> - Ecologique, sanctuaire - Socio-économique, résolution des conflits d'usages (partage de l'espace) - Socio-économique, lutte contre l'érosion côtière
Développer de nouveaux usages du littoral.	<ul style="list-style-type: none"> - Récréatifs : les RA sont installés sur des zones dédiées aux loisirs ou pour créer une nouvelle attraction (épave pour la plongée, plateforme réformée pour la pêche) (Lacroix 2003). Découverte et vulgarisation auprès du public du milieu marin, de sa faune et de sa flore. Education pour les scolaires (en tant qu'étude pédagogique) (Seaman et Sprague 1991) 	<ul style="list-style-type: none"> - Socio-économique, tourisme et récréatif (pêche, plongée) - Socio-environnemental, mise en valeur d'un patrimoine écologique (éco-tourisme) - Social, création et transmission de savoir

Tableau 1 : Objectifs principaux et fonctions recherchées par l'installation de RA (adapté de Claudet 2005).

La diversité des structures immergées est très importante et reflète un certain flou sur la relation des récifs artificiels en tant qu'un réel habitat pour les espèces marines.

¹ Production au sens des 3 fonctions de définition d'un RA permettant aux espèces de se reproduire, se nourrir, s'abriter et non seulement se concentrer (voir Figure 19, p 70)

² Au sens de la relation entre les espèces et leur milieu naturel

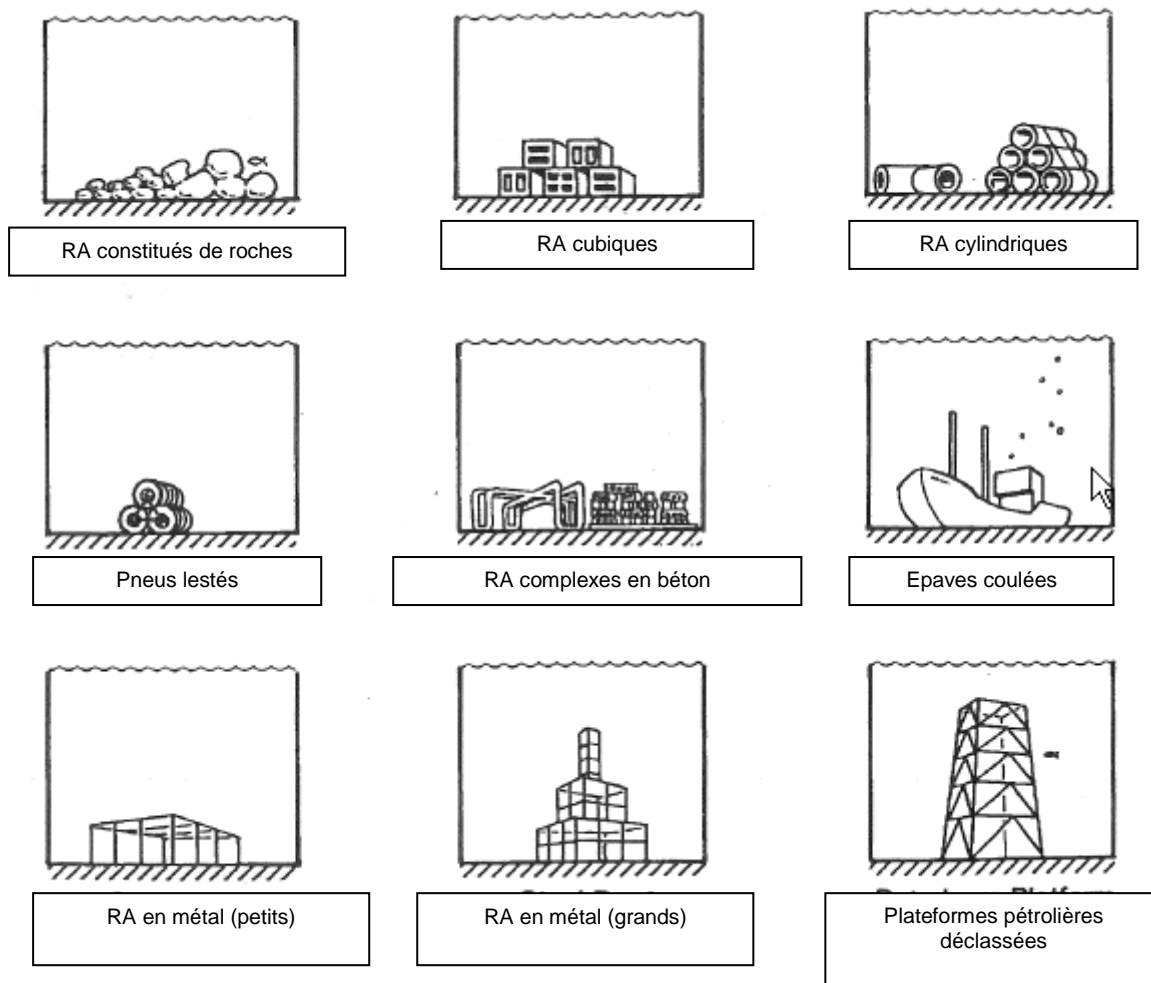


Figure 2 : Illustration de la diversité des différents types de RA (extrait de Seaman et Sprague 1991)

1.4.1. Les récifs artificiels de production

Les RA de production ont comme objectif d'augmenter les ressources halieutiques. Ils sont immergés afin d'assurer le développement, ou du moins le maintien, du nombre de pêcheurs professionnels sur une zone de pêche (Brotto et Araujo 2001). Leur utilisation est la traduction d'une volonté politique de soutien du secteur de la pêche côtière, souvent en relais d'une demande émanant des pêcheurs eux-mêmes (Pary 2001). Notons que cet objectif d'aménagement peut s'accompagner d'une exploitation récréative, si elle n'entre pas en compétition avec l'exploitation faite par la pêche professionnelle (plongée, éco-tourisme).



Photo 3 : Exemple de RA à vocation halieutique (Photo Leung).

1.4.2. Les récifs artificiels de protection

Les RA peuvent également être utilisés pour leur intérêt lié à la protection « physique » d'un territoire de pêche. Ils sont alors utilisés pour leur poids et leur qualité d'obstacle sous marin. Ils ont généralement pour but de lutter contre les arts traînants illégaux (Bregliano et Ody 1985; Harmelin et Bellan-Santini 1996a; Pary 2001; Charbonnel *et al.* 2002). Les volumes immergés sont réduits et les structures massives, leur implantation est très espacée afin de couvrir une grande surface.

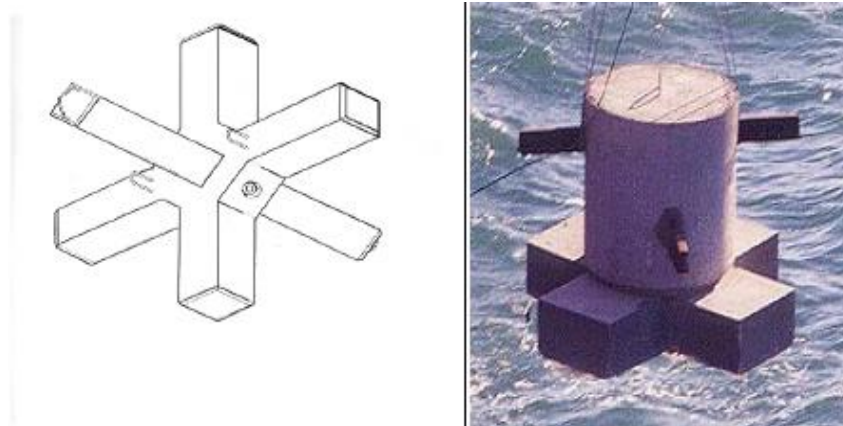


Photo 4 : Deux types de RA de protection disposés en Espagne (Lacroix *et al.* 2002).

Ils permettent de protéger des milieux d'intérêt particulier, comme c'est le cas en Espagne pour les herbiers de posidonie (Guillén *et al.* 1994).



Figure 3 : Principe d'utilisation des RA de lutte contre le braconnage de chaluts illégaux dans les zones côtières destinées à la pêche artisanale (e.g. en Catalogne extrait du quotidien « *El Pais* », Espagne, 2003)

Cette politique est critiquée car ces aménagements sont coûteux, sans offrir un réel habitat aux espèces. Mais les résultats sont efficaces et permettent de conserver des biotopes remarquables (herbiers de posidonies) tout en réduisant les conflits d'usages entre pêcheurs artisanaux côtiers et chalutiers (Ramos-Espla *et al.* 2000). La tendance est de créer des RA couplant l'effet de protection avec celui de production (lourds et capables d'accueillir des espèces).

1.4.3. Les récifs artificiels récréatifs

L'usage des fonds côtiers se démocratisant, la tendance des aménagements sous-marins est de répondre aux besoins et aux attentes d'un public attiré par le monde maritime. L'aménagement des fonds sableux, zones naturellement pauvres en termes de biodiversité et de relief, consiste alors à installer des RA récréatifs destinés à accueillir le public. Les formes sont variées : épaves pour la plongée, récifs adaptés à la pêche à la ligne ou formes diverses pour susciter la curiosité, voir photo ci-après (Lacroix 2003).

Le souci de l'aménageur est de rendre accessible le milieu marin ainsi valorisé. Ces aménagements sont également utilisés afin de « délester » les zones trop fortement visitées en plongée. En effet certains « hauts » lieux naturels de la vie marine sont victimes de leur succès et souffrent des dégradations liées aux coups de palmes ou au dérangement des espèces (récifs coralliens, secs rocheux emblématiques). Il est alors profitable de répartir les nombres de plongées ou de pêcheurs amateurs sur plusieurs sites artificiels afin de diminuer la pression sur le milieu naturel.



Photo 5 : RA dédiés à la plongée récréative immergés en 2007, à Elat, (Israël), et Al 'Aqabah, (Jordanie) ; photo Eran Brokovich.

Afin de construire la grande diversité des formes et des objectifs de RA, plusieurs types de matériaux sont utilisés.

1.5. LES ELEMENTS DE CONSTRUCTION DES RECIFS ARTIFICIELS

L'étude des matériaux utilisés peut sembler à première vue un fait relevant du détail technique. Elle est pourtant révélatrice de l'historique et des philosophies d'aménagements en RA. Elle montre en effet les investissements consentis par les pays pour développer cet outil, investissements financiers mais aussi en terme de réflexion sur leur mise en œuvre. Dans certains cas, l'utilisation de matériaux issus de déchets industriels participe à accentuer l'image négative pour des aménagements insérés dans un milieu naturel : la mer. Les matériaux employés doivent correspondre à des critères de « fonctionnalité », compatibilité, durabilité, stabilité et disponibilité dans les conditions spécifiques et très « agressives » du milieu marin (abrasion, corrosion, efforts) (Bell *et al.* 1997).

Matériaux	Usages principaux des structures
Naturels	
Bambou	A
Fibres de cocotier	A
Coquilles compactées	H,E,M
Blocs de roche	R,H,M,E
Cordes	A
Roches en gabion	H
Bois d'élagage	H
Planches de bois	R

Manufacturés	
	R,C,H,A,E,M
Préfabriqués en béton	R,H
Eléments de chantier	R,C
Fibre de verre	E,C
Algues	R,C
Mâchefer	R,C,H,A,E
Pneus	R,C,H,M
Métal	C
Carcasses de voiture	R
Citernes	R
Plateformes pétrolières déclassées	R,H
Tramway, wagons	A
Bateaux	

Tableau 2 : Liste des différents matériaux utilisés comme RA. Les abréviations désignent dans l'ordre relatif d'importance les principales utilisations des structures : A pêche artisanale ; C pêche commerciale ; E expérimental ; H essai de création d'habitat ; M mesure compensatoire ; R récréatif (adapté par Pioch, d'après Seaman et Sprague 1991)

Le choix des industriels s'est principalement porté sur deux possibilités techniques : le béton et l'acier. Ces matériaux inertes d'origine géologique (minéral) sont biodégradables dans le milieu naturel. Le plus utilisé dans le monde actuellement est sans doute le béton marin (Lacroix *et al.* 2002), d'une durée de vie de plus d'une cinquantaine d'années. Le béton généralement utilisé est un béton à forte densité, adapté à l'environnement marin (e.g. type « XS3 » en Europe). Il comporte une forte résistance à la compression et l'utilisation de moules permet de fabriquer des éléments de formes variées en série avec des coûts modérés. En revanche, sa résistance à la traction est faible ce qui implique l'intégration de renforcements internes ou externes pour les éléments de plus de quelques décimètres de longueur.

Après le béton, le métal est largement utilisé. C'est un matériau très malléable pouvant adopter quasiment toutes les formes que l'on souhaite lui donner. L'acier a une résistance élastique élevée ce qui lui permet de supporter sans dommage des tractions et des flexions fortes (peu de casse lors des installations). Il est particulièrement intéressant pour former des charpentes ou des ossatures structurelles. Sa durée de vie est variable et se situe aux alentours de 20 à 30 ans (et plus si les structures sont équipées d'anodes sacrificielles renouvelées annuellement).

Il faut toutefois remarquer que la comparaison de ces deux matériaux montre que les possibilités structurales du métal sont supérieures à celles du béton, mais que le béton présente un coût inférieur et une durabilité supérieure.

On notera également l'utilisation expérimentale de quelques matières innovantes comme des plastiques, souvent renforcés de fibres de verre, ou de l'acier parcouru d'un faible courant électrique qui engendre la précipitation de calcaire dissous dans l'eau de mer, et peut favoriser l'implantation de coraux (les RA « *bio-rocks* » créés par Hilbertz, 1978).

Les critères permettant d'apprécier la valeur de ces matières sont aussi biologiques, ce qui comprend la qualité du substrat offert pour la faune et la flore sessile, et l'inertie vis-à-vis du milieu environnant. La rugosité et la porosité des surfaces sont aussi un élément important à prendre en compte pour l'ensemble des matériaux. Les caractéristiques principales de chaque matériau sont proposées dans le tableau ci-après.

Tableau 3 : Synthèse des avantages et des inconvénients des principaux matériaux utilisés pour la réalisation de RA (adapté de Bell *et al.* 1997).

Matériaux	Avantages	Inconvénients	Commentaires
Le béton	<p>Matériau « naturel »</p> <p>Surface adaptée à la fixation d'organismes,</p> <p>Solide et durable</p> <p>Non polluant</p> <p>Coût modéré</p> <p>Durabilité d'environ 50 ans</p>	<p>Manipulation et transport (poids)</p> <p>Faiblesse des bétons en zones tropicales (température et salinité)</p>	<p>Matériau le plus utilisé</p> <p>Nombreuses études disponibles et retour d'expériences positif</p> <p>Grande variété de composition et de texture</p> <p>Facilité de création de trous et cavités</p>
Le métal	<p>Bonnes qualités mécaniques</p> <p>Larges possibilités d'architecture</p> <p>Epaves « potentielles » disponibles</p> <p>Plasticité intéressante (grandes structures)</p>	<p>Oxydation</p> <p>Hétérogénéité de la corrosion,</p> <p>Plaques, soudures, rivets, boulons</p> <p>Coût des métaux importants</p> <p>Durabilité de 20 à 30 ans</p>	<p>Au Japon, les métaux sont parfois protégés par du béton</p> <p>Aspect « déchet » des structures après quelques années (rouille)</p> <p>L'électrodéposition peut être utilisée pour "naturaliser" la surface avec des carbonates naturels par électrolyse de l'eau (Hilbertz 1978)</p>
La pierre	<p>Bon substrat de fixation</p> <p>Bonne résistance mécanique et chimique aux conditions marines</p> <p>Aspect paysager naturel</p> <p>Coût faible</p>	<p>Faibles possibilités architecturales.</p> <p>Manipulations peu aisées</p> <p>Pas de cavités intra-structurelles et surface développée réduite</p>	<p>Valorisation de l'aspect "naturel".</p> <p>Intégration esthétique et paysagère.</p> <p>Amas d'enrochements ressemblant aux éboulis naturels</p>
Epaves (1)	<p>Coût le plus faible</p> <p>Volumes importants</p> <p>Transport et pose simplifiés</p> <p>Recyclage économique une fois dépollué</p>	<p>Image de « déchet industriel »</p> <p>Habitat peu sélectif</p> <p>Corrosion importante, faible durée de vie</p> <p>Hétérogénéité des matériaux d'où risques accrus de pollution</p> <p>Carcasses de voitures peu adaptées</p>	<p>Durée de vie en milieu marin très variable selon matériaux, taille et site. Les épaves de bateaux sont plus recommandables.</p> <p>Les parties peintes sont d'abord recouvertes d'organismes sessiles, puis l'oxydation les fait se détacher en lambeaux, laissant à nu une surface oxydée peu favorable à la fixation et potentiellement polluant (peinture).</p>
Le bois	<p>Bonne surface pour la fixation d'organismes</p> <p>Matériau « naturel »</p> <p>Non polluant</p>	<p>Dégradé par les organismes ligniphages</p> <p>Faible tenue dans le temps et dégradation naturelle rapide</p>	<p>Usage ornemental éventuel pour des sentiers sous marins par exemple.</p>

Matériaux	Avantages	Inconvénients	Commentaires
	Coût modéré Facile à travailler (mise en forme, transport) Bonne résistance mécanique	Les essences résistantes sont des bois tropicaux coûteux Sensible aux contraintes hydro-sédimentaires Faible densité, lestage important	Bonne efficacité en eaux peu profondes.
Les pneumatiques	Disponibilité et faible coût Durabilité supérieure 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 (gommées naturelles, grosses stries accumulant des sédiments) Image trop négative pour être développé à grande échelle Echec systématique des essais (Floride 1970, Cap Breton 1990)
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 l'assemblage de modules d'un autre matériau
Le mâchefer (2)	Disponible à faible 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 ou relargage de métaux lourds Image parfois négative de "déchet"	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

(1) Les épaves : Il s'agit d'un cas particulier, car leur immersion a été jusqu'à très récemment fortuite. Elles ont pourtant constitué les premiers RA au sens strict de construction humaine immergée. Très en vogue sur les côtes d'Amérique du Nord, elles accueillent de nombreux amateurs de plongée. On ne peut pas parler d'habitats conçus pour les espèces marines, mais plutôt d'artefacts colonisés plus ou moins aléatoirement selon leur disposition. Autrefois en bois, elles sont aujourd'hui presque uniquement constituées de métal, du moins celles qui ont une durée de vie conséquente. Un des sites les plus importants de ces récifs-épaves exploités par une pêche côtière professionnelle est situé en Manche, où les centaines d'épaves de la deuxième guerre mondiale forment de véritables îlots de vie. La pêche sur ces sites fournit en moyenne 50% des débarquements de bars et de morues des petits métiers et des petits chalutiers de la zone lors des périodes de frai et de migration. Elles permettent des pêches régulières de gros spécimens, à forte valeur commerciale, mais nécessitent des techniques et un savoir-faire particulier (com. pers. M. Pierre GUERA patron pêcheur professionnel comité des pêches de Normandie).

(2) Résidus de combustion de centrale thermique développés par la société « Ashcrete » (Ashcrete Corporation 2007).

1.6. LE FONCTIONNEMENT D'UN RECIF ARTIFICIEL

Il convient à présent de s'intéresser au fonctionnement des RA dans le milieu marin. Nous verrons, sans apporter une réponse formelle sur son fonctionnement, quels objectifs biologiques il permet d'atteindre.

1.6.1. Le récif artificiel support de développement de la vie marine

Une des premières propositions d'explication écologique de la colonisation des RA (Ody 1987) se base sur la théorie biogéographique des îles (Mac Arthur et Wilson 1967). Cette théorie propose de modéliser les équilibres entre immigration et extinction d'îles boisées peuplées d'oiseaux en fonction de leur éloignement et de leur taille (Hanski et Simberloff 1997). Les RA peuvent être considérés comme des « îles sous marines vierges » pour les espèces (Ody et Harmmelin 1994).

D'un point de vue bio-physique, d'après Monteiro (1990) les RA sont attractifs pour les espèces colonisatrices car ils agissent à deux niveaux :

1. Biologique : effet à moyen ou long terme.

Les poissons utilisent et s'intègrent à la chaîne trophique créée par le recrutement d'un grand nombre d'organismes.

2. Physique : effet instantané à court terme

Les espèces sont capables de détecter les changements hydrodynamiques et physiques créés par un récif (phénomènes d'attraction vers : les sources de vibrations générées par les perturbations courantologiques appelé « rhéotactisme », et vers un substrat dur appelé « thigmotactisme »).

L'attractivité des RA peut être expliquée par la discontinuité physique qui engendre une discontinuité biologique dans l'environnement proche. Cette dernière est en partie due aux processus de colonisation par de nombreux organismes qui trouvent nourriture et habitat (la vie attirant la vie).

Dès lors, suivant l'utilisation et l'agencement des matériaux de construction, les RA sont attractifs pour différents types d'espèces. Cette connaissance de l'effet biologique du récif est intéressante pour l'aménagement, qui peut cibler des espèces choisies dans une certaine mesure.

1.6.2. Une bibliographie abondante justifiant de s'intéresser aux récifs à vocation halieutique

En France, l'usage des RA est destiné au secteur de la pêche artisanale côtière. Ce secteur, malgré un encadrement (quotas et TAC), est confronté à une baisse des ressources, obligeant le politique à apporter des réponses nouvelles. Ces réponses peuvent s'appuyer sur une réflexion quant aux pratiques de bonne gestion ainsi qu'à l'amélioration de la production du milieu naturel. Pour cela, la création de nouveau substrat dur constituant des zones propices au développement des espèces marines peut apporter un bénéfice partiel intéressant pour les écosystèmes et les ressources qui en dépendent. C'est pourquoi nous nous intéresserons principalement à ce type de RA dédiés à la production.

Les RA à vocation halieutique ont fait l'objet de nombreuses études (voir Figure 11 p 51). La plupart ont eu comme objectif de déterminer l'effet de l'installation de RA pour les écosystèmes (D'Itri 1985; Ody 1987; Thierry 1988; Connell et Jones 1991; Harmelin et Bellan-Santini 1996; Pickering *et al.* 1998; Barnabé *et al.* 2000; Baine 2001; Jensen 2002; Powers *et al.* 2003; Tessier 2005; J.I.F.I.C 2007; Santos et Monteiro 2007; Seaman 2007). Ainsi, d'un point de vue mondial, il est actuellement accepté, par la majorité des auteurs et de la littérature scientifiques que les bénéfices biologiques des RA, notamment au niveau de l'augmentation de la biodiversité, sont positifs.

En Italie, Bombace (1994) a conduit un suivi biologique au sujet de l'efficacité des RA installés dans 5 sites différents de la mer adriatique. Il conclut qu'un aménagement en récif artificiel correctement organisé pouvait produire jusqu'à cent fois plus de biomasse qu'un fond sablo-vaseux. En outre, dans les régions étudiées, la mise en place des RA fut systématiquement bénéfique pour les pêcheurs. En fait, l'accroissement de la biomasse et de la biodiversité locale s'accompagnaient d'un accroissement de leurs captures (Bombace 2000). Les données de débarquement ont montré une plus grande part de captures d'espèces démersales et benthiques à haute valeur marchande (Bombace *et al.* 1994). Ainsi, pour une même quantité pêchée, les RA ont permis une augmentation de la valeur des apports.

En France, plusieurs suivis (surtout par des bureaux d'études privés et quelques scientifiques) ont été effectués sur des RA de production, notamment en méditerranée occidentale). Ils confirment l'impact positif en terme de biodiversité et d'abondance (Ody 1987 ; Ody 1990 ; Harmelin et Bellan-Santini 1996). Le suivi en plongée depuis une dizaine d'années en moyenne des sites aménagés en RA au sein du Parc Marin de la Côte Bleue, montre des densités de poissons dix fois supérieures à celles relevées dans des sites témoins en milieu naturel (Charbonnel *et al.* 2000). D'un point de vue général les RA faisant l'objet de suivi présentent des colonisations très importantes et souvent supérieures au milieu naturel, selon la complexité du récif (Collart et Charbonnel 1998; Charbonnel *et al.* 2002). Sur le site de RA situé au large de Sausset les Pins (Parc Marin de la Côte Bleue) les densités numériques de la faune ichtyologique sont augmentées d'un facteur 60 par rapport à l'état initial, les densités pondérales allant jusqu'à 440 fois l'état initial, bien que ceux ci soient ouverts à la pêche (Charbonnel *et al.* 2000).

Au Portugal, une étude de synthèse publiée en 2007 par l'IPIMAR¹ et l'équipe des docteurs Santos et Monteiro (2007a) dresse un bilan après 14 ans de suivi scientifique (voir chapitre dédié au Portugal). Réalisée par l'IPIMAR (équivalent fonctionnel de l'IFREMER), elle conclue sur l'intérêt positif des RA en matière d'apport halieutique. Elle démontre, que les RA ont permis de multiplier par 2,2 la CPUE (entre 1,8 à 2,6 fois, selon les lieux). En outre, Santos et Monteiro (2007) prouvent qu'il n'y a eu ni modification des équilibres, ni de la composition des assemblages d'espèces démersales préexistantes au sein des communautés naturelles (nous reviendrons plus en détail sur ces résultats dans la partie réservée à l'expérience portugaise).

Pour les scientifiques japonais, les résultats des effets bénéfiques pour les écosystèmes et les ressources exploitées par les pêcheurs côtiers ne font pas de doute (Pioch 2007). Pour Nakamura (1985) le maintien et la stabilité des quantités débarquées en espèces cibles de la pêche entre 1976 et 1985 était une conséquence positive directe des RA, et ceux malgré un accroissement de l'effort de pêche important dans le même temps. De même selon Kakimoto (com. pers. 2007) les RA ont permis de créer de nouveaux champs de pêche en développant les capacités du milieu fortement exploité à se renouveler grâce aux habitats créés (Nakamura 1985). Il précisa également que la gestion de ces territoires est un élément important pour leur réussite. Sur le terrain, ces résultats sont confirmés par les pêcheurs rencontrés qui citent les RA comme un élément important de la stabilité des prises d'espèces cibles, notamment benthiques et à faible déplacement (Pioch 2007a).

Mais certains scientifiques émettent encore des doutes ou restes ambigus dans leur conclusion sur l'intérêt des RA (Polovina 1989; Grossman *et al.* 1997). Ainsi pour la majorité des détracteurs, dont Polovina, les RA [japonais] ne sont rien moins que des engins de pêche agrégatifs d'espèces benthiques, augmentant leur « capturabilité » (Polovina et Sakai 1989). Leur succès est purement sociétal. Il est dû au fait que les RA constituent une mesure permettant de ne pas réduire l'effort de pêche et l'activité des pêcheurs. Remarquons, que c'est précisément ce qu'on leur demande, mais en stabilisant les ressources.

Ce débat au sujet de la productivité du RA mérite donc que l'on approfondisse ses fondements au regard de notre problématique de développement de RA support des ressources exploitées par la pêche côtière.

1.7. LES TENTATIVES DE MESURE DE LA «PRODUCTIVITE ECOLOGIQUE» DES RECIFS ARTIFICIELS

Nous présenterons tout d'abord les théories permettant d'expliquer la place et le rôle d'un RA dans l'écosystème, puis les hypothèses encore en débat quant à la production ou l'attraction des espèces.

1.7.1. Approche théorique de la « production » écologique

Afin de comprendre cette notion (abordée au chapitre 1.1.1) nous proposons d'affiner le concept puis d'aborder deux théories explicatives appliquées aux récifs artificiels. Pour l'écologiste, la production est en général ce que produit une population, c'est à dire la quantité de biomasse qu'elle fabrique. Elle inclut la biomasse qui remplace celle qui disparaît par mortalité ou dégradation. C'est donc l'ensemble de la fabrication de biomasse. Pour l'exploitant, la production est la biomasse produite en surplus de ce qui

¹ Institut des pêches et de recherche océanographique du Portugal.

remplace la biomasse naturellement dégradée. C'est donc la partie de la biomasse fabriquée qui reste disponible (pour la pêche).

La biomasse globale d'une population est limitée alors que son "potentiel biotique" révèle des capacités d'expansion infinies. Elle se heurte en pratique à des contraintes extérieures que nous qualifierons de "résistance du milieu", de telle manière que la biomasse réelle culminera à un maximum qui est fonction de la "capacité biogénique du milieu"¹. Par exemple, dans le bassin de Thau, en hiver, les poissons quittent la lagune, donc sa capacité biogénique ne se transforme plus en production halieutique. Ainsi, tout système qui permettrait à une population halieutique de rester l'hiver et d'utiliser la capacité biogénique du milieu en excès pour produire, permettrait au potentiel biotique excédentaire de s'ajuster à la capacité biogénique disponible.

L'application aux RA devient simple : ils conduisent à un accroissement de la production halieutique lorsqu'ils permettent aux populations halieutiques d'utiliser toute la capacité biogénique de l'écosystème, lorsque celle-ci est en excès ou inutilisée (voir théorie des « carrés blancs » proposée ci-après).

1.7.1.1. L'apport de la théorie des « carrés blancs »

Il s'agit d'une théorie basée sur la capacité biogénique ou capacité de production optimale du milieu évaluée à partir d'un milieu exploité (prélèvement) ou d'un milieu qui serait pauvre en habitat. D'après Masuda et Tsukamoto (1998), la mariculture extensive (RA et repeuplement) permet de combler les niches vides d'un milieu productif. Ces niches vacantes sont liées au prélèvement des poissons par la pêche ou par l'absence d'habitat pouvant les accueillir. Pour comprendre ce mécanisme en lien avec le potentiel biogénique du milieu, il propose l'approche théorique des « carrés blancs » ou carrés vacants. Les niches non-utilisées laissées par des organismes exploités (pêche, habitat vital sous représenté ou absent) sont représentées par les éléments blancs d'une pyramide trophique. On comprend mieux le fondement des aménagements marins à vocation halieutique, qui revient à aider l'écosystème à compenser ces vides et retrouver une production optimale (voir figure ci-après).

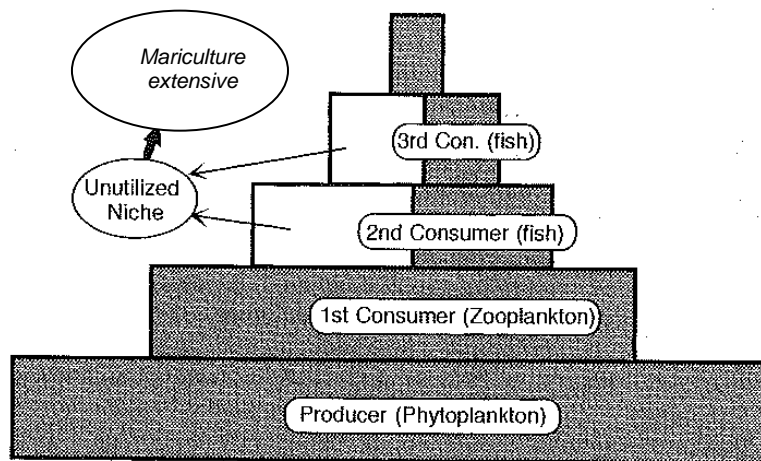


Figure 4 : La théorie des « carrés blancs » : la pyramide écologique déformée. Les carrés blancs de cette figure correspondent à la capacité biogénique non exploitée qui peut être compensée par la mariculture extensive ou « marine-ranching » (d'après Masuda et Tsukamoto 1998).

En prenant l'exemple de la lagune de Thau, c'est le rôle que jouent les tables conchylicoles, en tant que véritable RA qui permettent la stabilité d'une biomasse conchylicole productive même en hiver. De plus, les déchets organiques engendrés (culture conchylicoles sur les tables) permettent d'accroître la capacité biogénique et donc le potentiel biotique des coquillages et du milieu. Enfin, indirectement cet aménagement profite aux anguilles (*Anguilla anguilla*) aux daurades (*Sparus Aurata*) et aux loups

¹ La capacité biogénique est définie par rapport à un habitat optimum par référence aux conditions optimales de développement de la population.

(*Dicentrarchus labrax*) qui constituent la majorité des espèces cibles en poids et en valeur de l'étang de Thau.

Cette approche permet de comprendre l'insertion et le rôle des RA pour la productivité du milieu marin, mais la théorie de colonisation qui conditionne le niveau de production (présence et nombre d'espèces) fait appel à d'autres mécanismes.

1.7.1.2. La théorie de la « densité dépendance »

La théorie de la densité dépendance apporte un éclairage intéressant sur les mécanismes théoriques de colonisation d'un récif, conditionnant la production future tant en qualité qu'en quantité (Mac Arthur et Wilson 1967). Lorsqu'on introduit un RA dans un milieu, il y a redistribution des effectifs vers celui-ci, donc corrélativement lors d'une première phase d'immigration des espèces, une baisse de la densité sur les récifs naturels. Mais, en écologie, cette redistribution affaiblit la densité « d'habitants » ce qui entraîne une augmentation de la croissance, du taux de survie et de la reproduction des espèces, c'est ce que l'on appelle la théorie de « densité dépendance ».

S'ils sont bien placés, les RA favorisent le recrutement de poissons. En effet, l'augmentation de la disponibilité en habitat permet de « capter » des juvéniles, appelés nouveaux colons, qui n'auraient pu être maintenus dans un espace saturé (faute de disposer d'un habitat adéquat).

Cette théorie amène à bien comprendre que la qualité du RA dont la conception doit offrir un habitat adapté à l'accueil de nouveaux colons, influe sur la production. Le risque principal d'un habitat mal conçu, d'immersion de récifs artificiels non adaptés aux espèces, est que si l'on augmente la surface du récif mais que l'on baisse la qualité d'accueil (habitat) on baisse la production (capturabilité des adultes et prédation accentuée sur des sites localisés, mortalité car peu d'installations possibles) (Bombace *et al.* 1994).

1.7.2. L'état de la connaissance en matière d'« attraction » ou de « production » des espèces sur les récifs artificiels

Sur le plan international, les écologistes débattent souvent de ces deux notions. Le problème est de déterminer si les RA sont des dispositifs d'attraction (agrégation) ou de production d'espèces (Relini *et al.* 1998). En effet, si l'efficacité en termes de protection physique des fonds marins par les RA est indéniable, c'est la production qui donnerait aux RA leur plus grand intérêt, notamment sur des zones peu productives, à restaurer ou à développer. D'après Thierry (1988), les RA sont conceptuellement « basés sur l'évidente analogie avec un récif naturel, ils sont [des constructions humaines installés dans l'espace maritime et] conçus pour améliorer la productivité halieutique ». Comme nous l'avons vu les RA de production doivent augmenter la disponibilité de l'habitat pour accueillir des poissons, permettant ainsi d'améliorer la production de l'écosystème et donc également des ressources halieutiques. S'ils ne font que concentrer les espèces, leur intérêt est bien moindre, et se limite à rendre accessible des stocks, à la manière d'un engin de pêche (lumière des lamparos, appâts destinés à attirer les prédateurs...).

Ainsi ces deux hypothèses d'attraction (a) ou de production b (Santos *et al.* 1996b; Santos *et al.* 1996a), même si elles restent attachées à un débat de fond d'écologiste sans beaucoup d'impact sur l'avis des pêcheurs ou des aménageurs, méritent que l'on s'y attarde avant de proposer ce qui semble être actuellement un consensus accepté (Powers *et al.* 2003).

Les concentrations élevées de poissons autour des RA 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. Dans ce cas, la production globale des RA et des récifs naturels seraient supérieures à celle des récifs naturels seuls (voir ci-après les 2 schémas de la Figure 5). En théorie, plus on installe de RA, plus on augmente la production. Inversement, dans le cas d'un effet simple d'attraction des ressources existantes, la production des RA compense simplement la production perdue par les récifs naturels, mais la production globale n'augmente pas. C'est le principe des « vases communicants ». D'un point de vue halieutique, ces deux impacts ont des incidences importantes sur la gestion des ressources exploitées. D'après Osenberg (2002) les éléments à prendre en compte pour pouvoir déterminer l'effet d'attraction par rapport à celui de la production sont les suivants :

- Taille du récif (surface disponible)

- Taux de larves disponibles (apports de nouveaux colons)
- Influence de la densité-dépendance (théorie de colonisation)
- Distance récif naturel / récif artificiel (apports de juvéniles et d'adultes)
- Qualité du substrat d'accueil pour les juvéniles (habitats adaptés garantissant l'installation dans le temps des espèces).

Parmi ces éléments, la taille du RA a été plus particulièrement analysée par Osenberg (*et al.* 2002) afin de proposer deux hypothèses explicatives des phénomènes de production et d'attraction :

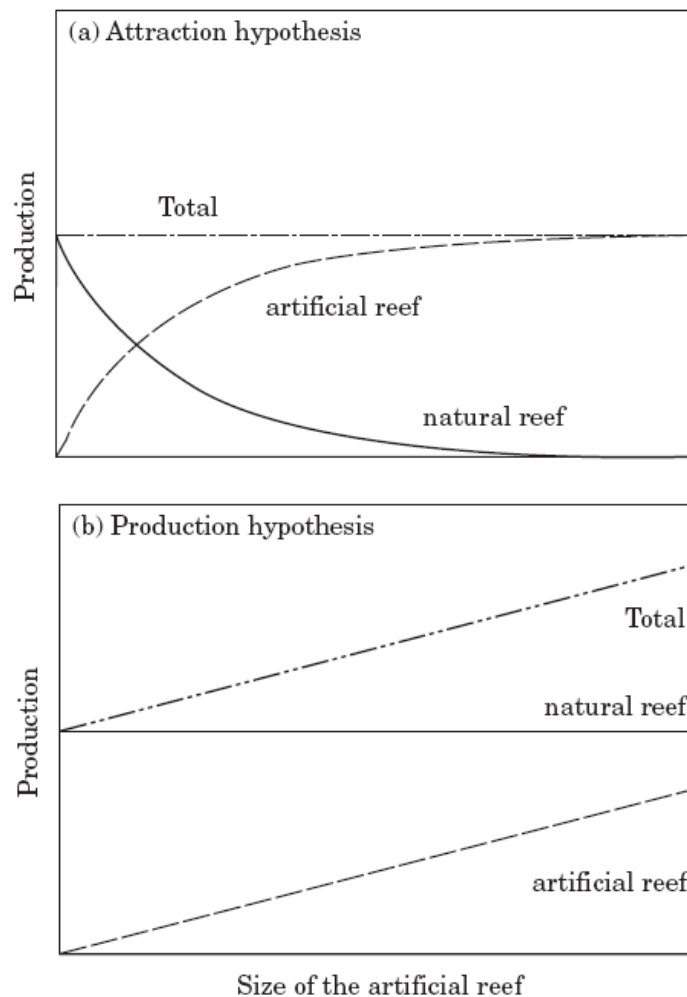


Figure 5 : Représentation schématique de la production de poissons en fonction de la taille du RA du point de vue (a) de l'hypothèse d'attraction (b) de l'hypothèse de production (d'après Osenberg *et al.* 2002)

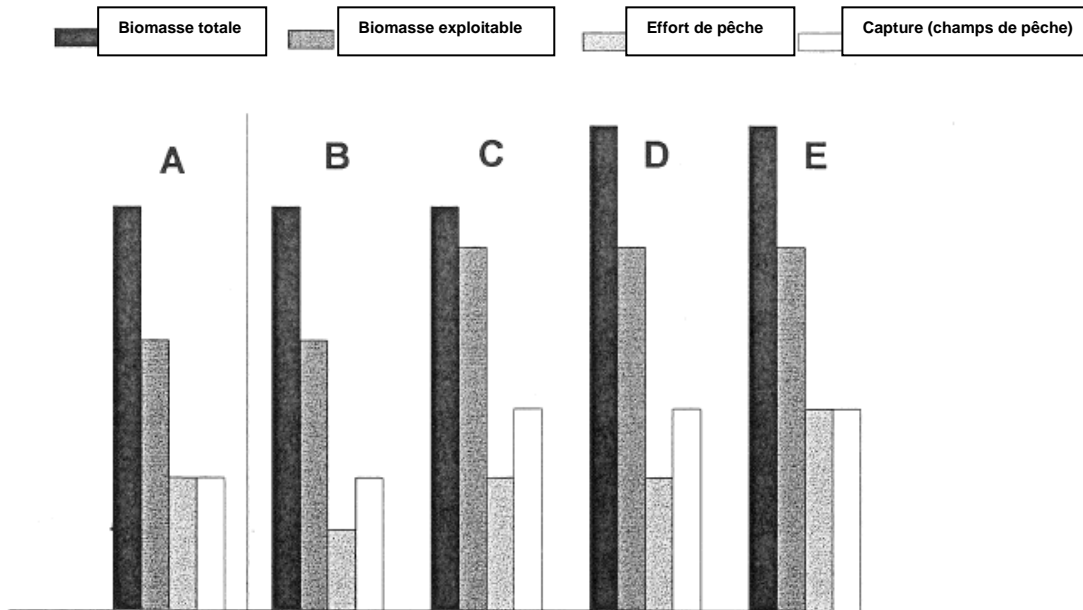
1.7.2.1. L'hypothèse de l' « attraction »

Si les RA ne contribuent qu'à l'attraction des ressources vivantes (hypothèse d'attraction), ils peuvent alors faciliter leur exploitation, voire leur surexploitation (Matthews 1985; Polovina 1991; Bohnsack *et al.* 1994). Ainsi l'incidence de cette redistribution se fera sur l'accessibilité de la ressource et non pas sur la biomasse totale exploitée (Tessier 2005).

1.7.2.2. L'hypothèse de la « production »

Inversement, les RA peuvent augmenter les ressources en espèces cibles, c'est-à-dire la biomasse globale d'un stock (hypothèse de production). En maintenant un rapport « biomasse exploitée / biomasse totale » constant, le rendement de pêche peut être plus élevé avec un effort de pêche constant. C'est par exemple le cas des élevages extensifs de mollusques bivalves. La mise à disposition d'un nouvel habitat, de type substrat dur, en permettant un captage de naissain ou/et de juvéniles plus important, contribuera à augmenter localement la biomasse totale ainsi que la biomasse exploitée (Tessier 2005).

Afin de mieux comprendre ces deux hypothèses et les différentes situations principalement rencontrées Santos (1997) propose plusieurs scénarii de leurs effets sur la biomasse et la pêche (voir figure proposée ci-après).



(A) Situation avant installation des récifs. Le taux de capture (rapport entre les captures/ et l'effort de pêche) est égal à 1, et la capture est égale à environ deux tiers de la biomasse totale.

(B) Attraction - Quand les RA ne font que redistribuer la biomasse exploitable, hypothèse de concentration en un point, la rendant plus facile à capturer, la même capture peut être obtenue avec un effort de pêche moindre. Dans ce cas, le gain économique se fait sur la diminution du coût d'exploitation des navires. Il s'agit d'un système du type des DCP, qui comme nous l'avons précisé, ne peuvent être considéré comme des RA).

(C) Attraction - Lorsque les RA augmentent la biomasse exploitable mais pas la biomasse totale, une augmentation de la capture peut être obtenue avec le même effort. Ainsi, La vulnérabilité et la capturabilité sont augmentées ce qui à terme provoquerait une baisse des stocks.

(D) Production - Lorsque la biomasse totale et la biomasse exploitable augmentent, une capture plus élevée est possible avec le même effort de pêche.

(E) Production - Lorsque les RA augmentent la biomasse totale et que toutes les autres variables augmentent, en maintenant un taux de capture égal à 1 (proportionnel à ces augmentations), davantage de poissons peuvent être capturés, par plus de bateaux.

Figure 6 : Effets liés aux différentes hypothèses d'attraction et de production de biomasse des RA, (Santos 1997 adapté de Polovina 1991)

1.7.3. Quelle perception peut-on retenir de la littérature existante ?

D'après Bortone (2006) l'attraction ou la production d'un récif sont des phénomènes spatio-temporel imbriqués, qui en outre dépendent souvent du pas de temps choisi, des critères de sélection du site, de la morphologie du récif ou des modes d'exploitation qui varient eux aussi en fonction des objectifs privilégiés par chaque chercheur. Ce débat écologiste est également souvent lié à une définition trop

large du RA, (tantôt DCP, tantôt épaves, tantôt habitat pour espèces cibles) essayer de dégager une théorie sur les fonctions de « systèmes » aussi différents, qui plus est dans des contextes biologiques et socio-économiques, notamment la gestion des sites, très variables restera longtemps encore complexe.

Toutefois, en ce qui concerne les RA conçus en tant qu' « habitat artificiel » (destiné à s'intégrer à l'écosystème, nous reviendrons sur cet aspect fondamental en *infra*) et faisant l'objet d'une gestion de leur exploitation, un consensus théorique semble être à présent bien accepté (Pickering et Whitmarsh 1996). Compte tenu de l'effet d'attraction « primaire », commun à toutes structures immergées ou flottantes, la production s'établirait « secondairement » et progressivement (recrutement et développement) au fur et à mesure de l'intégration du RA dans le milieu par sa propre colonisation (voir figure ci-après). L'évolution de l'écosystème récifal tend alors vers un plateau d'équilibre où les échanges (flux d'énergie) avec le milieu sont stables et durables.

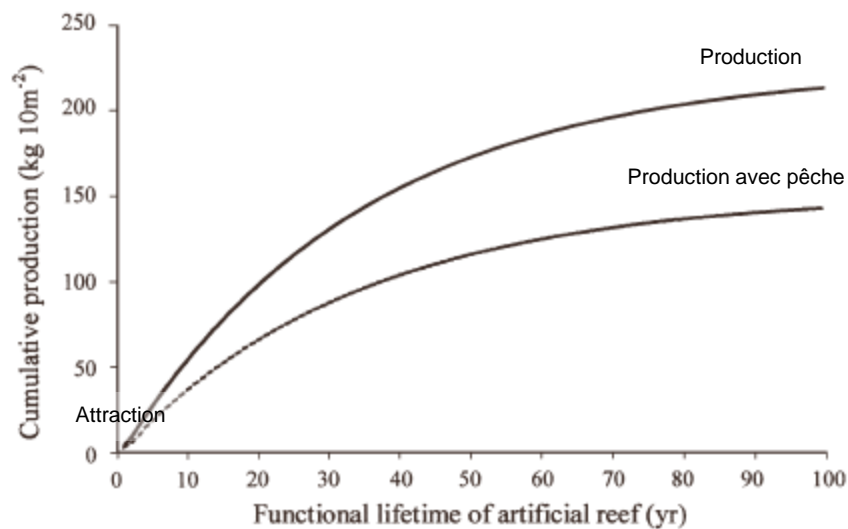


Figure 7 : Evolution théorique des fonctions d'attraction puis de production d'un RA (adapté de Powers 2003).

Mais ce débat est encore source de polémiques (avec des écologistes pro-récifs et anti-récifs). Il freine encore les expérimentations halieutiques de la part des scientifiques français.

Nous proposons donc de déplacer la réflexion du strict point vu écologique vers une approche géo-systémique (écosystème et sociosystème), basée sur une approche intégrée de l'aménagement et de la gestion des zones côtières et notamment de l'activité de pêche artisanale côtière.

2. LES RECIFS ARTIFICIELS DANS L'AMENAGEMENT DES LITTORAUX, LA NOTION CLE « D'HABITAT »

2.1. POUR UNE VISION GLOBALE DE L'AMENAGEMENT COTIER

L'aménagement du littoral (au sens d'espace marin proche de la côte, défini par la loi éponyme) ou côtier si on l'aborde sous son aspect maritime, est une nécessité vitale dans la mesure où la mer, sous l'effet des vents et des courants, a une action naturelle d'érosion des rivages, parfois compensée par un apport de matériaux d'origine terrigène ou récifale (Doumenge 2007). Les milieux côtiers émergent donc au monde de l'instable. Or la mer est reconnue de très longue date comme un espace nourricier pour l'homme, d'où une pression constante qui s'exerce sur les littoraux, pression qui ne cesse de croître depuis un demi siècle de par la volonté de nos contemporains de profiter des loisirs balnéaires et de jouir de ses ressources (pêche, minéraux, eau...). Dès l'instant où l'espace côtier fait l'objet d'une occupation humaine soutenue, il est évidemment nécessaire de pourvoir à diverses formes d'aménagements. Avec le recul du temps, certains peuvent être jugés intempestifs puisqu'ils nécessitent de les prévenir de la submersion par des systèmes plus ou moins sophistiqués (digues, brises lames). L'aménagement a donc pour fonction de combler les déséquilibres éco et socio-systémiques nés d'un développement urbain croissant. Il en résulte une législation particulière pour guider les pratiques de l'aménagement sur les littoraux. Cette législation est conçue comme élément de pondération et de médiation entre intérêts particuliers sur des espaces géographiquement limités (tout particulièrement près des côtes) donc très convoités, où les usages ont tendance à se multiplier et à s'enchevêtrer parfois conflictuellement (Cadoret 2006). En effet, les différentes activités humaines s'y déploient sur des espaces eux aussi différents. En fait, pour présenter ce territoire, il conviendrait de parler du rivage proche pour le tourisme d'un hinterland profond et des zones de chargement et de déchargement ponctuelles pour le transport maritime, les bassins, les lagunes et la mer côtière pour la pêche et l'aquaculture (Bouyer 2004). Ainsi, l'espace côtier influence la vie des populations côtières et participe à leur développement, il nécessite donc une attention particulière de la part des pouvoirs publics. Tout aménagement en milieu côtier nécessite un travail à diverses échelles donc des procédures de concertations entre collectivités littorales ou supra-communales et les organisations technico-scientifiques chargés de les encadrer, de les conseiller ou de les contrôler (Etat, Région, Département, IFREMER, bureaux d'études).

La définition « académique » d'un territoire (Office de la langue Française), est d'être « l'élément constitutif d'un État qui en constitue l'assise géographique ou, plus particulièrement, l'espace délimité où vit une communauté humaine, un individu, un couple ou une communauté animale ». Organiser un territoire revient à l'aménager. D'après Eugène Claudius-Petit (« *Pour un plan national d'aménagement du territoire* », 1950), l'aménagement d'un territoire est « la recherche dans le cadre géographique d'une meilleure répartition des hommes en fonction des ressources naturelles et de l'activité économique. ».

D'après le grand dictionnaire terminologique (2008) trois idées sont contenues dans cette définition :

- L'aménagement du territoire apparaît comme une exigence de justice spatiale ; il vise la correction des disparités (Gravier 1947).
- L'aménagement du territoire apparaît aussi comme une exigence économique.
- L'aménagement du territoire introduit l'idée d'une spécialisation fonctionnelle des territoires.

L'aménagement est donc une réponse à un besoin de gestion face à un déséquilibre lié à la consommation de l'espace. Cette consommation 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). L'aménagement des territoires maritimes n'a pas suivi le même processus de rationalisation que sur terre, il est donc souvent vecteur de déséquilibres profonds, comme la surexploitation des ressources marines (Miossec 2004). L'une des hypothèses permettant de répondre

à ce constat semble liée à la définition du concept d'appropriation, qui est complexe à établir en ce qui concerne l'espace maritime car celui-ci est délié de limite physique (ligne faîtières en montagne, cours de rivière ou de fleuve). A ce manque de structuration spatiale s'ajoute la difficulté à surveiller un espace robuste et vaste où l'homme peine à s'imposer. Ainsi, les espaces côtiers sont longtemps restés, sinon marginaux, du moins périphériques, le patrimoine maritime étant considéré essentiellement comme un élément emblématique de la puissance militaire maritime française et économiquement voué à la pêche et au commerce (D.A.T.A.R 2004). Ceci correspond à une vision de la mer héritée de Colbert liant la filière pêche aux stratégies de la marine marchande, avant que, sous la pression des instances européennes, la pêche ne soit en France intégrée au secteur des activités agricoles (sans créer les fondamentaux de propriétaires gestionnaires d'un territoire nommé). Ceci est en soit un double non sens, puisque la pêche est une forme de cueillette du poisson et qu'elle obéit à des enjeux géo stratégiques tournant autour du contrôle d'exploitation des ressources d'espaces marins encore incomplètement territorialisés (alors que les espaces terrestres sont tous sous le contrôle d'un Etat) ; les ZEE ne procurent aux Etats qu'un simple droit d'usage, et non la souveraineté de l'espace marin en périphérie de leur territoire terrestre (la zone de souveraineté territoriale se limite à 12 milles nautiques).

Si elles participent de moins en moins à l'économie littorale, les activités maritimes traditionnelles continuent néanmoins à structurer le paysage et l'imaginaire collectif. La richesse du patrimoine côtier maritime et la spécificité des paysages littoraux sont devenues une force motrice de l'aménagement de ce territoire. Le littoral est en pleine évolution, entre une société "ancienne", fortement marquée par les activités maritimes traditionnelles dont la pêche reste l'expression la plus importante, et une société "nouvelle", issue du tourisme, de l'installation croissante de retraités, mais aussi du développement des activités tertiaires, de la recherche ou de l'industrie de pointe. Dans ce bouleversement, le risque est grand pour ces sociétés d'une perte de sens collectif, entre l'incapacité à maintenir un patrimoine attaché à un corps de traditions et la difficile émergence d'une identité renouvelée, déracinée. Au-delà des impacts provoqués par les infrastructures industrielles et portuaires, on constate depuis trente ans l'impressionnante croissance des aménagements urbains induits par diverses activités de tourisme et de loisir. Ce phénomène tendanciel va s'amplifier durant les trente prochaines années (D.A.T.A.R 2004). Dans ce cadre d'évolution des sociétés contemporaines, l'aménagement des espaces littoraux risque donc de se faire encore plus massif qu'aujourd'hui. Il s'en suivra inéluctablement la dégradation des écosystèmes marins (dégradations, pollutions, sur-pêche) donc la baisse de la biodiversité en lien direct avec les ressources halieutiques et la disparition d'une culture, de savoir faire et d'histoire de ces territoires en quête de repères. Au total une « perte de capital » naturel, social, économique qui n'est pas toujours chiffrable, d'où la difficulté du sujet qu'il nous est donné de traiter.

Les défis des territoires littoraux sont de retrouver à la fois un mode d'occupation de l'espace plus adapté à la rareté et à la fragilité des zones côtières, et de construire les modes de développement originaux permettant de les préserver (Meur-Férec 2006). La gestion de l'aménagement du littoral est appelée à un renversement de perspective et de politique qui ne peut plus se résumer à une vision normative décidée par les représentants d'administrations nationales. Elle doit s'ancrer dans la négociation pour préserver durablement ses valeurs et son écosystème tout en permettant aux acteurs locaux et aux collectivités d'être force de proposition. Le livre vert relatif à la politique maritime de l'Union Européenne précise qu'« il importe à présent d'inclure l'aménagement de l'espace marin dans les écosystèmes régionaux » (Commission des communautés européennes 2006). Cette nouvelle approche est d'ailleurs prônée par la stratégie de gestion intégrée des zones côtières (plus connue par son acronyme GIZC¹). En France, cette stratégie initiée dans le cadre du CIADT de juillet 2001 et des CIMER d'avril 2003 et de février 2004, a pris une dimension opérationnelle.

Un ancien proverbe japonais rappelle que « La forêt est amoureuse de la mer » (Hatekayama 2006). Cet adage met en évidence l'interaction entre les activités terrestres et celle des eaux côtières, d'où

¹ Rappel de la définition de la GIZC : processus dynamique qui réunit gouvernement et société, science et décideur, intérêts publics et privés en vue de la préparation et de l'exécution d'un plan de protection et de développement des systèmes et ressources côtières. Ce processus vise à maximiser les choix à long terme privilégiant les ressources et leur usage raisonné et raisonnable" (Cicin-Sain et Knecht 1998).

l'utilité d'une démarche globalisante (intégrée) de planification territoriale adaptée à la fragilité de ce milieu mais également aux attentes des sociétés s'y développant. Cette stratégie de gestion se base sur les rapports de l'Homme avec la nature s'inspirant d'une approche géo-systémique, en cela l'aménagement des fonds en RA peut bénéficier et contribuer à son application et ses objectifs de développement durable des ressources.

2.2. POUR UNE APPROCHE INTEGREE DES RECIFS ARTIFICIELS A VOCATION HALIEUTIQUE DANS L'AMENAGEMENT DES ZONES COTIERES

Face à une demande sociale forte émanant des pêcheurs d'une part et d'autre part un débat scientifique de fond, l'aménageur se retrouve face à l'incapacité de proposer une réponse claire. En effet, il ne s'agit pas d'installer des RA pour répondre sur le seul plan politique aux attentes formulées, mais bien de savoir si les RA sont un danger pour la faune et la flore ou si leur structure génère des dégradations irrémédiables aux écosystèmes. L'approche géo-systémique semble intéressante car elle intègre le projet d'aménagement aux besoins et aux contraintes des écosystèmes et des socio-systèmes côtiers. Nous verrons d'ailleurs qu'une fois les objectifs définis l'organisation de la gestion de ces aménagements peut apporter des éléments de réponse au débat écologique (au travers d'éléments communs issus d'études standardisées et comparables avec les résultats d'autres aménagements).

2.2.1. Position de la France dans le débat au sujet des récifs artificiels à vocation halieutique

En France, les suivis scientifiques destinés à évaluer l'efficacité d'un RA sont obligatoires (circulaire 07/2004). Ils sont réalisés sur la base de comptages faunistiques et floristiques d'espèces colonisatrices, mais visent rarement à évaluer leur efficacité pour la pêche côtière, qui constitue pourtant leur objectif principal (Ducloy 2006). Le suivi des RA est souvent réalisé durant des périodes trop courtes, sans méthode globale permettant l'évaluation et l'échange de données avec d'autres projets (références ou évolution basée sur l'analyse empirique d'expériences passées en France ou à l'étranger) (Seaman 2002). En effet, les suivis ont presque exclusivement porté sur des densités ponctuelles d'organismes marins, alors que pour démontrer l'impact des RA sur la production biologique, il faudrait pouvoir mesurer leur effet sur l'ensemble des populations (com. pers. Lacroix 2007). Cela suppose que l'on étudie les processus de régulation, à l'échelle des populations, et au niveau de la reproduction les stades précoces où se localisent ces processus (I.F.R.E.M.E.R 1998). Les protocoles de suivi scientifique étant différents pour chaque site, toute la difficulté de tirer des conclusions repose sur cette hétérogénéité des données et donc la pertinence des comparaisons possibles (Ducloy 2006). De plus, les comptages d'individus effectués prennent peu en compte les usages et les effets sur la pêche. Le manque de rigueur dans la construction des protocoles de recherche comme dans la collecte des données (notamment en matière de déclarations de pêche), ne permettent pas de donner une réponse scientifique quant à l'effet des RA (effort de pêche basé sur la CPUE¹ ou l'évolution des débarquements ; com. pers. Veron 2007).

Actuellement en France, aucun résultat probant ne ressort du travail accompli : cherche-t-on à connaître le fonctionnement du RA ou à montrer son effet sur le volume et la qualité de la pêche côtière ? (Ducloy 2006). Dès lors répondre aux attentes des aménageurs ou éclairer le débat des écologistes reste impossible.

Le débat scientifique mondial qui s'est instauré sur l'effet des RA au plan écologique (Polovina 1989; Harmelin et Bellan-Santini 1996; Pickering et Whitmarsh 1996; Grossman *et al.* 1997; Osenberg *et al.*

¹ Rappel de la définition de la CPUE: Capacité de Pêche par Unité d'Effort, indicatrice de la productivité donc des retombées économiques.

2002) est souvent invoqué. Les projets d'aménagement autour de cette question deviennent alors parfois polémiques. Il en résulte que l'approche purement écologique a atteint des limites qui ne pourront être dépassées que par une nouvelle approche qui intègre synchroniquement les sciences humaines (sociale, géographique, économique) et la connaissance naturaliste de la ressource telle qu'elle peut être perçue par l'expérience et l'analyse des pêcheurs professionnels (ou du chasseur sous marin expérimenté). C'est d'ailleurs le cas dans certains pays où le pêcheur (*sensu largo*) est une source d'information précieuse du milieu pour le scientifique. C'est pourquoi, par son ancienneté et son enracinement, l'expérience japonaise apparaît comme la référence par excellence dans ce domaine et constituera donc notre base de départ.

2.2.2. Intérêt de l'approche géo-systémique

Le géographe s'intéresse à la fois aux paramètres bio-physiques des RA, mais aussi aux paramètres socio-systémiques. Cette approche se fonde donc sur la nature mais également sur la société et ses perceptions. En France, l'audit réalisé par Ducloy (2006) auprès des pêcheurs artisanaux côtiers sur le bilan halieutique des RA est important car il a été réalisé sur plusieurs aménagements (10 sites) et plusieurs communautés de pêcheurs usagers (19 praticiens de la pêche artisanale côtière). Il montre que 92% des pêcheurs imputent l'amélioration en qualité et en quantité de leurs prises aux RA.

Effets	Pourcentage de pêcheurs côtiers imputant l'effet aux RA (petits métiers, 19 personnes interrogées)
Changement dans les débarquements	88 %
Augmentation d'ordre qualitatif (nombre d'espèces) / Influence des RA sur cette augmentation	79 % 92 % des pêcheurs ayant constaté une augmentation
Augmentation d'ordre quantitatif (quantités débarquées) / Influence des RA sur cette augmentation	75 % 92 % des pêcheurs ayant constaté une augmentation

Tableau 4 : Enquête de perception de l'effet des RA auprès des pêcheurs artisanaux côtiers du Languedoc Roussillon, d'après Ducloy (2006).

Ces avis d'usagers justifient d'autant plus que les RA soient pris en compte, d'une manière ou d'une autre, dans les réflexions futures d'aménagement des fonds marins. Nous proposons donc une réflexion géo-systémique plus globale pour l'aménagement en RA dont les principes gestionnaires sont identiques à ceux proposés par la GIZC. D'ailleurs, Claval (1971) donnait une définition de l'aménagement, dont l'approche pressentait la stratégie de GIZC si on la transpose au milieu côtier : « L'aménagement est l'ensemble des mesures concertées, qui règlent l'utilisation de l'espace et son équipement de manière à assurer le plein épanouissement des individus, à faciliter la vie sociale, en minimisant les frictions qui résultent de la distance ou du rapprochement d'activités antinomiques, et à éviter les perturbations de l'équilibre naturel dont la déstructuration serait immédiate ou à terme, nuisible à la collectivité ».

2.3. POUR UNE STRATEGIE DE GIZC « REVISITEE »

Les politiques concernant les transports maritimes, la pêche, l'énergie ou encore le tourisme ont évolué séparément, engendrant parfois des défaillances, des incohérences et des conflits dans l'usage des

ressources et des territoires (Doumenge 2004; Cadoret 2006). L'aménagement du littoral est un moyen pour réduire ces conflits en affectant des règles d'utilisation à un espace spécifique. Miossec (2004) a souligné les difficultés inhérentes à l'aménagement du littoral : « les professionnels, les élus, les administrations, les résidents et les touristes ont des objectifs qui peuvent parfois diverger, d'où l'importance de prendre conscience de la nécessité d'élaborer des perspectives communes si on désire un développement durable des espaces côtiers ».

Au-delà des principes, l'aménagement du littoral passe donc par des méthodologies à développer avec beaucoup de précision pour être efficace (Roland 2005). C'est ce que propose la stratégie de G.I.Z.C. qui s'appuie sur une démarche intégrée¹. Cette démarche s'oppose à une approche sectorielle, elle vise donc à être holistique (Cadoret 2006). L'intégration permet de prendre en compte les intérêts et les attentes de chacun en cherchant, de manière systémique, à atteindre un point d'équilibre dans le jeu des acteurs fréquentant le littoral. Enfin tout en faisant en sorte de concilier les impératifs économiques catégoriels, elle vise l'épanouissement global des collectivités et une relative stabilité des écosystèmes ainsi que des prélèvements par l'homme des ressources naturelles (Meur-Ferec 2007). Le concept de développement durable sous tendu tente de lier diverses questions afférentes à l'environnement, l'économie et au socioculturel (Miossec 1998). C'est dans cette logique que le parlement Européen, (Commission Européenne 2007a) favorise la mise en œuvre de la stratégie de Gestion Intégrée de la Zone Côtière en Europe, qui est reprise par l'ensemble des textes nationaux des pays de l'Union (Comité interministériel pour l'aménagement et le développement du territoire (CIADT), juillet 2001, septembre 2004).

Fondée sur des outils suffisamment souples pour répondre à des problèmes spécifiques, elle s'appuie sur la mobilisation de « terrain » des acteurs locaux, tant élus que représentants des administrations, des milieux socioprofessionnels, des usagers et des résidents (en particulier les associations de protection de l'environnement) et des experts issus de la communauté scientifique. Ce n'est pas un système figé, mais plutôt une méthode (stratégie) permettant de « n'oublier personne » dans le nécessaire dialogue de gestion d'un territoire dès lors qu'il est partagé et convoité. On comprendra donc que représenter un tel processus est complexe, mais intéressant si l'on veut bien comprendre ses étapes. Pour cela, nous proposons le schéma, nécessairement simplifié, proposé par Denis (2001) pour sa représentation dynamique du « mouvement » implicitement porté par la GIZC (voir figure ci-après). Ce processus n'induit pas de fin en tant qu'acte figé et imposant « un » système destiné à gérer, mais plutôt un « va et vient » incessant entre mesures de conservation et développement, entre l'équilibre nature / société comme relation interdépendante (ou inter-potente).

¹ Intégré, s'entend ici en opposition à sectoriel

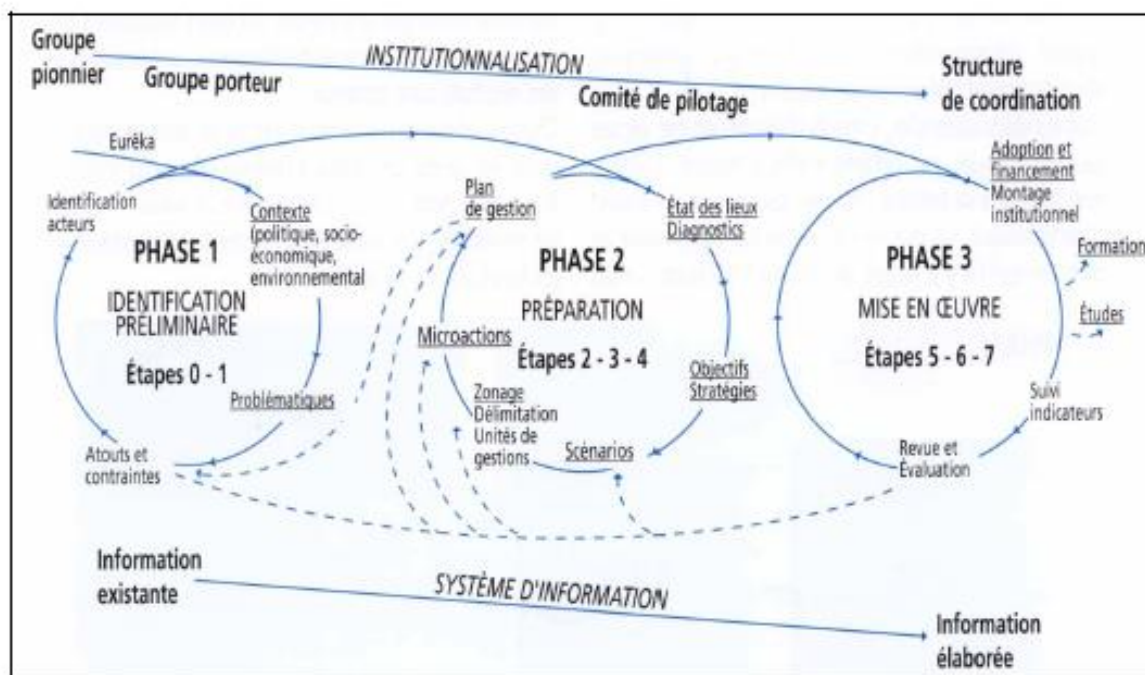


Figure 8 : Enchaînements et interrelations dynamiques des étapes d'une démarche de GIZC, in Denis (et al. 2001)

La gestion intégrée réconcilie développement et bon état écologique des ressources, en liant les questions environnementales, économiques et sociales (U.N.E.S.C.O 2001). Elle s'appuie donc sur des domaines pluridisciplinaires et transversaux, mais la principale et historiquement la plus ancienne des activités structurantes des zones côtières est la pêche. Pourtant, comme le souligne le rapport au Sénat de Marini (1998), bien qu'elle ne représente qu'un faible pourcentage de l'activité économique du pays (0,06 % du PIB), la pêche joue un rôle structurant pour le littoral français, dans certains petits ports elle est souvent la seule activité permanente. Toujours selon Marini, sur les 100 000 emplois des secteurs pêches et cultures marines, 70 000 se trouvent sur le littoral (en 1998). Elle est souvent le pivot historique, culturel et économique à l'origine des collectivités littorales (l'abri ou le port de pêche) (D.A.T.A.R 2004). Afin de préserver ce patrimoine culturel et de développer une activité économique pérenne sur le littoral il convient de préserver les écosystèmes et les ressources pour la pêche côtière. Les outils disponibles pour cela sont peu nombreux, et se résument souvent à des mesures de gestion plutôt qu'à de réels aménagements physiques.

Les RA sont décrits par les Nations Unies (F.A.O 1995) comme un « outil de protection du littoral et d'amélioration de la productivité ». Ils sont dès lors proposés dans le cadre des projets de GIZC en complément de mesures de gestion, comme les aires marines protégées, pour maintenir et développer la pêche côtière (Simard 1991; F.A.O 1995; Tessier 2005 ; Claudet 2006). Au Portugal, ils sont d'ailleurs utilisés avec succès pour la mise en place d'une gestion territoriale intégrée de la mer côtière, gérés par une communauté de pêcheur responsable encadrée par les scientifiques (Santos et Monteiro 2007).

2.3.1. Les outils et actions préconisées par la France pour la GIZC

En France les outils institutionnels destinés à appliquer cette stratégie de GIZC sont déjà nombreux (Ministère de l'Ecologie de l'Energie du Développement durable et de l'Aménagement du territoire 2007). Voici un bref rappel des principaux cadres institutionnels mis en place :

- Les schémas de mise en valeur de la mer (SMVM loi du 7 janvier 1983), qui permettent de définir les zones littorales présentant une unité géographique et maritime au sein desquelles il convient d'organiser dans l'espace une pluralité d'activités concurrentes ou complémentaires.
- La réglementation relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral, qui vise « à préserver les sites littoraux remarquables, à améliorer la qualité des eaux marines, à privilégier les activités qui ne peuvent s'exercer ailleurs que sur le littoral, à favoriser la mise en valeur économique des ressources naturelles, qu'elles proviennent de la mer ou du rivage, à clarifier sur le plan juridique la compétence des différents acteurs qui interviennent sur le littoral, à améliorer les conditions d'accès à la mer et au rivage ainsi que la gestion du domaine public maritime » (cf. loi Littoral de 1986).
- L'observatoire du littoral, créé en 2004, qui met notamment en place des indicateurs de suivi de la gestion intégrée des zones côtières (Décret no 2004-967 du 7 septembre 2004).
- Un conseil national du littoral, créé le 13 juillet 2006 (article 235 de la loi du 23 février 2005 relative au développement des territoires ruraux, décret d'application n° 2005-1426 du 18 novembre 2005), lieu d'échanges, d'expertise, et de coordination des politiques publiques.

Ces cadres sont une réponse au besoin du politique de gérer l'espace en veillant à le préserver dans la perspective de développement durable du territoire. L'aménagement des fonds marins en RA poursuit un but : produire de la biomasse (restaurer, maintenir ou développer les espèces marines), pour permettre le maintien de la pêche côtière.

La démarche de gestion intégrée des zones côtières fait écho à la mise en place par la FAO d'un concept apparemment similaire, appliqué à la gestion intégrée des pêches : l'approche écosystémique des pêches (F.A.O 1995).

2.3.2. Intérêts et limites de la démarche écosystémique dite « EAF » (*ecosystemic approach to fisheries*), dans le cadre de la GIZC

La notion d'« approche écosystémique des pêches » (EAF¹) a été formalisée par la FAO dans le « code de conduite pour une pêche responsable » (F.A.O 1995; Garcia 2003b). Elle s'articule avec celle plus ambitieuse de GIZC. Comme elle, elle intègre différentes disciplines scientifiques et repose sur la collaboration et l'échange d'informations entre l'ensemble des acteurs impliqués.

D'une façon générale, l'EAF vise à « équilibrer divers objectifs sociétaux en prenant en compte les connaissances et les incertitudes concernant les composantes biotiques, abiotiques et humaines de l'écosystème et leurs interactions, et d'appliquer une approche intégrée aux pêcheries » (F.A.O 1995). Elle cherche à développer une attitude responsable en matière de gestion des ressources halieutiques dans le but de pérenniser l'activité des pêcheries. Concrètement, cela nécessite d'établir un seuil d'équilibre entre contraintes écologiques et nécessités socio-économiques. Les RA sont d'ailleurs cités par la FAO comme un outil favorable aux objectifs de l'EAF. Ils permettent de responsabiliser les usagers d'un espace de biens libres (« *res nullius, res communis* »), non gérés, à un territoire identifié, propriété d'une collectivité « propriétaire », donc par nécessité gestionnaire. Certaines pêcheries semblent plus aptes à s'intégrer à cette démarche comme la pêche artisanale côtière qui par son lien et ses relations plus étroites et plus anciennes avec l'espace terrestre est plus proche de la gestion d'une ressource attachée à un territoire.

Mais cette approche, légitime pour la préservation durable des ressources, peine à développer sa dimension socio-économique. Il existe un consensus pour reconnaître que les outils de gestion des

¹ EAF : Ecosystem Approach of Fisheries

fonds marins n'ont pas permis d'atteindre l'objectif d'exploitation durable des écosystèmes (Jackson *et al* 2001). Les approches scientifiques ont souvent tendance à placer la nature, l'écosystème, au cœur de l'analyse. C'est sans doute pourquoi les solutions proposées ont peu d'écho auprès des pêcheurs (Cury 2006). Les programmes de recherches actuels tendent à cultiver la relation société/nature comme élément systémique central, en favorisant les équipes pluridisciplinaires (géographes, biologistes, halieutes, sociologues, économistes) (Commission des communautés européennes 2006). Cette volonté renforcera l'objectif de développement durable de la pêche, visé par l'EAF (tant économique et écologique pour être viable).

2.4. DE LA NECESSITE D'AMENAGER ET DE GERER POUR PERENNISER LES ECOSYSTEMES ET DEVELOPPER LES RESSOURCES HALIEUTIQUES

Les mers et les océans recouvrent plus de 70% de la surface terrestre, l'écosystème de leurs eaux constituent l'une des principales ressources alimentaires, d'emploi et de revenus économiques (Commission Européenne 2007d). Les pressions sur cet écosystème vital pour l'humanité s'accroissent dangereusement, d'après Worm (*et al.* 2006) les ressources exploitées seront épuisées dans 40 ans. En effet, la demande de poisson pour l'alimentation humaine augmente de 2 à 3 % par an et atteindra environ 180 millions de tonnes en 2030 (F.A.O 2008). Mais ce qui est plus inquiétant c'est que cette exploitation est vitale pour l'homme, car la production de protéines des écosystèmes marins sauvages ne pourra être remplacée, ni par l'aquaculture, ni par aucun autre système de production alimentaire terrestre. L'écosystème marin est, et sera donc de plus en plus menacé, principalement en raison de sa surexploitation (Garcia et Moreno 2003), de l'intensification des activités humaines (Worm *et al.* 2007), et des conséquences du changement climatique (Jurado-Molina et Livingston 2002). A ce constat maritime global, s'ajoute, sur les zones côtières, une forte pression démographique, économique et écologique, objet de tous les conflits d'usages, pêche, aquaculture, industrie, transports maritimes, loisirs. Actuellement, près de 40 % de la population mondiale vit près du littoral, territoire qui ne représente que 7,6 % de la surface terrestre. Les prévisions s'accordent pour évaluer que ce chiffre devrait augmenter puisque de 77 habitants/km² en 1990, la densité devrait y atteindre 115h/km² en 2025 (PAM/PNUJ 2006). Ces zones sont par ailleurs à la convergence de tous les impacts du changement de climat global, niveau de la mer, évolutions écologiques *etc.* (Denis *et al.* 2001). D'où la nécessité d'accompagner les gestionnaires du milieu côtier, pour parvenir à préserver un patrimoine naturel, lié à des activités traditionnelles comme la pêche (Ramade 2005). La pêche est à la fois dépendante et responsable de l'état des ressources.

Mais comment une telle situation s'est mise en place ? Quelles solutions sont proposées ? C'est ce que nous allons tenter de comprendre par la suite.

2.4.1. La mer, victime de la tragédie des « biens communs »

A la fin des années 60, le thème de «la tragédie des biens communs» est une prise de conscience des limites du partage des biens non alloués (Hardin 1968). Cette théorie, au départ économique, montre que l'accès libre à une ressource limitée, notamment halieutique, pour laquelle la demande est forte mène inévitablement à la surexploitation de cette ressource et finalement à sa disparition. Elle propose de favoriser une attitude de « propriétaire » unique d'une ressource afin de la préserver. En effet, le propriétaire d'une ressource, n'ayant pas à faire face à un conflit d'intérêts individuels divergents pour y accéder, a un intérêt personnel à conserver l'exploitation durable de cette ressource et donc à ne pas l'épuiser. Cette théorie prend toute sa pertinence dans le cadre d'une attitude de propriétaire gestionnaire visant un développement durable. La baisse des ressources halieutiques est révélatrice de ce phénomène dont la prise de conscience récente entraîne la fin du concept d'une nature providentielle et généreuse. Mais comment un tel concept a-t-il perduré si longtemps ? En fait, au cours des XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles, des penseurs tels que Jean-Baptiste de Lamarck et Thomas Huxley ont postulé que la taille des océans et la fécondité élevée des poissons et des coquillages faisant l'objet d'une exploitation commerciale étaient tels que, dans les conditions qui prévalaient à l'époque, le risque

d'extinction des ressources halieutiques était faible (FAO 2004c). Or, ces chercheurs ont surestimé la capacité d'adaptation de l'océan à l'effort de pêche et sous-estimé aussi bien la demande future que l'augmentation potentielle des rendements de pêche (Garcia et Boncoeur 2004). En réponse, une nouvelle conscience de la mer visant le développement de ses richesses et des sociétés qui en vivent s'est mise en place à travers des nouvelles pratiques de préservation et de gestion.

2.4.2. Une prise de conscience salutaire : préserver, gérer et développer

La pratique des pêches entraînant la surexploitation des mers est en contradiction avec l'exigence fondamentale de protection des ressources définies par la Convention de la mer (Nations Unies 1982) et va à l'encontre des objectifs de développement durable (Brundtland 1987). Son impact affecte la structure, le fonctionnement et la capacité d'adaptation de l'écosystème, compromet la sécurité alimentaire, le développement économique et limite les possibilités à long terme de bien-être collectif. Le Sommet mondial sur le développement durable invite expressément à «Maintenir ou rétablir les stocks...dans les meilleurs délais et, si possible, avant 2015 au plus tard» (Nations Unies 2002). Or, vu la tendance engagée le respect de ces échéances constitue un défi particulièrement ambitieux. Toutefois afin de préserver les écosystèmes et les activités en lien avec la mer « les Etats côtiers s'engagent à poursuivre la gestion intégrée et le développement durable des zones côtières et de l'environnement marin sous leur juridiction nationale » PNUE, Agenda 21, paragraphe 17.5. Dans ce cadre, les mesures requises pour reconstituer les stocks ne sont pas essentiellement différentes de celles destinées à éviter leur épuisement (Nations Unies 2002):

- Préserver : atténuation/élimination de la détérioration de l'environnement;
- Gérer : réduction de la mortalité grâce à une diminution plus ou moins drastique de l'effort de pêche, notamment au moyen de moratoires lorsque cette mesure est inévitable, et grâce à une diminution des prises accessoires;
- Développer : renforcement des facteurs de croissance, notamment valorisation des stocks et amélioration des habitats.

Le constat politique et scientifique du manque de stratégie fédératrice entre les acteurs décideurs et aménageurs, entraîne une réflexion pour une gestion concertée (Cadoret 2006). La gestion englobe l'aménagement, puisqu'elle implique les actes qui font le dynamisme d'une collectivité et la planification spatiale. L'aménagement est un vecteur de bonne gestion d'un territoire, mais il faut pour cela qu'il s'inscrive dans une politique de développement.

D'un point de vue plus global, l'analyse dominante se pose en terme de gestion d'une ressource sauvage face à un comportement jusqu'ici de prélèvement apparentée à la cueillette (Doumenge 2007). Lentement la communauté des pêcheurs se mue d'une attitude pluriséculaire de chasseur-cueilleur où la proie était la propriété de celui qui la tuait à celle actuelle (et future) du chasseur-gestionnaire où la proie est la propriété d'un groupe d'exploitant adhérent à une démarche intégrée (Raynal 2004). On comprend alors l'intérêt d'aménager les zones côtières avec des RA qui permettent d'identifier un territoire, processus préalable à une attitude de gestionnaire d'une ressource ainsi appropriée. De fait, gérer la ressource favorise la préservation de l'écosystème, facteur de développement équilibré des collectivités locales.

2.4.3. Comment préserver les mers, les océans et les zones côtières?

Selon le dernier bilan des pêches mondiales de la FAO, 52 % des espèces d'intérêt halieutique sont pleinement exploitées et 25 % sont surexploitées ou épuisées (FAO 2006). Les stocks de poissons estimés sont tels qu'ils semblent être insuffisants pour assurer durablement l'exercice de la pêche commerciale et / ou permettre dans une moindre mesure à un certain nombre d'activités de loisirs de se développer ; laissant ainsi craindre de profonds bouleversements en termes économiques, sociaux et écologiques. Face à l'augmentation des pressions sur le milieu avec d'une part l'impact des pollutions humaines et d'autre part le besoin de nourriture en rapport avec une démographie croissante, la seule approche de gestion des ressources marines avec des quotas n'est pas suffisante (Garcia et Moreno

2003). Le bilan et les perspectives mondiales de l'état des ressources marines expriment un pessimisme réaliste qui appelle à un volontarisme réactionnaire (Garcia *et al.* 2003).

Pour cela, au niveau océanique (mer en général) un certain nombre de solutions pour conserver ou augmenter les ressources halieutiques sont proposées (F.A.O 2004). D'après Garcia et Revernet (Garcia et Reveret 1989), les mesures principales visant à préserver les écosystèmes et augmenter les ressources exploitables sont de deux ordres :

- maintenir la biodiversité qui détermine le fonctionnement et la production des écosystèmes avec des mesures de gestion (Worm *et al.* 2006),
- lutter contre les effets de la pollution et la dégradation croissante de l'habitat liés aux impacts des activités économiques et industrielles en croissance (Larkin 1996)

Appliquer ces solutions demande une politique forte de conservation de la ressource et au-delà, une protection efficace des écosystèmes. Les quotas sont une réponse qui permet de limiter, parfois maîtriser la pression halieutique (Cury 2006). Mais ils introduisent également un seuil d'exploitation lié à la capacité biogénique du milieu (Ramade 2005).

A l'échelle des océans les contraintes pour appliquer ces recommandations sont accentuées par la compétition économique des Etats, le manque de véritable droit maritime international et des jeux de pouvoirs encore antinomiques avec la préservation des écosystèmes (pourtant vitaux). Par contre les zones côtières par leur proximité des terres et des acteurs plus attachés à la qualité d'un territoire « moins partagé », semblent plus enclins au développement de bonnes pratiques environnementales.

Mais quels outils peuvent augmenter la capacité biogénique du milieu, en créant une conscience de gestionnaire ?

C'est à ce problème que se sont intéressés les japonais dès les années 50, en adoptant une politique de quotas mais également de mariculture extensive. Selon la FAO, cette politique, dans un contexte réglementaire qui donne au pêcheur des droits réels de « propriétaire » de la ressource, une remarquable stabilité des débarquements de pêche côtière, reflet de la bonne santé des écosystèmes (Denis *et al.* 2001). Cette expérience sera d'ailleurs commentée et détaillée au chapitre 2.

Pratiquement, cela consiste à compenser la diminution sur les stocks par le repeuplement de juvéniles et l'installation de RA (Grove *et al.* 1994). Ils permettent d'augmenter les ressources en responsabilisant et déléguant la gestion aux usagers (Simard 1985). D'un point de vue social, cette politique a encouragé chez les pêcheurs une démarche de pêche durable. Elle permet d'abandonner le vieux modèle conventionnel du « capturer-tout-où-vous-pouvez-avant-les-autres ». Selon Ogawa (1982a), pionnier des études au sujet des RA, « on ne peut penser aux RA sans considérer les interactions entre l'habitat et les poissons ; l'acteur principal dans l'arène des récifs artificiels est le poisson, il est obligatoire de placer son comportement [par rapport à l'habitat] au centre de la scène ». L'habitat est un facteur clé de la réussite de ces aménagements (Kuroki 1952; Okubo et Kakimoto 1991; Akeda 2007). Essayons de mieux définir le rôle de l'habitat et les enjeux de sa création artificielle.

2.5. DU CONCEPT DE « RECIF » A CELUI D' « HABITAT »

Avant de proposer un changement conceptuel de l'aménagement en RA, nous proposons de comprendre le rôle déterminant de l' « habitat » et plus particulièrement l'habitat sous-marin.

2.5.1. Pourquoi l' « habitat » est-il l'un des facteurs clé de la biodiversité?

Les principales causes d'extinction des espèces à l'échelle planétaire, durant les quatre derniers siècles (de 1600 à nos jours), désignent la destruction des habitats comme responsable dans 36 % des cas (Baillie et Groombridge 1996). Si on y rajoute la chasse et l'introduction d'espèces, souvent à des fins d'élevage, à eux trois ces éléments représentent 98% des extinctions de la planète (Figure 9).

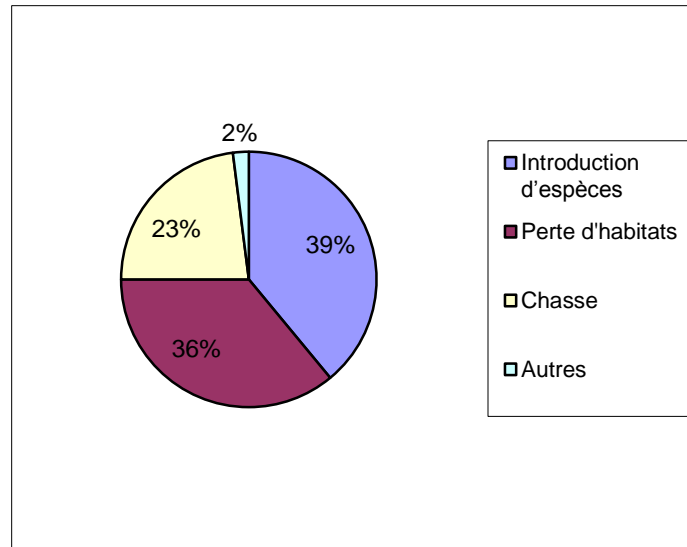


Figure 9 : Facteurs d'extinction des espèces depuis 1600 (adapté de Baillie et Groombridge 1996).

Ce constat est d'ailleurs prédit par la théorie biogéographique insulaire, qui établit un rapport direct entre la réduction de l'aire d'un écosystème et la baisse de la biodiversité (Mac Arthur et Wilson 1967; Forman et Godron 1986). L'approche théorique montre que la multiplication par dix de l'aire d'un habitat donné (une île dans le modèle proposé par Wilson) conduit au doublement du nombre d'espèces capables de s'y maintenir (Wilson 2002). Bien sûr, ces résultats quantitatifs théoriques dépendent de facteurs externes qui limitent leur portée, mais ils nous permettent de mieux appréhender le rôle prépondérant de l'habitat pour la conservation de la biodiversité.

Au niveau des écosystèmes marins, c'est un facteur important du développement des poissons, au même titre que la densité des populations d'adultes, la prédation, la compétition et la disponibilité en proies / nourriture (Connell et Jones 1991; Ramade 2005). Il joue un rôle à tous les stades de développement des espèces, notamment au stade le plus fragile celui de juvénile (Tessier 2005).

Que l'on se place dans un écosystème marin exploité par la pêche ou soumis aux pressions générées par les activités humaines, l'habitat est cité comme un des principaux facteurs influençant la biodiversité (Worm *et al.* 2006) :

1. Gérer durablement la pêche par l'aménagement des pêcheries
2. Contrôler les pollutions
3. Conserver les habitats essentiels (Magnuson et Stevens 1996)
4. Créer des réserves marines

L'habitat est un des cinq éléments essentiels que l'homme doit préserver afin de favoriser le fonctionnement des écosystèmes marins, si l'on se réfère au constat de Cury (2003), (voir Figure 10).

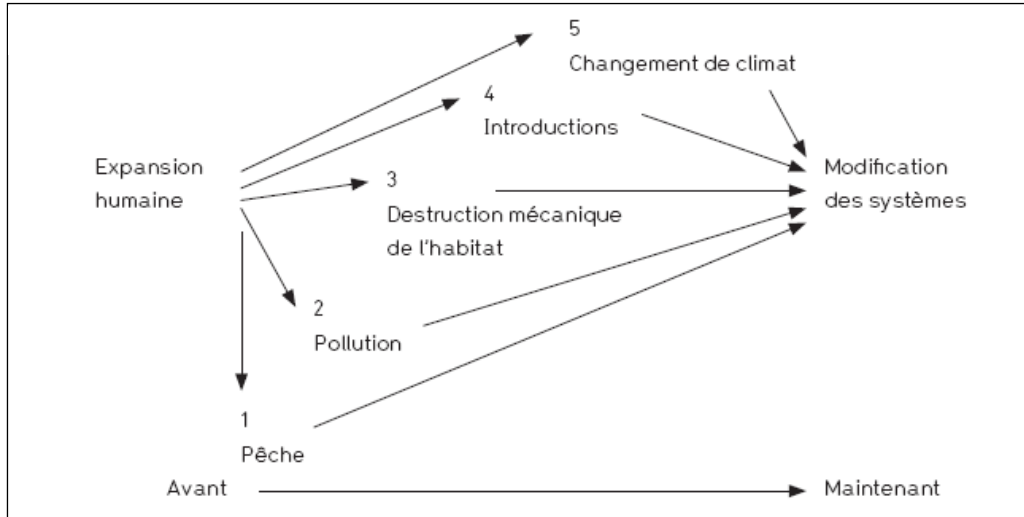


Figure 10 : Perturbations dues aux activités humaines sur la dynamique des écosystèmes côtiers (d'après Cury (2003) adapté de Jackson *et al.* 2001).

De ce fait, les éléments conduisant à la fragmentation et la destruction de l'habitat, (thème majeur en écologie terrestre, moindre en écologie marine) semblent centraux en ce qui concerne la conservation des écosystèmes marins (Cury et Morand 2003).

La taille de ces habitats essentiels ou vitaux est souvent réduite, donc sensible, même si la taille de répartition de l'espèce est vaste. Ainsi leur destruction paraît souvent insignifiante au regard de la taille des effets et des conséquences qui peuvent alors affecter certaines espèces. Par exemple, la réduction de 30 % des mangroves en Asie du Sud-Est menace la majorité des espèces marines qui viennent s'y reproduire avant de regagner des fonds plus importants (Ramade 2005).

C'est pourquoi, la restauration d'habitats naturels par la création d'habitats sous-marins est un élément récemment pris en compte dans les mesures compensatoires d'impacts sur l'environnement (Pioch et Michel 2008).

2.5.2. Définition et fonction de l'habitat sous-marin

Considérer l'écosystème, (à savoir un système matérialisant l'organisation d'espèces vivantes dans leur environnement proche), nécessite en soi une démarche intellectuelle intégrant un nombre important de paramètres (Babcock *et al.* 2005), en particulier la notion d'« habitat », notion clé du développement des populations (Rice 2005). Par rapport à l'écologie, l'approche bio-géographique donne la primauté à la configuration des sites, donc à l'habitat, sur la répartition des êtres vivants, alors que l'écologie insiste plutôt sur les interrelations entre les êtres vivants (Woillez 2007).

Au niveau marin, le poisson recherche en permanence un compromis entre la variabilité du milieu et l'accomplissement de ses besoins vitaux comme la nécessité de se reproduire, de se protéger des prédateurs (tactiques et comportements alternatifs), et de s'alimenter à différents stades de son développement (Leveque 1995). L'habitat sous-marin, c'est à dire le milieu géographique propre à la vie d'une espèce animale ou végétale, résulte de cette recherche de compromis nécessaire au maintien de l'espèce. Les paramètres d'ordres bio-physiques, ou comportementaux et dans le cadre d'une exploitation par la pêche la prédation humaine, fixent le cadre de ses besoins en terme d'habitat.

L'habitat sous marin correspond à une notion dynamique. En effet, c'est un compromis perpétuel entre différents paramètres environnementaux : la position qu'occupe à un instant donné un individu à un stade donné de développement, dans un milieu lui-même très variable. Ainsi, le biotope n'est qu'un élément de l'habitat qui n'est pas défini seulement par ses caractéristiques physiques. Pour Leveque (1995) l'habitat revêt plusieurs fonctions attachées à des échelles spatio-temporelles différentes pour le poisson :

1. abri ou zone de repos temporaire pour l'individu vis-à-vis du milieu ou des prédateurs, unité spatiale adaptée à la taille ou capacité de fuite des espèces
2. nourricerie, activité qui est l'échelle de référence pour des cycles nyctéméraux ou lunaires, unité de taille plus importante dont la surface conditionne la quantité de nourriture disponible (substrat)
3. reproduction (ontogénie), cette échelle inclut les déplacements nécessaires à la reproduction et au développement, elle est d'étendue variable selon que les poissons auront un comportement de type sédentaire ou nomade.

Dès lors, si l'on est convaincu que la préservation par l'homme des habitats sous-marins peut être une mesure favorable au développement des écosystèmes côtiers (et des ressources halieutiques), la réalisation d'« habitats artificiels » devrait être prise en compte de manière privilégiée dans les politiques publiques en faveur des activités de la pêche côtière artisanale. Couplé avec des mesures de gestion, la finalité de préservation des écosystèmes pourrait permettre le maintien des pêcheries côtières ou lagunaires.

L'outil que nous proposons semble ainsi dépasser la notion communément admise en France de « récif artificiel ». C'est pourquoi, après une analyse sémantique et conceptuelle du terme de « récif artificiel » et de son acception en France, nous proposerons une nouvelle appellation pour l'outil que nous sommes en train de tester et que nous souhaitons développer.

2.5.3. Nécessité d'un changement conceptuel, par évolution de la notion de récif à celle d'habitat artificiel

Le passage du concept de « récif artificiel » à celui plus précis d'habitat artificiel nous semble nécessaire. En effet, originellement, le terme de récif artificiel a été employé pour désigner toutes les constructions humaines délibérément ou accidentellement déployées dans le milieu aquatique (Santos 1997). Ces structures n'étaient pas spécifiquement conçues par rapport au comportement d'espèces ciblées de poissons. De plus, ce terme a longtemps été associé aux dispositifs destinés à concentrer les poissons pélagiques appelés « DCP¹ », et le reste encore très souvent (Taquet 2005). Ce dernier cas contribua d'ailleurs fortement à dénigrer les récifs artificiels (et à brouiller le débat écologique relatif à la concentration / production) en les comparant abusivement à ces dispositifs destinés uniquement à concentrer les espèces cibles, sans développer les fonctions essentielles d'un habitat : abri, nourriture, reproduction (Leveque 1995; Nakano 2007). Rappelons au passage, qu'au Japon le DCP est un engin de pêche. Le terme « récif artificiel » a donc été associé dans de nombreuses expériences à un rebus, colonisé au hasard de la nature. Le terme d'habitat artificiel renvoie quant à lui à un outil conçu et adapté à un écosystème en mimant les fonctions d'un habitat naturel (Seaman et Sprague 2000; Kakimoto 2004).

Notons également que le concept d'habitat renvoie à une notion biogéographique bien connue sur le plan terrestre, liée à la directive européenne éponyme, conséquence de la convention des Nations Unies de Rio en 1992, sur la diversité biologique (Directive Habitats Faune Flore 1992). Elle vise à contribuer au maintien de la biodiversité dans les États membres et définit un cadre commun favorisant la conservation des habitats d'espèces animales ou végétales sauvages présentant un intérêt patrimonial communautaire, des plantes et des animaux sauvages qu'ils abritent. Certains d'entre eux sont définis comme des types d'habitats « clés » pour l'écosystème (posidonie, coralligènes) ou des espèces "prioritaires" (risquant de disparaître comme le mérrou brun *Epinephelus marginatus*, en méditerranée). C'est une approche fondamentale dans la politique de conservation de la biodiversité, qui a permis la mise en place d'un réseau Européen, les zones Natura 2000. La France -comme l'ensemble des Etats de l'Union Européenne- doit constituer un réseau cohérent et suffisant sur l'espace maritime français, d'ici à la mi-2008. La circulaire du 20 novembre 2007 (Legifrance 2008) adressée

¹ D'après Doray (2006), n'importe quelle structure, animée ou inanimée rompant la monotonie d'un biotope pélagique tropical peut être qualifiée de DCP.

aux préfets a lancé les procédures de désignation des sites Natura 2000 pour les habitats naturels et les espèces d'intérêt communautaire marines. En Europe, sa déclinaison sur l'espace marin débute à peine et les notions le qualifiant au niveau sous-marin sont le fruit de travaux essentiels à venir. Mais aux Etats-Unis, il fait l'objet d'une loi depuis 1996 spécifique au milieu marin pour la gestion des écosystèmes et de la pêche appelée « Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act » (Magnuson et Stevens 1996). Elle est fondée sur l'étude d'habitats essentiels ou E.F.H (essential fish habitat) et leurs applications. Il s'agit donc d'une approche similaire d'identification par la notion de qualité d'un habitat pour l'écosystème « habitats remarquables », mais en y introduisant une notion fonctionnelle par le terme « essentiel » se rapportant au cycle vital des espèces. Sur cette base, les Etats-Unis ont adopté des mesures de gestion et de conservation des stocks en protégeant les habitats essentiels des poissons. Ils ont également imposé une évaluation de leurs politiques des pêches à travers l'étude d'impact systématique des pêcheries sur le milieu (John *et al.* 2003).

Au vu de ces aspects de l'habitat, porteur d'un sens mieux adapté à notre démarche, nous suggérons d'appeler les récifs artificiels (ou RA) proposés dans cette thèse « habitats artificiels » (ou « HA ») à vocation halieutique et donc plus largement à vocation de conservation et de développement de la biodiversité (voir partie III). Ce terme permet en outre de l'associer à des mesures internationales visant la conservation et le développement des écosystèmes. Enfin, il s'agit d'un concept fondamental choisi pour l'approche des pays investis dans l'étude des habitats artificiels à vocation halieutique (Japon ou Portugal). Des observations relatives aux expériences de ces deux pays, puis de la France, en aménagement des fonds côtiers pour la pêche sont proposées dans le chapitre suivant.

**DEUXIEME PARTIE – ANALYSE DES EXPERIENCES
JAPONAISES, PORTUGAISES ET FRANÇAISES**

*«Là où croît le péril, croît aussi ce qui l'en sauve.»
Friedrich Hölderlin.*

1. DE L'INTERET D'UNE OBSERVATION COMPARATIVE A L'ECHELLE DU MONDE ET DE L'EUROPE

Les HA sont proposés par la FAO comme un « outil de protection des fonds côtiers et d'amélioration de la productivité, adaptés à la stratégie de Gestion Intégrée des Zones Côtières » (F.A.O 1995). Leur utilisation mondiale est donc largement diffusée tant dans les pays développés que ceux en développement, mais leur utilisation et les résultats sont très divers. Ils sont de fait intégrés à la politique commune des pêches européenne (PCP), via son instrument financier le Fond Européen pour la Pêche, dont l'objectif vise « un développement durable de l'activité en respectant la ressource et les écosystèmes, en particulier l'intégrité des habitats », condition *sine qua non* au maintien des ressources (Charbonnel 2007). Au sein de l'Union Européenne, ils sont spécifiquement préconisés au titre des mesures d'intérêt commun pour « la protection et le développement de la faune et de la flore aquatiques » (extrait du FEP - 2007 / 2013 ; article 38, paragraphe 2, point (a) (Commission Européenne 2006)).

Cette mesure a été transposée en droit Français dans son programme opérationnel, à l'article 16, DPMA/SDPM/C2007-9630 Direction des Pêches Marines et de l'Aquaculture (2007). Dans le cadre des perspectives d'aménagement du territoire français, le rapport du CIADT¹ de 2004 rappelle que pour assurer sa progression, la pêche artisanale côtière (par rapport à la pêche hauturière), doit compenser la réduction des capacités (charges liées au carburant, plan de restructuration) par des investissements de modernisation et d'amélioration de la productivité (60 000 € investis pour cela en moyenne par pêcheur français en 2001) (D.A.T.A.R 2004). Parmi les innovations récentes permettant d'améliorer la productivité, la DATAR² signale l'aménagement des fonds côtiers avec des HA.

L'intérêt d'une observation comparative de leur utilisation est de comprendre les différentes approches d'aménagement faites grâce à cet outil, puis dans un deuxième temps, de pouvoir en comparer les résultats.

1.1. LA REPARTITION CONTEMPORAINE DES HABITATS ARTIFICIELS DANS LE MONDE ET EN FRANCE.

Ils sont très largement répandus, et correspondent souvent à une forte activité de pêche côtière artisanale, ou un engouement pour les activités en lien avec le milieu marin côtier. Ainsi, au niveau international, Baine (2001) comptabilisait 36 pays ayant publié sur leurs expériences ou applications nationales.

¹ CIADT : Commission Inter Administrative de Développement du Territoire

² DATAR : Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale



Figure 11 : Publications par pays au sujet d'aménagement en récifs artificiels (Baine 2001).

L'importance et les objectifs de ses aménagements sont très variables, et sont liés aux résultats sur le plan biologique (bénéfiques ou non pour les écosystèmes et/ou les ressources pour la pêche) ainsi qu'à la demande sociale (souvent corrélés). Si l'on se réfère aux volumes immergés répertoriés par Lacroix en 2002 (Lacroix *et al.* 2002), le classement par pays confirme la primauté du Japon comme leader international de l'aménagement des fonds marins en HA. Les objectifs d'immersion sont souvent liés à un contexte et une conjoncture nationale relayée par les tendances et la demande des acteurs du socio-système côtier (voir ci-après).

Objectifs des habitats artificiels	Aire globale de développement
Pêche traditionnelle	Afrique, bassin Caraïbe, Pacifique Ouest
Pêche côtière	Japon, bassin asiatique, Méditerranée
Pêche et plongée récréatives	Australie et Etats-Unis
Protection (restauration) et gestion des zones côtières	Méditerranée et Etats-Unis

Tableau 5 : Objectifs et localisation des HA utilisés dans le monde (adapté de Seaman 1991)

Rappelons que les trois grands objectifs représentatifs des choix politiques guidant la création d'aménagement en HA sont (Baine 2001; Santos et Monteiro 2001; Jensen 2002) :

1. Production, vocation halieutique pour la pêche côtière, (ex : Japon, Portugal et France)
2. Protection des fonds côtiers pour réguler les conflits d'usage et protéger les fonds marins du chalutage illégal (ex : Espagne, et France).
3. Récréatifs / loisirs avec plongée et pêche, (ex : E.U)

D'après Lacroix (*et al.* 2002) on pouvait dresser le tableau suivant des pays investis dans l'utilisation des HA en regard de ces trois principaux objectifs d'aménagement.

PAYS	Objectifs	Importance	1) Volumes/ Surfaces 2) tendance
JAPON	1. Production 2. Protection habitats	12 % du plateau continental aménagé	+ de 20 millions de m3 Extension
ETATS-UNIS	1. Récréatif 2. Protection habitats	+ de 1 000 zones dont 300 en Floride	1) 15 à 20 000 km2 aménagés 2) Extension
ESPAGNE	1. Protection anti-chalutage	82 sites	92 000 m3 extension + études
ITALIE	1. Protection habitats 2. Production	5 zones	45 000 m3 extension + études
PORTUGAL	1. Production 2. Protection habitats	5 zones	35 000 m3 <i>Projet 2000: doubler</i>
FRANCE	1. Protection anti-chalutage 2. Production	25 sites	33 000 m3 extension + études
GRANDE-BRETAGNE	1. Valorisation sous-produits 2. Production crustacés	3 sites	210 000 t de remblais; <i>Projet 2000: 50 000 t. béton creux en Ecosse</i>
BRESIL	1. Production 2. Protection habitats	4 sites	qq milliers de m3 <i>Projet 2000: 28 000 m3</i>
GRECE	1. Protection anti-chalutage 2. Production	1 site	<i>Projet 2000: 20 000 m3 en Thrace</i>

Tableau 6 : Synthèse des principales réalisations d'aménagement en HA dans le monde d'après (Lacroix *et al.* 2002).

Actuellement des pays émergents comme l'Inde, la Thaïlande, la Chine, le Brésil ou les Philippines installent des sites d'HA importants (White *et al.* 1990). Les objectifs y sont majoritairement le soutien aux pêcheries côtières artisanales pour l'approvisionnement d'un marché local (D'Cruz *et al.* 1994 ; FAO 1994).

Il est intéressant de remarquer que le Japon et le Portugal sont les deux seuls pays investis prioritairement dans les HA à objectif de production « à vocation halieutique », destinés à la pêche côtière. Nous reviendrons donc sur l'expérience de ces deux pays ainsi que celle de la France, puis nous proposerons une comparaison des trois systèmes.

1.2. LA REPARTITION DES HABITATS ARTIFICIELS EN EUROPE

En Europe c'est en 1996 que l'*European Artificial Reef Research Network* (EARRN), association scientifique paneuropéenne de réflexion sur la thématique récif, décida de créer un glossaire des termes relatifs aux HA (EARRN, conférence de Palma de Mallorca, Espagne, 1996). La définition alors adoptée fut :

« ...Structure immergée placée délibérément sur le fond (substratum) pour mimer les caractéristiques des récifs naturels ».

Cette définition implique une connaissance des processus écologiques naturels et la volonté « délibérée » d'installer une structure sur le fond. Elle ne spécifie pas si la structure est spécifiquement créée pour cela (possibilité d'immerger une épave par exemple).

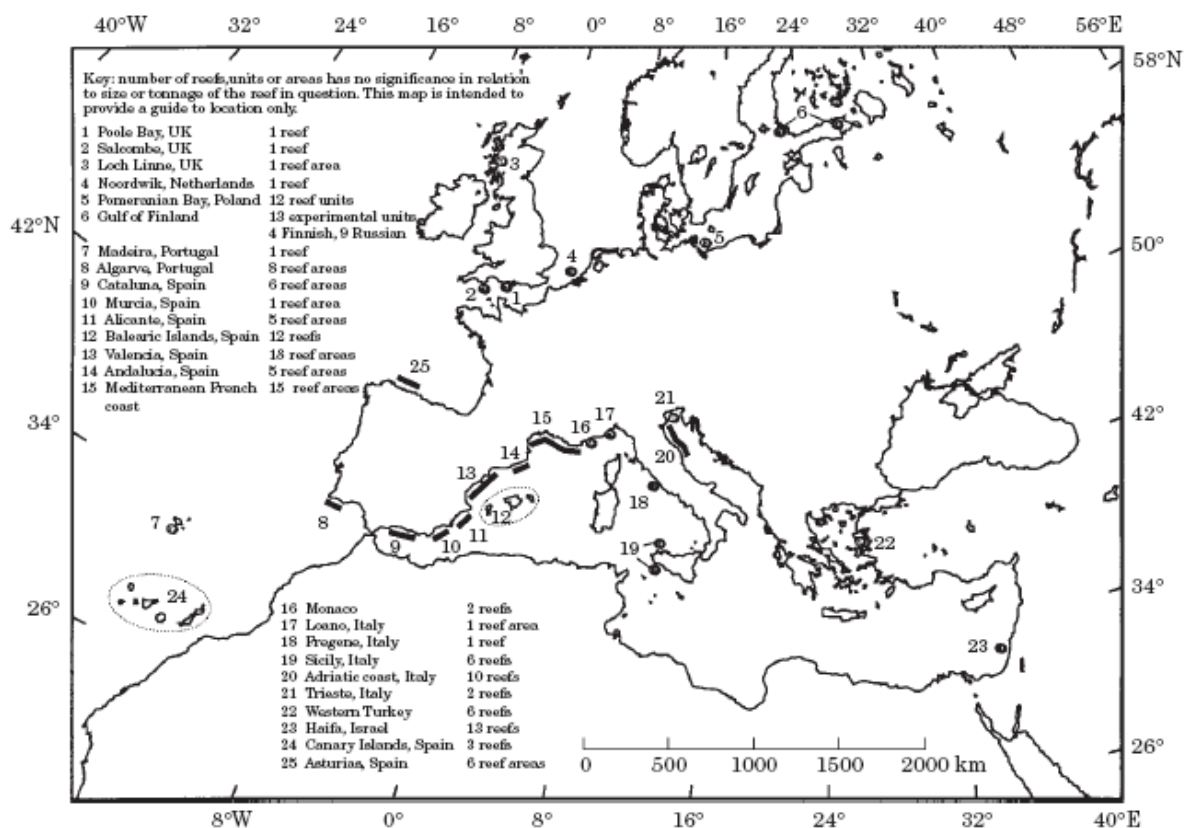


Figure 12 : Principales zones aménagées en HA en Europe en 2000 (in Jensen *et al.* 2000)

Au Royaume-Uni, en plus de leur rôle halieutique, les HA sont utilisés pour limiter l'érosion des côtes (Collins *et al.* 1994; Challinor et Hall 2008), comme habitats expérimentaux à Homard ou pour recycler les mâchefers (Jensen *et al.* 2000). On ne peut pas réellement parler d'aménagement massifs, mais de projet bien encadrés sur le plan scientifique aux résultats prometteurs expérimentalement (Pickering *et al.* 1998).

L'Espagne, la France et l'Italie ont aménagé de nombreux sites côtiers dans un but de régulation des conflits entre pêcheurs côtiers et chalutage illégal (pas toujours affiché, puisqu'en France, les HA sont exclusivement immergés pour la production et non la protection) ainsi que protéger les fonds des zones à haute production halieutique (Pary 2004). Il s'agit de réguler l'accès des petits fonds côtiers contre une technique destructrice¹ et de favoriser les techniques de pêche artisanale plus sélectives et favorisant la conservation des ressources (Charbonnel 2007). La protection est efficace et marque une réelle amélioration des fonds marins, notamment au niveau des herbiers marins (Ramos-Espla *et al.* 2000, Lacroix, 2003). La France est souvent partagée entre protection et production, même si la fonction historique, juridique et prioritaire annoncée par les maîtres d'ouvrages est la production (Lacroix *et al.* 2002). La première définition proposée par Duclerc (1985) est : « l'ensemble des opérations d'aménagement physique des fonds marins littoraux, par la mise en place de substrats durs d'origines diverses telles que blocs rocheux, déchets industriels divers, ensembles spécialement manufacturés, etc.. ». De généraliste, le concept évolua vers un véritable habitat conçu et adapté aux fonds marins. Ainsi, selon Lamare (1985), les HA 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 ». Actuellement la définition admise sur le plan européen est celle de l'EARRN (Charbonnel *et al.* 1997).

¹ Des études menées par l'IFREMER (Farrugio, H., G. Le Corre (1985). "*Interactions entre pêcheries de lagunes, pêcheries côtières et pêche au chalut dans le golfe du Lion*", D. Ifremer, Ifremer : 215p) ont démontré l'effet prépondérant du chalutage sur la chute des stocks des espèces démersales.

Enfin, depuis 14 ans au Portugal, l'aménagement des côtes avec des HA se fait en étroite concertation avec les pêcheurs en matière de gestion des HA dédiés à la production halieutique (Santos et Monteiro 2007). C'est la seule nation à inscrire l'aménagement des fonds dans un but de développement halieutique au sein d'une démarche de GIZC. Les HA ont été choisis, conçus et disposés en fonction des besoins des pêcheurs côtiers et du comportement des espèces marines ciblées (lagune pour juvéniles, éthologie des espèces cibles, caractéristiques physiques et hydrodynamiques). Cela conduit à systématiser le suivi halieutique pour dégager des conclusions tant au niveau des effets sur la pêche (multiplier par 2,2 les débarquements) que sur l'environnement (aucune perturbation des peuplements naturels en place) (Santos et Monteiro 2007). Ce pays fait figure d'exemple réussi et de bon élève en Europe (voir chapitre au sujet du Portugal en *infra*).

2. L'EXPERIENCE DES JAPONAIS

Le Japon est incontestablement considéré comme le leader mondial de l'aménagement réussi des fonds marins tant au niveau applicatif (stabilité des pêches côtières) que prospectif (Bailly 1989; Baine 2001). La mariculture extensive côtière débuta avec les premiers HA japonais qui furent décrits entre 1652 et 1655 (écrits du règne de l'empereur Joo). Ils étaient constitués de pierres pour étendre les zones de pêche exploitables à proximité du village. Les premières études sur les HA datent de 1903 (préfecture de Fukuoka), les essais plus importants débutèrent en 1952 avec le premier plan gouvernemental de « développement des zones de pêche en eau peu profonde » (Simard 1985). Pour Mariojouis (2004) : « l'originalité du Japon est l'intégration de la pêche et de l'aquaculture, dans une conception de projet global de gestion de la bande côtière en vue d'augmenter les productions marines. Dès les années 70 les actions entreprises couvrent plusieurs volets : outre le développement du secteur pêche soutenu par un réseau de recherche-développement et une organisation professionnelle et administrative très efficace, sont pratiquées des opérations à grande échelle de lâchers de juvéniles de nombreuses espèces (nota : 90 en 2006, NCSE1) pour soutenir les stocks halieutiques exploités, et des aménagements des zones côtières, les HA en vue d'augmenter la capacité d'accueil et la productivité des zones de pêche ». Ainsi, d'après Bailly (1989), ce projet de mariculture extensive (marine-ranching) est compris comme « l'ensemble des actions visant à augmenter la production d'espèces végétales ou animales marines, sans apport trophique ». L'action humaine se limitant, dans certains cas, à l'apport de juvéniles.

La pêche (gyogyo) et la mariculture extensive (pêche basée sur l'ensemencement avec l'aménagement des fonds en habitats artificiels et du repeuplement (saibai gyogyo) sont distinctes. La mariculture est considérée comme un système de gestion de la pêche plus qu'une simple technique de production (théorie des « carrés blancs » (Masuda et Tsukamoto 1998)). L'augmentation des habitats (substrats physiques) où se développent les espèces marines par la pose d'HA relève plus spécifiquement de l'aménagement (seibi kaihatsu = aménagement pour le développement). La gestion des territoires, dont les ressources appartiennent aux pêcheurs, est basée sur un système de licences et de coopératives encadrées par le ministère des pêches (M.A.F.F2).

Cette situation tient sans doute au fait que le Japon est une nation culturellement très impliquée dans la valorisation des ressources marines pour l'alimentation de sa population ; le développement et la gestion des ressources halieutiques sont donc des priorités nationales (Simard 1990). C'est pour ces raisons que l'étude de l'expérience japonaise en ce qui concerne l'aménagement en HA à vocation halieutique a fait l'objet d'une mission de terrain réalisée durant cette thèse. La mission, d'une durée de 3 mois, était basée à l'Université des pêches de Tokyo (Kayiodai), dans le laboratoire d'environnement côtier du Professeur Morinaga.

Elle s'est déclinée en 3 temps :

1. Au sein de l'université pour compiler des publications et de la bibliographie récente sur le sujet au contact avec des professeurs et des chercheurs spécialisés.
2. Au sein des instituts scientifiques et techniques au sujet de l'aménagement halieutique (NRIFE³, Fisheries Research Agency...), pour comprendre la méthodologie d'évaluation et de mise en place des récifs (méthodologie d'aménagement, expérimentations, protocoles scientifiques).
3. Sur le terrain à la rencontre de centres de recherche préfectoraux, de coopératives de pêcheurs et d'entreprises de récifs artificiels, en fonction des contacts pris depuis la France et au Japon. Il s'agissait enfin de voir les aménagements en plongée et d'appréhender leur utilisation et l'intérêt en pratique auprès des utilisateurs quotidiens.

¹ NCSE : *National Center for marine Stock Enhancement*

² Ministère de l'agriculture de la forêt et des pêches

³ NRIFE : *National Research Institute of Fishery Engineering*

Après avoir situé le contexte des pêcheries japonaises, nous proposerons une présentation de l'organisation et du développement de la création de récifs artificiels de production halieutique japonais.

2.1. CONTEXTE DE DEVELOPPEMENT DE LA PECHE ET DE L'UTILISATION DES HABITATS ARTIFICIELS

Le Japon est la nation la plus avancée et bénéficiant du plus grand nombre d'expériences, en ce qui concerne l'aménagement des pêcheries. Son originalité est d'intégrer dans sa politique des pêches une gestion des ressources halieutiques côtières (TAC et quotas) en même temps que des programmes de mariculture extensive ou marine-ranching (terme synonyme de « fertiliser » la mer au Japon). Le but est de « maintenir et développer la pêche en améliorant et augmentant la ressource ». Il s'agit, en pratique, de repeuplement (semier des juvéniles) et des HA pour la pêche côtière (installer des HA). Cette politique volontariste de développement de la ressource ou de promotion de la productivité des ressources halieutiques côtières s'accroît depuis les années 60 (Henocque 1984, Simard 1996, Pioch 2007b). Même si le bénéfice direct de ce choix d'aide au secteur est difficilement évaluable, la production côtière présente une stabilité remarquable depuis plusieurs années, autour de 1,5 millions de tonnes. (FAO 2005).

Soulignons que l'effort et l'expérience accumulés depuis plus de 50 années méritent que l'on s'y arrête, pour peu qu'on les restitue dans leurs contextes de développement. Pour comprendre ce choix d'aménagement de la bande côtière à vocation halieutique, il convient de présenter les ambitions de cet archipel dans le secteur de la pêche et de la préservation des fonds marins (dédiés exclusivement à l'usage pêche).

2.1.1. La pêche : une valeur primordiale au niveau national

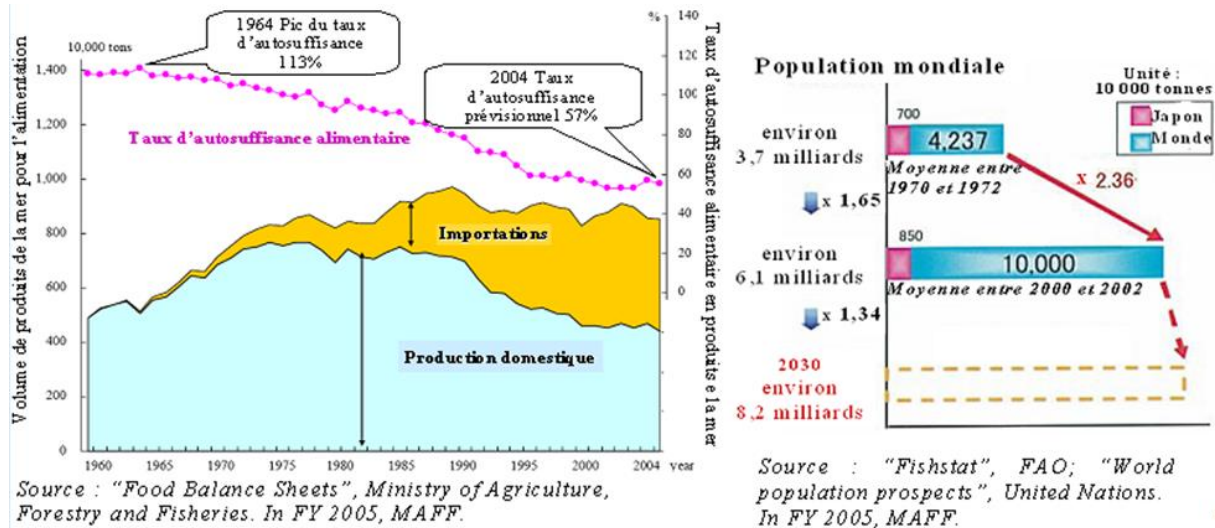
Le Japon est entouré de près de 30 000 km de côtes et possède une ZEE¹ de 4,5 millions de km², soit la 6ème du monde en taille. En France, la ZEE maritime répartie autour de la métropole et des DOM-TOM, couvre une superficie de 11 millions de km², (20 fois la surface du continent). La France est au second rang mondial de la plus grande superficie de ZEE après les Etats-Unis. Le Japon possède peu de terres cultivables (13,9% de la superficie de son territoire) pour nourrir plus de 127 millions de personnes.

Le Japon, avec 65,7 Kg/an² qui représentent 40% des apports en protéines animales est le deuxième consommateur mondial, derrière l'Islande, de produits de la mer, (FAO 2005).

L'objectif général de la pêche japonaise est d'assurer une production permettant une autosuffisance alimentaire dans les années à venir ("Self-Sufficiency Rate of Fishery Products for Human") (M.A.F.F 2007) (cf. Figure 13).

¹ Zone Economique Exclusive

² Contre 35,1 kg par habitant et par an en France (Ofimer 2007)



Sur le plan international, le Japon est le premier importateur de produits de la mer en volume et en valeur échangés, avec respectivement 18% et 11% (M.A.F.F 2007). Mais pour le gouvernement japonais, il est clair que les marchés mondiaux se disputeront une ressource de plus en plus convoitée, rare, et chère. L'origine de la politique de pêche au Japon est liée à différents facteurs statistiques et tendanciels. Le pays utilise plus de 10 millions de tonnes de produits de la mer par an (dont plus de 8 millions pour l'alimentation humaine), mais sa production domestique est de 5,7 millions de T. Ainsi, environ 5 millions de tonnes, soit 43% de ses besoins, doivent être importés chaque année, faisant du Japon le premier importateur mondial de produits de la mer, en volume et en valeur. En 2004, ses importations représentaient environ 15 milliards de dollars, loin devant les Etats-Unis (environ 10 milliards de dollars), puis l'Espagne et la France (FAO 2008). Or, les projections annoncent une stagnation de la production de produits de la mer par la pêche, tandis que la population mondiale devrait augmenter et que la demande actuelle est en croissance de 2% annuellement (Saunier et Laffitte 2007).

Mécaniquement, la demande en produits de la mer sera probablement supérieure à l'offre, menaçant le Japon de ne plus pouvoir s'approvisionner avec ces produits essentiels pour son alimentation et sa culture. Dans cette optique, on comprend l'enjeu du maintien et de la stabilisation de la pêche au Japon, et notamment la pêche côtière, enjeu national par le nombre de pêcheur qu'elle emploie et les fortes traditions qu'elle véhicule.

2.1.2. Poids socio-économique du secteur pêche

La pêche est un secteur sensible, puissamment organisé et défendu. Fin 2004, le Japon s'appuyait sur une organisation de 2 492 coopératives (« Gyoren » = Comité local des pêches ou prud'homie¹ méditerranéenne) de 457 000 pêcheurs répartis suivant :

- 1 600 coopératives côtières
- 730 coopératives de pêche intérieure (eaux douces)
- 162 coopératives pour des secteurs spécifiques (hauturiers, pêche à la baleine...)

¹ Organisation de droit coutumier pour le partage équitable des ressources de la mer et des étangs. La prud'homie peut édicter des règlements locaux et établir des jugements

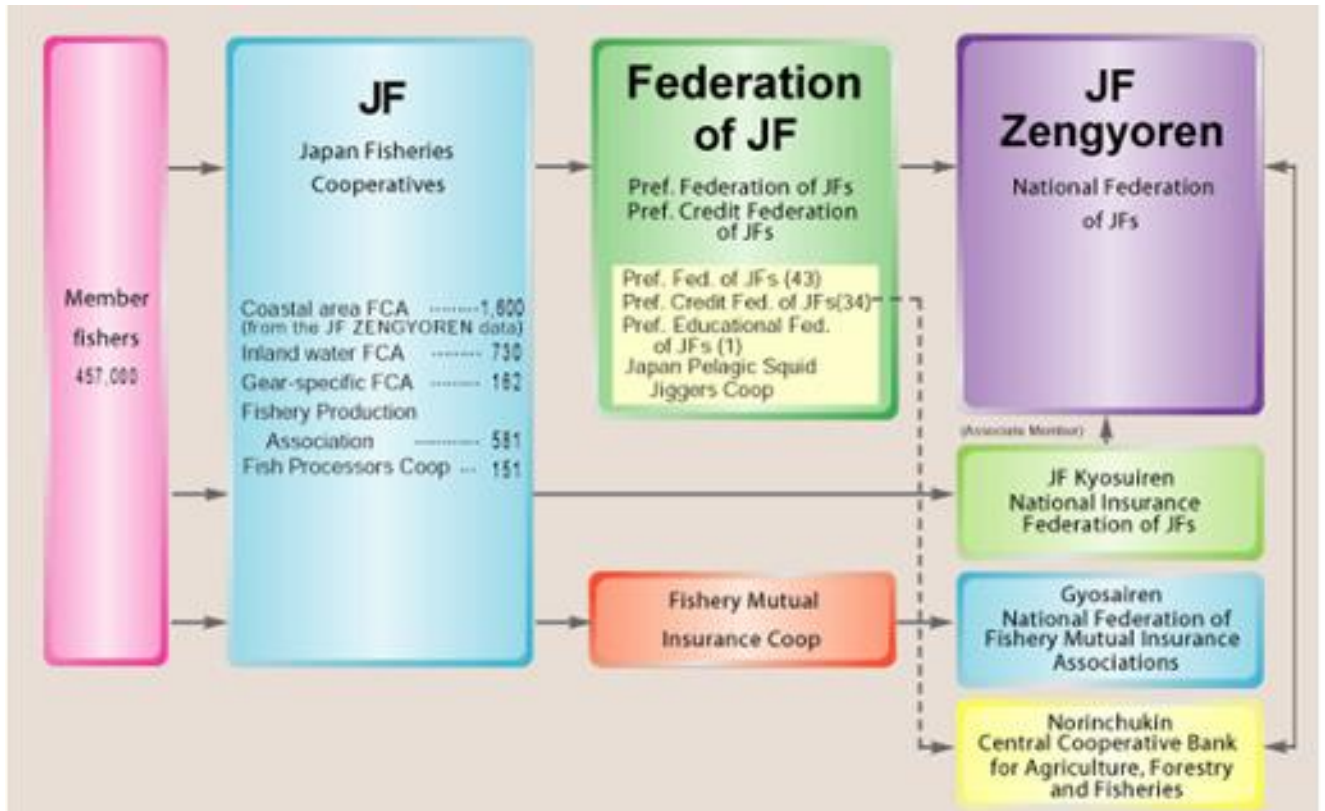


Figure 14 : Organisation professionnelle de la pêche au Japon (M.A.F.F 2007)

Ces organisations sont souvent enracinées autour d'un des 6 291 villages de pêche répertoriés en 2003 (National Statistics of Japan Ministry of Internal Affairs 2008).

En 2004, le Japon comptait environ 130 000 entreprises de pêche, dont près de 123 000 entreprises individuelles (M.A.F.F 2007). En tout, près de 220 000 pêcheurs étaient licenciés en mer en 2005 (contre 370 000 en 1990). Cette diminution est importante pour le secteur, d'autant plus que l'âge moyen des pêcheurs augmente. Toutefois, les observateurs du M.A.F.F notaient qu'un équilibre entre l'évolution des techniques s'était installé naturellement, augmentant l'efficacité de la pêche par pêcheur et la pression sur le milieu. Cet équilibre est obtenu grâce à la diminution naturelle du nombre de pêcheurs. Le nombre de licenciés est donc suffisant pour assurer les débarquements nécessaires du pays.

La valeur du secteur pêche étant importante, son accompagnement financier public reste fort. Mais il faut souligner que ces aides ne sont pas redistribuées directement aux pêcheurs sous forme de subventions (comme en France), sauf lors des sorties de flotte importantes (consécutives à l'instauration des ZEE), mais servent essentiellement aux infrastructures (dont l'aménagement en HA) et au développement du secteur (FAO 2005).

Tableau 7 : Finances publiques - Dépenses publiques et aides - Concours publics à la pêche, source disponible sur www.OECD.org 2006

Panorama des statistiques de l'OCDE 2006 : Économie, environnement et société - © OCDE 2006

Finances publiques - Dépenses publiques et aide - Concours publics à la pêche

Pêche : transferts financiers publics

Milliers de dollars des É.-U.

Pays	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Espagne	246 473	344 581	296 642	399 604	364 096	376 614	301 926	489 970
États-Unis	891 160	1 002 580	1 041 000	1 103 100	1 037 710	1 169 590	1 130 810	1 290 440
France	158 203	140 807		71 665	166 147	141 786	155 283	178 764
Japon	3 186 363	2 945 785	2 135 946	2 537 536	2 913 149	2 574 086	2 323 601	2 342 255

En 2003, le total annuel des transferts financiers publics pour la pêche au Japon était d'environ 2 Milliards d'€ (Taux de base 1,25 \$ E.U. = 1 € en 2003, O.C.D.E). L'investissement est 13 fois supérieur à la France, alors que le nombre de pêcheur est 30 fois plus important. Les subventions par pêcheur, en France, sont environ 3 fois plus importantes qu'au Japon, mais les choix d'aide sont différents (HA et repeuplement au Japon, soutien à la filière en France).

2.1.3. Un secteur clé : la pêche côtière

La production totale du Japon a fortement chuté ces dernières années à cause de la perte de ses territoires de pêche lointains, due à la mise en place des ZEE. Cependant, les statistiques de 2004 montrent une production côtière de 1,51 millions de T, soit plus du 1/3 des pêches de poissons sauvages en mer (cf. tableau suivant). De plus, cette production est relativement stable depuis plusieurs décennies. D'après la FAO le Japon a « réussi à préserver la stabilité de sa production côtière » (FAO 2005).

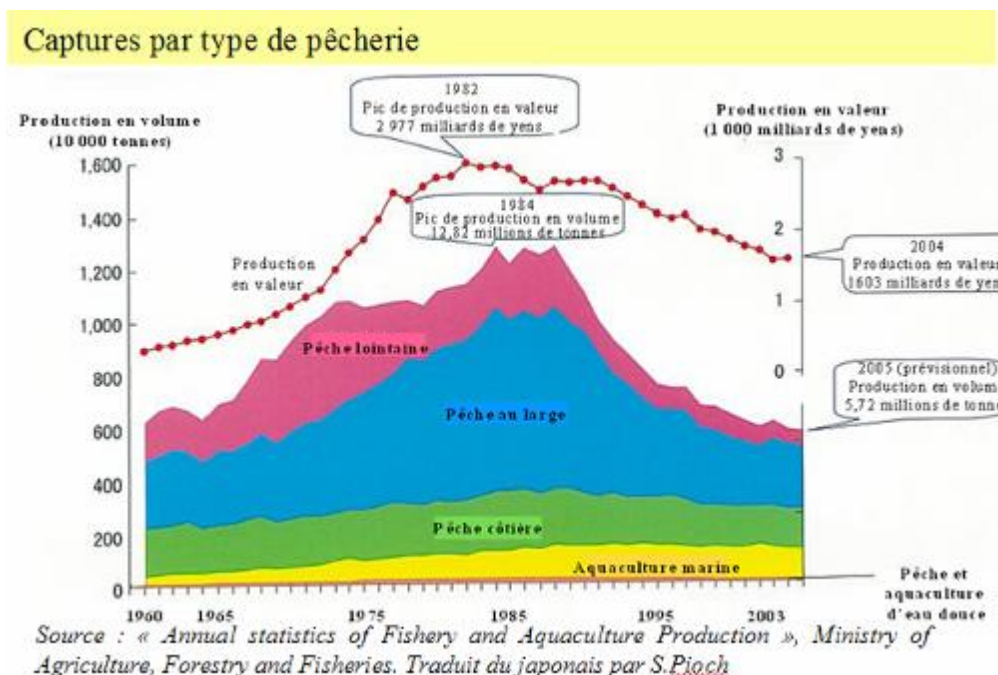


Figure 15 : Captures par type de pêche, (in Visual fisheries. (Fishery Agency 2008).

Table II-1 Fishery and Aquaculture Production Volume

(Unit: 10,000 tons)

	1993	1998	2002	2003	2004	Increase rate (%) from 2003 to 2004
Total	810	663	588	608	578	- 5.1
Marine fishery	659	524	443	472	446	- 5.7
Far seas fishery	106	83	69	60	54	- 11.1
Offshore fishery	372	280	226	254	241	- 5.4
Coastal fishery	181	160	149	158	151	- 4.0
Marine aquaculture	134	125	133	125	121	- 2.9
Inland water fishery and aquaculture	17	13	11	11	11	- 3.9

Source: "Annual Statistics of Fishery and Aquaculture Production," Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

Notes: 1) Due to fractional rounding, component figures may not add up to the exact totals shown.

Tableau 8 : Volume de la production halieutique et aquacole japonaise en 2004 (Fisheries Research Agency 2008)

La pêche côtière est le secteur le plus stable des 3 catégories de pêche en mer, avec moins de 4 % de taux de baisse des débarquements en 2004 par rapport à 2003.

2.1.4. La réglementation des pêches côtières

Une des règles les plus anciennes liant le pêcheur avec la société japonaise, est celui d'avoir hérité la mer en « fermage » (don de l'Empereur et à présent de l'Etat) sous forme de licence, et de droit, en échange de l'engagement de pêcher une nourriture suffisante pour le peuple. Ce « contrat social » est encore vivace puisqu'il nous a souvent été rappelé avec fierté lors de nos visites de terrain auprès des pêcheries côtières (Pioch 2007a). C'est sans doute un des aspects fondamental de l'approche particulière de la pêche au Japon. Les zones côtières sont gérées comme un territoire délégué par l'Etat, où les pêcheurs regroupés en coopératives sont des gestionnaires de leur « cheptel ».

2.1.4.1. Les licences, création de droit d'usage de la ressource

La réglementation des pêches côtières est liée aux techniques et aux engins de pêche qui lui sont dédiés. Ils limitent, par leurs caractéristiques, la distance et la profondeur depuis la côte et définissent ainsi la frange côtière exploitée par une pêcherie côtière. La distance à la côte et la profondeur varient donc en fonction des sites. D'après le docteur Kōiwa (professeur en *fisheries policy*, entretien du 18 mars 2007, TUMSAT) la pêche côtière se situe dans la zone des 20 m de profondeur (jusqu'à 27 m pour les grands filets fixes ou madragues), et en moyenne à une distance de 2 à 3 km des côtes. Quels que soient les engins utilisés, il est obligatoire de détenir une licence de pêche. Ce système donne aux pêcheurs des droits exclusifs sur les ressources marines côtières, mais ils ne sont pas propriétaire des fonds marins ou de la mer qui reste un bien inaliénable et imprescriptible de l'Etat. Les pêcheurs peuvent obtenir des compensations légales pour tous les projets affectant les territoires côtiers des pêcheries. Sans leur accord, les projets sont annulés. L'exemple le plus connu est sans doute l'arrêt du projet d'extension sur la mer de l'aéroport d'Aneda, au sud de Tokyo, situé sur une zone riche en espèces cibles de la pêche (com. pers. Simard, 2007). Ces licences sont transmises en héritage de père en fils, il est quasiment impossible de devenir pêcheur si un membre de sa famille ne l'est pas également. Les pêcheurs ont des droits d'exploitation sur la mer équivalent à ceux des agriculteurs sur la terre (Ruddle 1987). Ils pourraient être comparés à l'utilisation en « fermage » des parcs à huîtres (appelées « tables » car elles délimitent un rectangle) exploités par un ostréiculteur français.

Mais ce qui est fondamental, c'est que ces « droits réels » sur l'espace marin côtier créent des devoirs pour le pêcheur, pour la conservation d'un outil de production : la mer. Cette bonne gestion est renforcée par un comportement communautaire dû au fonctionnement des coopératives basé sur le partage des prises, et à l'autonomie de gestion liée aux droits de pêche (présentés ci-après). Ces facteurs entraînent de la part des pêcheurs un respect des règles de gestion des ressources. La licence est sans doute un des éléments clé de la réussite de la gestion des pêches au Japon. En effet, par l'aspect exclusif de l'usage des zones côtières qu'il introduit, ce système induit une réflexion de propriétaire et non de prédateur de la ressource. Le pêcheur japonais est philosophiquement plus proche de l'aquaculteur préservant ses bancs de poissons, ou du berger qui gère son cheptel dans ses prés.

Nous reviendrons sur ce processus social dans les chapitres suivants, et nous l'utiliserons au travers de notre proposition de gestion d'un site aménagés en HA, la charte d'usage, proposée au chapitre III.

2.1.4.2. Les droits de pêche

Les gouvernements préfectoraux transmettent des droits de pêche aux coopératives. Ces droits délimitent des saisons, des limites géographiques et d'autres régulations mais ne précisent pas de limite de capture. Les coopératives définissent le cadre d'utilisation de ces droits qu'elles distribuent à leurs membres, et qu'elles font appliquer. Ces droits sont exclusifs mais non transférables. Il est nécessaire de faire partie de la coopérative pour avoir le droit de pêcher. En théorie, tous les habitants du village pourraient devenir pêcheurs, mais en pratique, les droits sont transférables dans la famille, donc il est très rare de voir de nouvelles personnes entrer dans la communauté de pêche. De plus, la procédure d'obtention d'une licence est très longue, nécessitant de nombreux allers-retours entre les différents niveaux locaux, préfectoraux et nationaux (Makino *et al.* 2005).

2.1.4.3. Les coopératives

Les pêcheurs sont regroupés en coopératives. Les coopératives locales (gyokyo) sont regroupées dans des fédérations préfectorales (Kengyoren), elles-mêmes sous l'égide d'une fédération nationale (Zengyoren), établie depuis 1952

Les coopératives existantes ont été fondées sur la « loi des associations de coopératives de pêche » en 1948, mais leur fonctionnement est issu d'une longue histoire des villages de pêcheurs depuis l'ère féodale (1603-1700). Si la réglementation nationale a donné le cadre général de fonctionnement des coopératives, en pratique chacune applique ses coutumes plus ou moins caractéristiques, le système repose donc sur le principe de la communauté et du dialogue.

Leur premier rôle est de faire appliquer la réglementation nationale, préfectorale et locale. Leur second rôle est de représenter les intérêts des pêcheurs devant l'administration ou d'autres personnes (entreprises...) dont les opérations auraient un impact sur les pêcheries locales. Leur objectif est de défendre et d'améliorer la productivité et le niveau de vie de leurs membres. Les coopératives représentent le noyau central des villages de pêche (Simard 1996), leur rôle étant de protéger les zones de pêche et les fonds marins, de développer les ressources marines et de vendre une partie des produits

de la mer pêchés par les adhérents. Les coopératives fournissent également le matériel de pêche et les commodités indispensables à leurs membres.

2.1.5. L'encadrement administratif

L'archipel japonais est constitué d'une île principale (Honshu), de 3 autres îles importantes (Hokkaido, Shikoku, Kyushu) ainsi que de l'île d'Okinawa et quelques îles au sud. Chaque île est divisée en Régions. Chaque région contient une ou plusieurs préfectures. Il y a 9 Régions et 47 préfectures. Tandis que les Régions n'ont pratiquement aucun rôle dans la filière, les préfectures (équivalent de nos Départements) sont les principaux référents des pêcheurs. En pratique, une grande partie de la gestion des pêches est assurée à leur niveau. Cependant, les préfectures ayant très peu de ressources propres, reçoivent les subventions collectées par l'Etat pour réaliser leurs projets. Cette situation change depuis 2006, en application d'un grand plan de décentralisation.

Des « Comités de Coordination des Zones de Pêche » (A.F.C.C) sont établis pour chaque zone côtière. Il existe 65 zones, soit une par préfecture à l'exception d'Hokkaido qui compte 10 zones ainsi que de quelques grandes métropoles individualisées. Ces comités rassemblent 9 présidents de coopératives de pêcheurs élus, 4 experts des pêches, et 2 représentants du public. Tous les droits et licences de pêche sont fournis par les gouvernements préfectoraux sur les recommandations de ces comités (Makino *et al.* 2005). Dans les faits, ces comités déterminent l'allocation des droits et licences dans leur juridiction. Pour gérer les grands poissons migrateurs et les plans de restauration des ressources, des « Comités de Coordination de Grandes Zones de Pêche » (W.F.C.C) sont constitués. Ils sont composés de membres élus de chaque comité A.F.C.C et travaillent à une plus haute échelle (souvent nationale). Le Conseil pour la politique des pêches (*Fishery Policy Council*), représente le plus haut degré de coordination.

C'est un des éléments qui amène à présenter le système japonais de gestion des pêcheries comme l'un des systèmes les plus efficaces. En effet, les pêcheurs participent de près au processus de gestion. Ils sont associés très en amont à travers leurs relais locaux, départementaux et national et leurs interlocuteurs institutionnels (*gyoren, ken-gyoren et zen-gyoren*) pour protéger la ressource de leurs territoires côtiers.

Enfin, cette forte implication des pêcheurs permet d'augmenter les connaissances locales des stocks, de la biologie marine et de l'environnement en général. Ces connaissances permettent, en diminuant les coûts, d'affiner le travail des chercheurs sur les ressources marines (Ruddle 1997).

2.2. LA GESTION DU SECTEUR PECHE

La gestion des pêches s'appuie sur une volonté politique de planification et de prospective de l'ensemble du secteur de la production agro alimentaire. Cet effort de planification est réalisé pour permettre de limiter la dépendance du Japon vis-à-vis de l'étranger en matière de ressources halieutiques. Les aménagements dans les eaux territoriales côtières doivent donc aider à atteindre un haut niveau de ressources en complément de la pratique du repeuplement, comme du maintien de quotas en matière de prises (Bailly, 1989a). Ces outils visent aussi à développer la ressource afin d'anticiper les besoins prochains du marché en produits de la mer. Ils apportent donc des solutions « pro-actives » pour la gestion pérenne des ressources (Bailly 1985).

2.2.1. Comment réussir la gestion durable des pêches au Japon ?

Le Japon, par l'originalité des outils de gestion halieutique mis en place, se démarque des autres pays pêcheurs pratiquant la pêche sur une vaste échelle (Bailly et Kase 1989). Globalement, les mesures de gestion prioritaires de l'Etat pour le secteur pêche constituent la politique de gestion durable des pêches japonaises. Elle se base sur plusieurs principes de bonne gestion du milieu :

- La conservation de la qualité de l'environnement des zones marines,
- La gestion des ressources marines par la diminution de l'effort de pêche (TAC, quotas),
- La création d'HA pour la « revitalisation » des « aires de pêche » (mariculture extensive),

- Le repeuplement et l'aquaculture, pour augmenter la production aquacole (mariculture extensive).

Le choix stratégique au niveau politique consiste donc à compenser la diminution des stocks d'espèces cibles par des mesures permettant de les augmenter de manière « rétro-active » (TAC et quotas) et « pro-active » (HA et repeuplement), tout en contrôlant la qualité environnementale des zones marines.

Ainsi, en simplifiant, la gestion de la pêche se conçoit à deux niveaux :

1. gestion de la ressource avec un contrôle de l'effort de pêche TAC et TAE, quotas,
2. des opérations de mariculture extensive (*Marine-ranching*) visant l'augmentation de la production halieutique.

On peut donc constater que la mariculture extensive constitue l'option complémentaire (par rapport à la France) à la gestion des stocks par les TAC et quotas. Cette option vise à restaurer et développer, les « fonds » de pêche avec des HA pour les ressources qui s'y établissent à long terme, et le repeuplement de juvéniles des stocks à court terme. C'est l'expérience vis-à-vis des HA, aménagement à long terme, qui retiendra notre attention.

Les bénéfices de cette option de gestion ne sont pas uniquement à relier avec le gain direct de la production halieutique¹, mais de manière plus profonde à la vision de gestionnaire du milieu et des ressources semblables à celles créées pour un agriculteur. En effet, dans le contexte japonais de droits et de licences de pêche, l'aménagement des fonds de pêche avec des HA renforce une approche qui s'apparente à l'« aquaculture ». Le pêcheur peut ainsi s'ancrer dans des valeurs liées à la propriété d'une ressource au sein d'un territoire borné (et non plus un espace anonyme), sur lequel il investit (financièrement et écologiquement), et en récolte ses fruits, selon la bonne gestion qu'il y opère. Cette posture s'apparente à une forme de culture du milieu marin, d'un espace « inconnu » à un patrimoine « connu ».

C'est pourquoi nous proposons un néologisme emprunté à François Simard pour qualifier les pêcheurs artisanaux côtiers japonais, avec le terme de « *mariculteur* » (à rapprocher d'une exploitation basée sur la mariculture extensive et non simplement la mariculture, donc l'aquaculture).

Mais la réussite de cette option est liée à la mise en place d'un plan national d'action pour la pêche fédérant un réseau d'acteurs en lien étroit avec le socio-système pêche, doté d'un budget ambitieux permettant son application. C'est ce que nous proposons d'aborder à présent.

2.2.2. La réalisation d'un plan national d'action pour la pêche

La Fisheries Agency (FA) est l'organe du Ministère de l'Agriculture, de la Forêt et de la Pêche chargé de définir et de faire appliquer les politiques des pêches. La « loi fondamentale sur la politique des pêches » de 2001 a fixé des objectifs importants de développement de la pêche (M.A.F.F 2007). Ils ont donné lieu à un « plan national de redressement et de promotion du secteur », encadrant de manière cohérente de nombreux projets (Fishery Agency 2008). La finalité est d'atteindre un taux d'autosuffisance en produits de la mer de 65% en 2012, tout en préservant l'environnement côtier. Il se traduit par une politique (*National Act*) basée sur une planification nationale d'actions (similaire au *National Fishing Enhancement Act (Act)* de 1984 lancé aux Etats-Unis).

Le plan national de redressement et de promotion du secteur est segmenté en trois objectifs appelés « les trois piliers » (M.A.F.F 2007) :

- I. Assurer l'approvisionnement en produits aquatiques.
- II. Permettre le développement de l'industrie des pêches, la qualité et la sécurité sanitaires des produits aquatiques.

¹ Ou plutôt sa stabilisation malgré une pression de pêche très importante, 1,5 millions de T/an pour la pêche côtière

III. Conduire une recherche avancée, et assurer le développement et le suivi des projets de recherche et développement

Notons que le premier pilier comprend l'aménagement des fonds marins destiné à augmenter la productivité du milieu par des mesures de préservation et d'augmentation des ressources (Fisheries Research Agency 2008).

Ces trois objectifs sont déclinés suivant 26 programmes nationaux d'actions. Ils touchent tous les aspects du secteur pêche, et visent par exemple :

- La production et protection des zones de pêche et des ressources côtières (avec les HA artificiels et le repeuplement),
- Les études sociales (désenclavement des villages de pêcheurs, amélioration du cadre de vie),
- L'hygiène et l'amélioration de la sécurité alimentaire (traçabilité, certifications...)
- L'amélioration de la rentabilité des pêches, etc.

Ce plan d'aide du secteur pêche est relayé par un projet national de recherche, chargé d'apporter des solutions et d'accompagner les évaluations des mesures et des programmes nationaux. L'agence de recherche nationale (FRA - *Fisheries Research Agency*), est chargée d'assurer le relais et la gestion de ces programmes.

2.2.3. Un réseau d'aide à la recherche et au développement

Cette politique s'appuie sur un réseau d'acteurs important en lien constant avec les coopératives de pêcheurs, leurs connaissances, leurs attentes et les évolutions du socio-système pêche.

2.2.3.1. La F.R.A (*Fisheries Resarch Agency*)

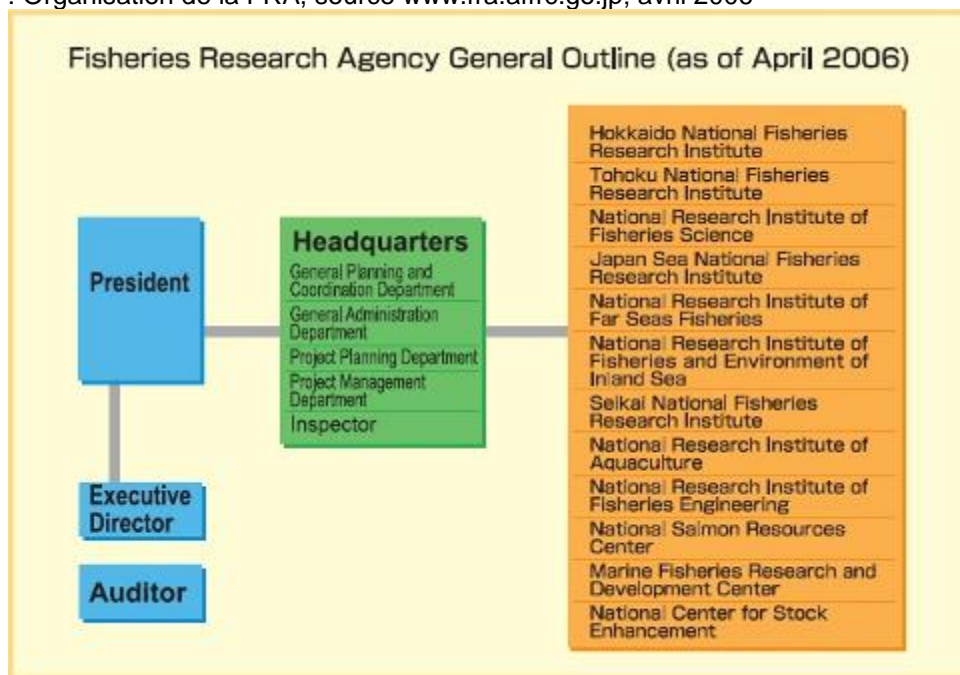
L'agence de recherche des pêches a été créée en avril 2001 pour rassembler les 9 instituts de recherche sur les pêches du Japon. Depuis la réforme des institutions de l'Etat lancée par le premier ministre Koizumi en 2001, elle gère également le centre national de recherche sur les saumons et le centre de recherche des pêches maritimes et du développement, ainsi que 16 centres nationaux de repeuplement. Forte d'un peu plus de 1000 employés, elle possède 10 navires de recherche. Son budget annuel total est de 2 500 milliards de yens (environ 16 milliards d'€).

Ses principaux objectifs sont :

- la recherche et le développement pour assurer une production stable en produits de la mer.
- La recherche et le développement pour le développement des industries de pêche et pour fournir des produits sains.
- La recherche avancée pour permettre de répondre aux points précédents et préparer l'avenir.

Son organisation est décrite ci-après :

Figure 16 : Organisation de la FRA, source www.fra.affrc.go.jp; avril 2006



Au niveau national, la FRA est présente dans toutes les grandes zones de pêche.

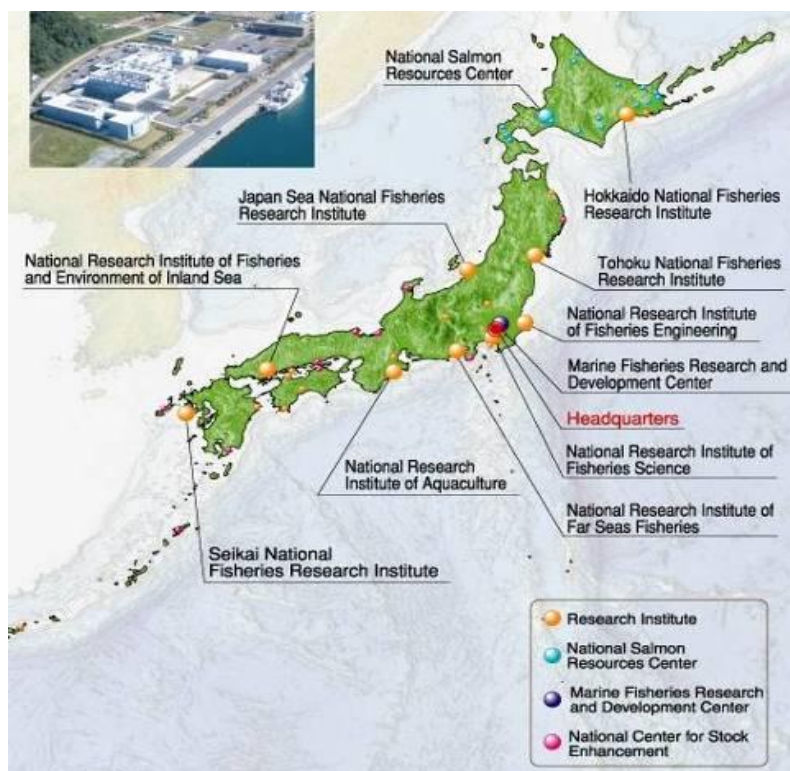


Figure 17 : Carte des 49 implantations nationales du FRA, source www.fra.affrc.go.jp; avril 2006.

2.2.3.2. La recherche universitaire

Il s'agit d'un secteur très actif, le Japon compte actuellement 34 départements de recherche spécialisés dans la pêche ou l'aquaculture répartis dans les différentes universités. Deux grandes universités publiques sont entièrement dédiées à la pêche (TUMSAT à Tokyo et Shimonoseki *University*) et trois

universités semi-publiques (Hokkaido *University*, Kagoshima *University*; Fukui *University*). Notons également l'existence de 47 lycées techniques maritimes répartis sur le littoral, préparant l'entrée à ces facultés.

2.2.3.3. Les centres préfectoraux (départementaux)

C'est là une des grandes particularités du Japon, et le signe de la volonté de rapprocher la recherche et les pêcheurs sur le terrain. Le Japon possède 99 centres de recherche préfectoraux (de 1 à 11 centres par préfecture). En général, les préfectures possèdent un centre côtier, une éclosérie et un centre dédié aux eaux continentales. Plusieurs préfectures ont également un centre dédié à la recherche sur la conservation et la transformation des produits de la mer.

Ces centres sont de véritables interfaces entre l'administration, les pêcheurs, et le grand public. Ils ont à leur charge le suivi écologique du milieu marin et mènent des opérations de recherche en lien avec les axes de recherche de la politique nationale. Ils reçoivent quotidiennement les statistiques de pêche de tous les ports (criées) de la préfecture. Ils travaillent sur l'évaluation de l'état des stocks, et avertissent les pêcheurs des évolutions du milieu : changement de la température de l'eau et probabilité de déplacements de certaines espèces de poissons, développement d'algues toxiques, début du captage des huîtres, méduses...

Le centre de Chiba, par exemple, édite chaque matin un « BMES-L : bulletin masses d'eaux superficielles du large » diffusé par Internet ou par fax. Il présente les mouvements des couches d'eau superficielles et leurs températures. Grâce à un réseau capteurs et de bouées flottantes, les pêcheurs à la recherche des couches d'eau froides savent, via le centre de recherche, où se rassemblent les poissons fourrages (sardines, anchois) et leurs prédateurs (thons, bonites).

Ces centres sont également chargés d'assister les pêcheurs et les Communes dans le montage technico-scientifique des projets, notamment des programmes de mariculture extensive (repeuplement et d'immersion d'HA). La plupart de ces centres ont été construits pendant la phase d'expansion des pêcheries japonaises, ils disposent d'impressionnants bâtiments et d'équipements importants.

2.2.3.4. Les entreprises privées

Afin de développer des modèles innovants nécessaires au développement de leur secteur « aménagements côtiers », les entreprises privées disposent de leurs propres unités de recherches. 38 entreprises nationales sont concurrentes sur les secteurs de la conception / réalisation d'HA (J.I.F.I.C 2007b). Ces équipes fonctionnent parfois en collaboration avec les universités ou les unités de recherche de la FRA ou des préfectures.

2.2.4. Financements

Les financements étaient assurés majoritairement par l'Etat jusqu'à la réforme institutionnelle (gouvernement Koizumi). La participation des préfectures ou des Communes (coopératives) dépendait de la taille et des acteurs concernés par les projets (voir en *infra*). La tendance est à présent au partage partenarial équitable : 1/3 par financeur.

Le budget alloué par l'Etat lors du dernier plan aux programmes de « développement de la pêche côtière » en 1995 - 2001 était de 554,9 milliards de Yens, dont environ la moitié pour le repeuplement (source NRIFE¹, AKEDA 2007). Le budget comprend aussi bien la recherche (Instituts nationaux, laboratoires préfectoraux, universités des pêches) que l'aménagement des fonds et le repeuplement. Il est voté annuellement en assemblée lors du début de l'année fiscale au mois d'avril.

2.2.4.1. Budget du *marine-ranching*

Les programmes recouvrent sous l'appellation « d'amélioration de la production des aires de pêches côtières » (Fishing Ground), les projets de repeuplement, la création d'HA, l'aquaculture, l'amélioration des aires de reproduction, le nettoyage, le dragage des zones côtières, la recherche et l'amélioration de la qualité de l'environnement des fonds marins.

Les budgets sont restés importants depuis 1976, et malgré la récession que traverse le Japon depuis 2001.

¹ NRIFE = National Research Institute of Fishery Engineering

Plans	1976 - 1981	1982 - 1987	1988 - 1994	1995 - 2001	2002 – 2007
Budget milliard de Yens	200	400	480	555* <i>Dont 160 pour l'aménagement en HA</i>	167 pour l'aménagement en HA
En milliard d'€ (1 € = 155 Y, OCDE 2006)	1,3	2,5	3,1	3,54	n.c. (estimé équivalent à 1995-2001 d'après Akeda (2007))

Tableau 9 : Budget des plans alloués au développement des zones de pêche côtière (sources N.R.I.F.E 2007 et Simard 1995).

* La répartition des volumes alloués, pour le plan 1995 – 2001 était de :

- 230 milliards de yens pour l'amélioration des zones aquacoles
- 160 milliards de yens pour l'aménagement en HA
- 160 milliards de yens pour les études et recherches

(Source Simard 1995).

Ces plans étaient de 6 ans avant la réforme de Koizumi, actuellement ils sont de 5 ans. Les années fiscales débutant en avril, le dernier plan s'est échelonné de 2002 à 2007.

2.2.5. Les budgets 2006 et 2007

Ils sont encore très élevés car la demande des pêcheurs est très importante malgré une économie ralentie depuis 2000 (Pioch 2007a). Ainsi, pour l'année 2006, année 18 en calendrier japonais, il était de 1 Milliard d'€ (153,104 milliard de Yens). Le budget 2007 pour l'amélioration des aires de pêches (« fishing ground ») alloué en avril 2007 lors de la réunion du gouvernement pour l'attribution des budgets de l'Etat était d'environ 935 millions d'€ (M.A.F.F 2007).

Voir Figure 18 ci-après.

事項	平成18年度予算額 百万円	平成19年度概算決定額 百万円	対前年度比 %
一般会計合計	256,724	249,926	97.4
非公共(計)	91,601	94,133	102.8
公共(計)	165,123	155,793	94.3
一般公共	164,010	154,680	94.3
水産基盤整備	153,104	144,148	94.2
漁港海岸	10,906	10,532	96.6
災害復旧	1,113	1,113	100.0

(注) 上記のほか、地域再生基盤強化交付金措置額を内閣府に計上。

Objet	Année 18 (2006) En milliard de Yens	Année 19 (2007) En milliard de Yens	% relatif
Amélioration des fonds de pêche	153,104	144,148	94,2

Figure 18 : Budget de l'amélioration des zones de pêche 2006 et 2007 (« Fishing ground », disponible sur le site <http://www.gyokou.or.jp/19seifuan.htm>)

D'après Takeuchi chercheur au NRIFE, les futures enveloppes devraient baisser comme tous les budgets de l'Etat, et la charge des préfectures, des communes ou des communautés de pêcheurs augmentera (désengagement national vers les préfectures, Loi de décentralisation engagée par le gouvernement Koizumi, 2001).

2.3. LES HABITATS ARTIFICIELS : HISTORIQUE, DEFINITION, FILIERE

2.3.1. Historique

Historiquement au Japon, les premières traces écrites de HA conçus par l'homme remonte au milieu du 17^e s. (voir en *supra*), plus tard vers la fin du 18^{ème} S. leur utilisation fut formalisée à partir d'observation récurrentes. D'après Ino (Ino 1974) durant la 6^{ème} année de l'ère Kansei (1789 - 1801), un pêcheur du village de Manzai, dans le conté de Tsuna, situé dans la province de Awaji (l'île d'Awaji est au sud de Kobe, sur la mer intérieure de Seto Naikai), captura par chance lors d'une pêche au *gochi-ami* (senne pour daurade) sur une épave coulée, plusieurs centaine de perches de mer (yellow spotted grunt). Quelques années plus tard, l'épave fut détruite et les poissons ne se rassemblèrent plus sur le site. Les pêcheurs des villages voisins fabriquèrent de grandes barques chargées de pierres, de sacs de sables, de bambous et de poutres de bois avant de les disposer sur le fond. Quelques mois plus tard, les pêcheurs capturèrent une plus grande quantité de poissons que ce qu'ils avaient l'habitude de capturer sur le bateau coulé. Plusieurs centaines de dispositifs artificiels identiques furent ainsi déployés durant la décennie qui suivit. Même si l'utilisation de pierres, d'épaves, de troncs, immergés par l'homme remonte à plusieurs siècles, c'est en 1972 que débuta l'aménagement national des fonds de pêche, suite aux résultats concluant des premières recherches lancées par l'Etat en 1954. C'est au milieu du XIX^{ème} que les premiers modules destinés à l'immersion pour la pêche furent précisément nommés « *jinko gyosho* » : « HA artificiels pour les poissons » (Ogawa 1982b). Le rapport de Kira (1962) fixa la première méthodologie s'appuyant sur une typologie des modules immergés avec des objectifs de production d'espèces cibles. Les projets planifiés par l'état dans un projet politique nommé « maintien et développement de l'environnement (fonds de pêche) pour les pêcheries côtières » (« *engangyogyo saibai kaihatsu jigyo* ») ont démarré en 1976, en tant que travaux d'intérêt public (au même titre que les routes, les aéroports ou les ports). Ainsi, ces aménagements bénéficient depuis d'un statut privilégié. Ils sont considérés d'intérêt national car ils aident à augmenter la pêche côtière. Leur budget sont à la hauteur de l'ambition japonaise pour son secteur pêche, et sa conservation, puisque pour le premier

plan, plus de 200 milliards de Yens sur 7 ans furent investis par l'état, partenaire à hauteur de 50 % des projets, avec les pêcheurs, les départements et les Communes littorales (Ceccaldi 1988b).

Le budget national de création d'aménagements en HA pour l'année 2007 est de 602 millions d'€¹ (93,318 milliards de Yens) (J.I.F.I.C 2007a). En 2001, lors d'un audit lancé par le MAFF, plus de 12 % du plateau continental était aménagé avec environ 20 000 sites (Lacroix *et al.* 2002). Il existe plus de 222 modèles différents d'HA référencés par le JIFIC (Japanese Institute of Technology Fishing Port Grounds and Communities 2004; J.I.F.I.C 2007a; Pioch 2007c). Ces chiffres prouvent le dynamisme très important pour cette option d'aménagement et de gestion des fonds côtiers.

2.3.2. Définition

L'approche conceptuelle de l'outil HA est donnée par le professeur Sato (1984), un des pères de la conception des aménagements sous-marins au Japon dès 1953 : « Un habitat artificiel est un objet installé dans un endroit donné sur le fond de la mer, pendant un certain temps, utilisant la faculté des poissons à se rassembler, à certaines heures ». Cette définition rend compte d'une démarche d'observation des habitats naturels, pour installer dans un site sélectionné un objet conçu pour s'insérer dans un processus éthologique. La définition actuelle au Japon, tend à mettre en valeur le rôle environnemental des HA : « Un récif artificiel est considéré comme une construction humaine placée sur le fond, destinée à restaurer, maintenir ou développer la biodiversité des aires de pêche » (Japanese Ministry of Environment 2008). Il convient de prendre cette définition en la transposant du contexte japonais où le terme « aire de pêche », se conçoit comme l'écosystème ou plus largement « l'environnement marin » donc bénéfique à un usage principal, la pêche.

Sur la base de cette définition, les trois fonctions de l'habitat naturel caractérisent également l'« aménagement » HA, à savoir : offrir aux espèces un milieu leur permettant de :

- (i) pondre,
- (ii) se nourrir,
- (iii) s'abriter.

(Voir figure Figure 19 ci-après)

¹ Dont une partie pour les récifs innovants testés en mer par le JIFIC.

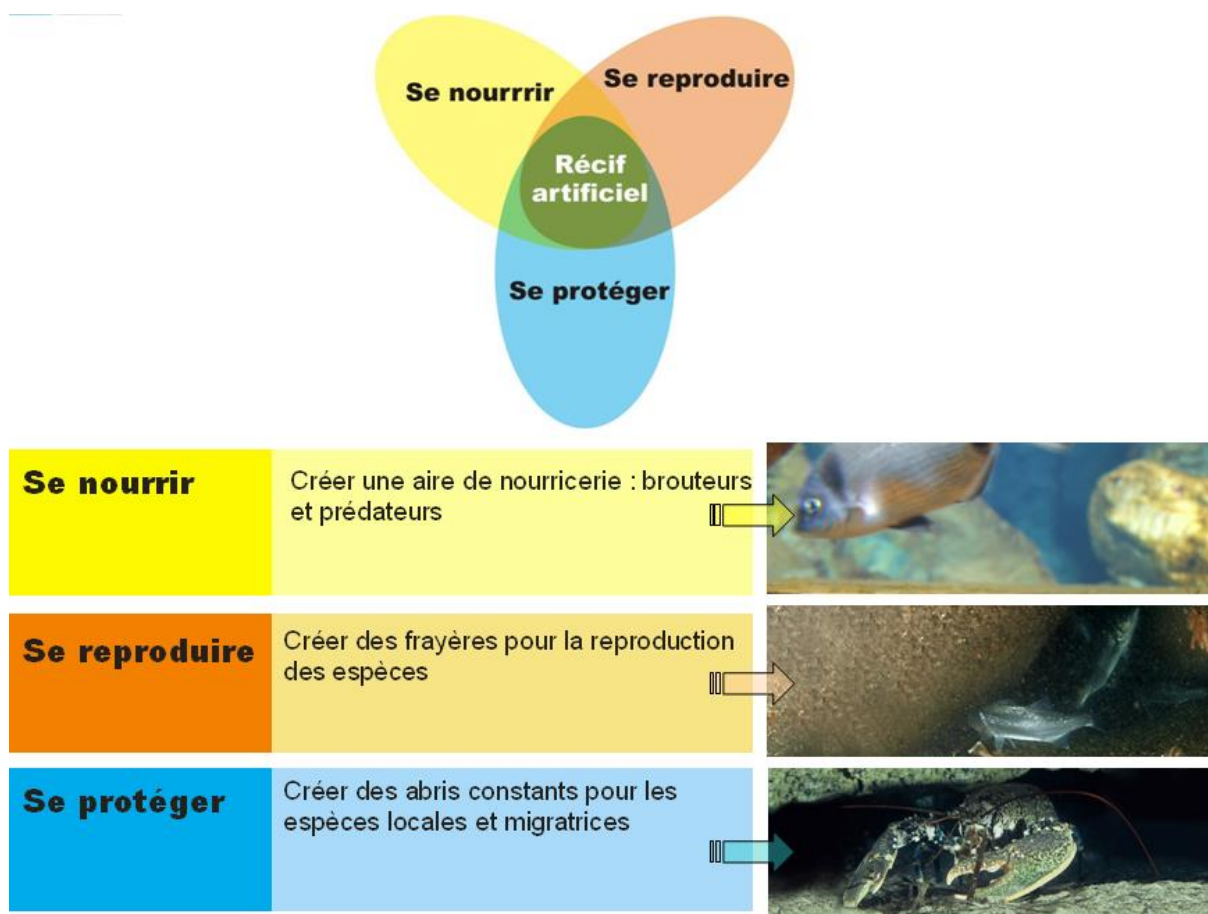


Figure 19 : Les 3 fonctions définissant le concept de récif artificiel au Japon (d'après Pioch (2007)).

Cette volonté de mimer les fonctions naturelles d'un récif, permet, selon Nakamura (1985), de :

- **créer** des nurseries,
- **augmenter** les captures des pêcheries,
- **protéger** les fonds d'une pêche intensive ou illégale.

2.3.3. La filière

Une organisation importante est mise en place sur la base d'une décentralisation engagée en 2001. Mais les relations structurées permettent une mise en réseau et une évaluation des projets et des résultats par les organismes en charge du montage des projets (laboratoires départementaux) et de la validation des projets (l'Agence des Pêches, pour le Ministère de l'Agriculture, de la Forêt et de la Pêche).

2.3.3.1. Le JIFIC, organisme clé pour l'aménagement des fonds marins

Le JIFIC (« *Japan Institute of Technology on Fishing Ports, Grounds and fisherman Communities* ») est un service gouvernemental qui a pour but d'améliorer l'environnement des pêcheurs professionnels. Il pilote les projets d'HA en partenariat avec les pêcheurs et en collaboration avec les laboratoires préfectoraux. Sa particularité est de valider les projets innovants, après expérimentation et analyse des résultats. Il joue le rôle de normalisation des projets et de contrôle de l'utilité avant le transfert et de développement plus large, auprès des pêcheurs (par exemple : HA constitués de rondins de bois de coupe rapidement dégradés, couplage d'un HA avec une table conchylicole)

2.3.3.2. La recherche

Au niveau national, l'agence japonaise de recherche des pêches ou F.R.A possède un organisme d'ingénierie spécialisé dans la construction des HA. Il s'agit de l'institut national de recherche et d'ingénierie des pêches (N.R.I.F.E 2007). Le NRIFE est basé à Chôshi, dans la préfecture de Chiba. Lors de notre visite du site, les pêcheurs au chalut désiraient développer un HA capable de supporter le passage d'un chalut, sans l'abîmer, tout en protégeant les espèces s'y réfugiant. Le but est de conserver une part des stocks capable d'assurer la reproduction, sur des sites sableux sans abris naturels (« oasis » géniques).

Les universités des pêches ont des programmes d'optimisation et de recherche sur les HA. Ces programmes sont souvent menés en partenariat avec les entreprises, la FRA, ou les préfectures.

Au niveau préfectoral, les 99 centres et laboratoires ont en charge les études ou le suivi des aménagements et du comportement des espèces. Ces études sont menées en collaboration ou sur la base d'enquêtes régulières menées avec les coopératives de pêcheurs.

2.3.3.3. Le secteur privé

Ce secteur est très dynamique, et compte parmi les plus grands groupes du bâtiment et de l'industrie du béton (Lacroix *et al.* 2002). D'après l'agence des pêches et le JIFIC, en 2007, 38 sociétés d'échelle nationale travaillaient dans la construction d'HA au Japon. A cela s'ajoutent des petites compagnies locales suivant la taille des marchés.

L'exemple de Taiheiyo Corporation, entreprise de taille moyenne sur le marché des HA est intéressant pour juger de ce secteur socio-économique en lien avec la pêche. L'entreprise compte 400 employés, pour un chiffre d'affaire annuel de 398 millions d'€ dans le secteur des travaux publics. Elle réalise environ 38 millions d'€ avec les HA et son service de recherche et développement emploie 4 personnes. L'ingénierie halieutique est un secteur en expansion. Les innovations dans ce domaine sont constantes. Les nouveaux modèles de récifs visent toujours plus de performances écologiques et les structures sont de plus en plus volumineuses (Ito 2007).

2.3.4. Les acteurs et leurs interactions

Le système d'aménagement en HA est très proche des besoins et de la demande socio-économique. Pour cela, d'un point de vue du montage du projet, il fonctionne sur deux pivots :

- Usagers demandeurs : les pêcheurs et les collectivités territoriales (Communes, départements)
- Experts conseillers : les laboratoires côtiers technico-scientifiques départementaux (préfectoraux, en charge des zones côtières)

En fait, ce sont les usagers qui sont au centre d'un processus encadré et organisé en association avec les laboratoires de recherche préfectoraux (départementaux) et selon les besoins, la taille et l'importance des projets en association avec les universités ou les centres de recherches nationaux des pêches. (Voir schéma ci-après)

L'Etat intervient ensuite à deux étapes dans la vie du projet, à travers son organisme de tutelle des pêches, l'Agence des Pêches (qui peut faire appel à l'expertise de la FRA) :

1. Avant l'immersion, dans l'expertise juridique et réglementaire des projets, permettant leur validation autorisant leur immersion dans le milieu marin,
2. Après l'immersion, dans le contrôle et l'évaluation.

On comprend dès lors le rôle prépondérant de cet organisme dans la capitalisation des données et l'évolution de la connaissance des performances de cet outil de gestion des pêches. Une fois le projet validé, l'organisation des aménagements est commandée par les pêcheurs aux entreprises privées, après l'obtention des autorisations et des financements.

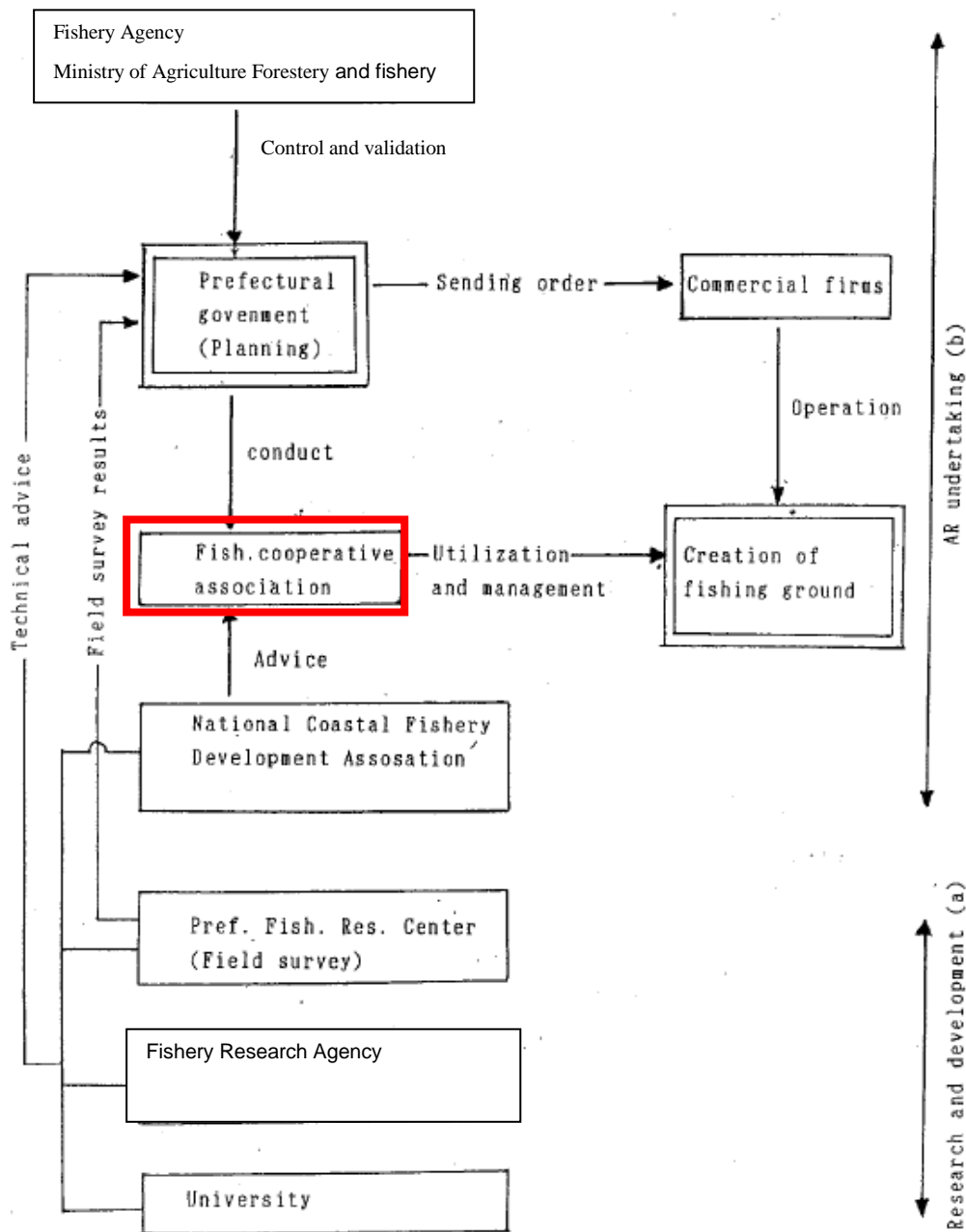


Figure 20 : Les organismes et leur relation dans le processus de définition d'un projet aménagement en HA au Japon, d'après (Kakimoto *et al.* 1995)

2.4. LA CONCEPTION

Les opérations liés à la définition du projet (conception), au sein du processus de maîtrise d'œuvre d'un projet d'aménagement en HA, reposent sur l'intégration d'études au sujet de l'environnement maritime (paramètres biologiques, physico-chimiques) et socio-économiques. Ces paramètres permettent de guider les choix du maître d'ouvrage dans un projet d'aménagement intégré à l'écosystème et au socio-système de la pêche côtière. Il permet de sélectionner un site le volume et la planification d'un type d'HA adapté aux objectifs et aux choix de gestion formulés. Une fois le projet défini, le contrôle et la validation externe de son efficacité biologique potentielle, conditionnant des retombées et des objectifs

socio-économiques, valide le projet d'aménagement (voir sur le schéma suivant les étapes et les études de conception du projet d'aménagement).

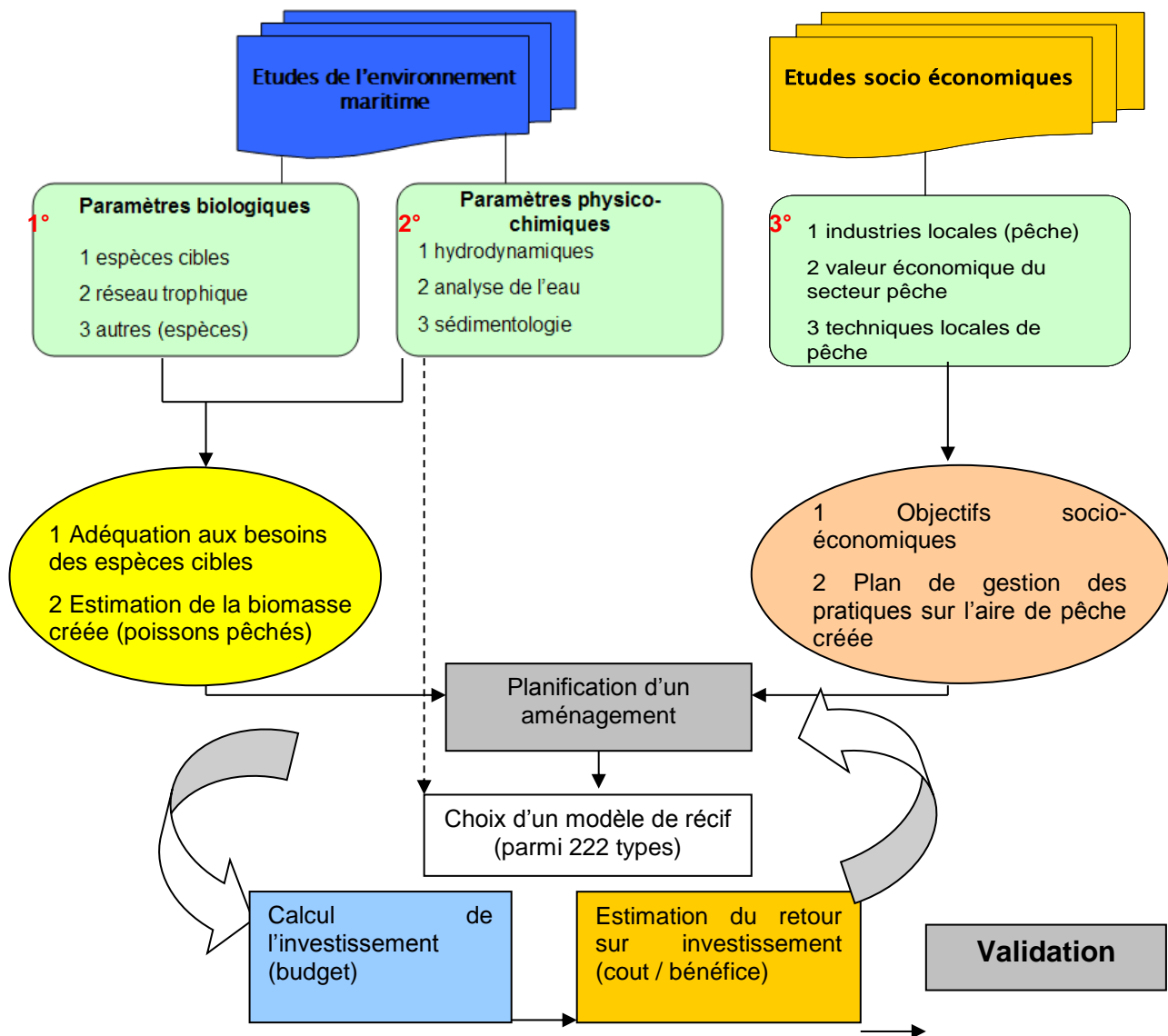


Figure 21 : Etapes de la conception du projet d'aménagement en HA au Japon (Akeda 2007).

On peut remarquer que les différentes phases sont chronologiquement et hiérarchiquement imbriquées. En effet, certaines étapes de l'étude sont rédhitoires :

- rapport coût / bénéfices sur la base des objectifs socio-économiques et biologiques (intérêt à aménager)
- présence et connaissance des espèces cibles du projet vis-à-vis de l'habitat (abris, pontes, protection, les stades visés : larves, juvéniles, adultes)

2.4.1. La gestion d'un aménagement dans une optique halieutique

Elle est décidée par les pêcheurs, qui sont encadrés par les laboratoires préfectoraux au sein d'un plan national de restauration des ressources (gestion des ressources ou « *recovery plan* ») (Fishery Agency 2008). Les mesures de gestion peuvent être négociées (si elles sont justifiées) de manière à être plus ou moins contraignante. Elle se base sur plusieurs outils visant la pérennité et l'installation des stocks : les quotas (débarquements passés, estimation des scientifiques), les périodes de fermeture (reproduction), la durée des pêches.

Les pêcheurs choisissent, lors du montage du projet, puis lors de son exploitation, des solutions variées adaptées aux situations et aux contextes par essences dynamiques, car en lien avec le vivant (la nature et ses exploitants) (voir Figure 20). Lors de notre mission de terrain, nous avons observé différentes mesures de gestion au sein de coopératives dont les objectifs et la taille étaient variables, et influençaient leur gestion des ressources ciblées (adaptation aux espèces et aux pêcheries).

Ainsi lors des visites réalisées dans les coopératives, les HA destinés aux espèces benthiques faisaient souvent l'objet de jachères tournantes (coopérative de pêche de Tateyama) ou de techniques de pêche permettant de sélectionner un type d'espèce puis, par rotation, d'exploiter une fraction de la ressource. Pour les espèces démersales, les HA étaient gérés comme pour les espèces benthiques, en étant soit entièrement interdits (réservoir d'adultes ou de juvéniles), soit partiellement exploités en conservant une zone « cœur » non exploitée (coopérative de pêche de Ieshima). Enfin, pour les espèces pélagiques, les HA pouvaient faire l'objet de réserves totales des fonds, les captures s'effectuant aux alentours sur la « route » de ces grands voyageurs (coopérative de pêche d'Oïta). Ces réserves peuvent aussi servir à conserver des fonds destinés au frai de tous les types d'espèces (au titre d'un habitat essentiel). Les types d'HA varient également en fonction des techniques de pêche, des interdictions ou des caractéristiques locales : pêche du pélagique à la traîne, poissons de roche à la palangrotte, poissons plats au filet maillant, etc. Bien sûr, les solutions présentées n'ont qu'une valeur d'exemple des pratiques, et ne sont pas systématiques. Ainsi, une coopérative peut utiliser une ou plusieurs de ces mesures, comme n'en utiliser aucune. La Figure 22 montre comment l'organisation structurale (morphologie des HA) et spatiale (organisation d'un plan de pose déterminant des zones adaptées aux objectifs de gestion souhaités) de l'aménagement en HA peut conditionner la gestion d'un site. Les HA de type A, en bordure, peuvent être utilisés par les chalutiers pélagiques et les filets (arrêtes douces), puis plus on se rapproche du centre de l'aménagement, plus les HA de type B, C et D sont conçus pour gérer le stade, la taille ou les types de poissons capturés (protection structurale).

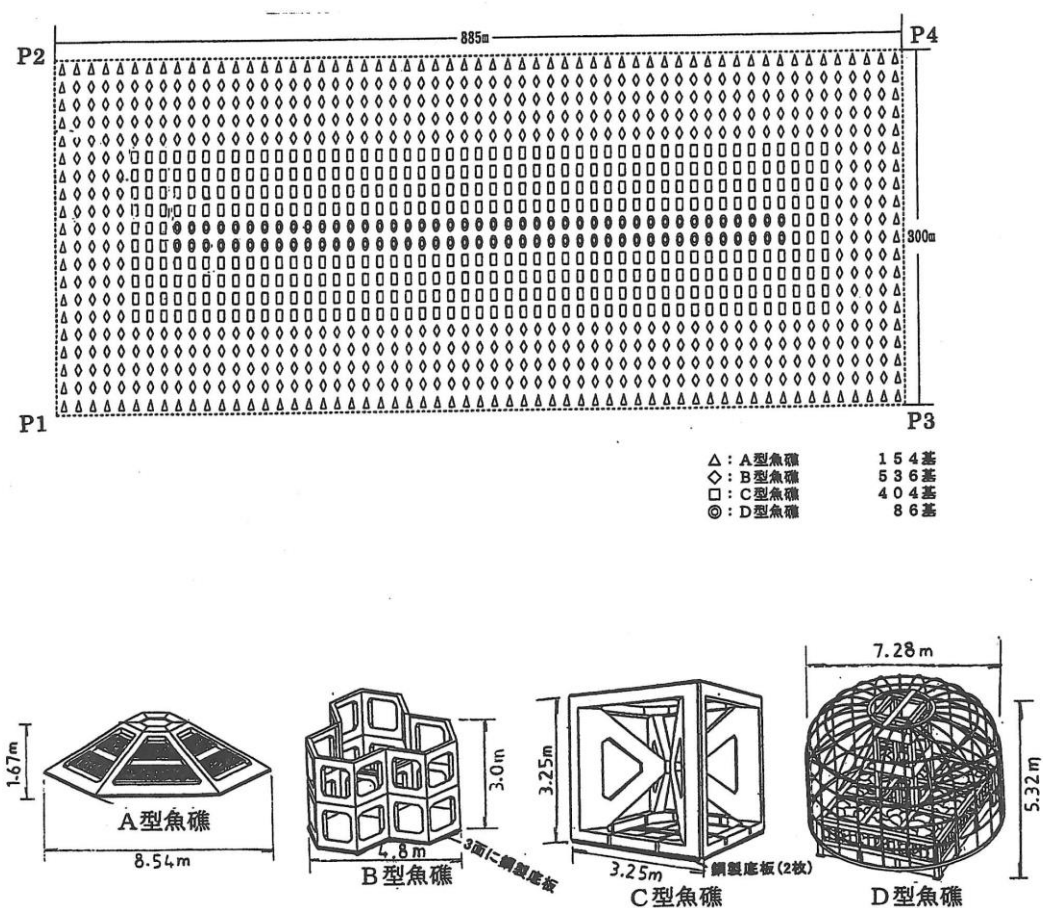


図8・9・4 魚礁標準配置図及び使用魚礁の姿図

Figure 22 : Organisation structurale et planification des types d'HA fonction d'objectifs de gestion pré-établis : Adultes (pêchés) = 154 HA de type A, 536 HA de type B 404 HA de type C et pour le renouvellement en Juvéniles (protégé) = 86 HA de type D au cœur de l'aménagement (JIFIC 2004).

Un tel système d'aménagement et de gestion des ressources ne peut être réussi et perdurer que s'il se base sur des protocoles de suivis évaluant la performance des projets *a priori*, puis *a posteriori*. C'est le rôle primordial joué par l'Agence des Pêches, en tant qu'organisme centralisant les études et les résultats, relayés sur le terrain par les laboratoires préfectoraux. Ainsi, un système d'évaluation basé sur le principe du BACIP¹, (*feed-back*) inhérent à toute démarche de capitalisation et d'évolution du savoir, permet de perfectionner et de faire évoluer, sous l'impulsion et l'exigence des pouvoirs publics, le secteur des aménagements sous marins à vocation halieutique (Osenberg *et al.* 1994).

Nous allons maintenant présenter quelques résultats de ces évaluations issus d'expérience rencontrées sur le terrain ou de traductions sélectionnées pour leurs intérêts.

2.4.2. L'immersion d'habitats artificiels : une procédure désormais standardisée

Ce chapitre présente le déroulement standardisé de l'installation d'HA au Japon. Ainsi les aménageurs disposent d'un processus évalué régulièrement à l'aune de résultats comparables. Les données relatives à des projets définis sur la base d'objectifs prédéfinis sont centralisées par l'Etat assisté d'un organisme d'expertise technico-scientifique, au sein d'une procédure maîtrisée.

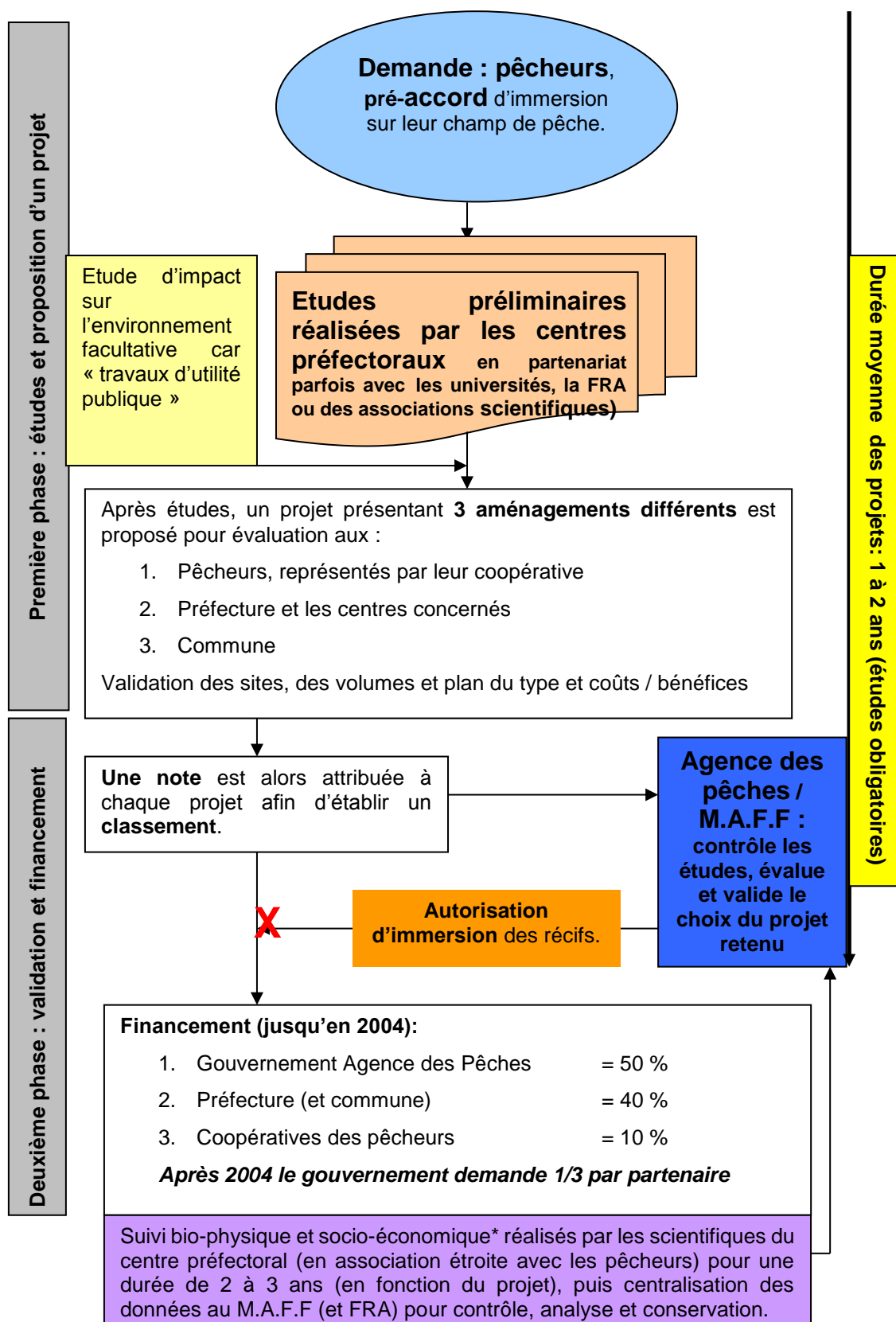
Ce processus décisionnel est défini nationalement dans deux documents permettant d'assister le montage d'un projet d'aménagement (J.I.F.I.C 2007a). Ils servent de référence pour l'aménagement, depuis les études préliminaires jusqu'au projet définitif. Les budgets sont mobilisés au titre d'« infrastructures publiques ». Les projets s'insèrent dans un document de planification du territoire (équivalent d'un Schéma de Développement et d'Aménagement du territoire) à l'instar des infrastructures publiques (routes, ports, canalisations).

Les projets sont conçus à partir d'une demande formulée par les pêcheurs et tiennent compte de leur avis puis de leur accord (validation après retour du contrôle par l'Etat en phase projet).

Voir Figure 23.

¹ Before After Control Impact Project

Figure 23 : Processus décisionnel pour l'installation de HA artificiels, (traduction Koike et Pioch, source Agence des pêches, 2007).



¹ Les critères essentiels du suivi sont liés aux pêcheurs (activité de pêche) ou du bilan des effets socio-économiques (quantité / qualité, satisfaction des pêcheurs, gains, sécurité...).

Sur la base de ce processus, l'échelle du projet dépend des objectifs et du type d'espèces cibles. Suivant sa portée, les organisations de pêcheurs consultées sont :

- a) Les coopératives locales (*Gyoren*) pour un projet « normal » dit local, à l'échelle du territoire communal, dans les limites des droits de pêche d'une coopérative communale (20 à 25 pêcheurs), d'un volume inférieur à 2 500 m³ ou compris entre 2 500 et 50 000 m³ pour de grandes coopératives
- b) Les coopératives préfectorales (départementales) (*Ken-gyoren*) pour un projet « moyen » à l'échelle d'un territoire départemental, (inter-communal), d'un volume supérieur à 30 000 m³
- c) Les coopératives régionales (*Zen-gyoren*) pour de « grands » projets à l'échelle régionale, d'un volume supérieur à 150 000 m³ (complexe d'HA).

Ce sont les types d'espèces cibles qui influencent l'aménagement et son portage. Selon le rayon de déplacement de la ressource, l'aménagement et sa gestion déléguée sera locale ou régionale (unité de gestion).

(voir tableau ci-après)

Espèces cibles / Type d'aménagement	Niveau de consultation des pêcheurs / Bénéficiaires des aménagements	Financements / Unité de gestion
<ul style="list-style-type: none"> - Pélagiques ou grand déplacement. - Grand aménagement 	<ul style="list-style-type: none"> - National - Zen-gyoren 	<ul style="list-style-type: none"> - gouvernemental
<ul style="list-style-type: none"> - Espèces benthiques ou / à migration limitée et régionale. - Aménagement moyen 	<ul style="list-style-type: none"> - Préfectoral - Ken-gyoren 	<ul style="list-style-type: none"> - gouvernemental - préfectoral
<ul style="list-style-type: none"> - Espèces à faible déplacement ou de grande importance à échelle locale, souvent côtières. - Aménagement normal 	<ul style="list-style-type: none"> - Local - Gyo-Gyoren 	<ul style="list-style-type: none"> - gouvernemental - préfectoral - communal

Tableau 10 : Unités d'aménagements en HA fonction des types de ressources, des objectifs et du rayon d'exploitation des usagers (Pioch 2007a).

Voir en Annexe 1 l'extrait d'une demande de subvention de la coopérative de pêche locale de type « *gyoren* » de Tateyama, préfecture de Chiba, relative à un aménagement destiné à des espèces cibles benthiques.

En ce qui concerne l'évaluation environnementale du projet, elle est comparable à un dossier de type notice d'impact en France. Ce dossier est rarement exigé car il s'agit de travaux publics exempts d'étude d'impact. Dans les faits, seuls les projets très importants ou intéressants par leur ampleur les associations environnementales font l'objet d'étude sur l'environnement.

2.4.2.1. Validation des nouveaux modèles après essais

Pour exploiter un nouveau modèle d'HA, un fabricant doit obtenir une validation basée sur un pilote testé en milieu naturel. Les objectifs d'espèces, de colonisation et d'exploitation (quantité et techniques de pêches) font l'objet d'un suivi, généralement par un laboratoire public préfectoral. L'évaluation de l'HA est ensuite analysée par un comité spécialisé géré par l'Agence des Pêches. Ce comité est constitué de scientifiques, représentants des pêcheurs, fonctionnaires des différentes administrations concernées (marine, environnement, économie...) et usagers en fonction des objectifs de l'habitat évalués. Il s'agit d'une vérification, après essais *in situ*, des objectifs de l'habitat à vocation halieutique. Voir en Annexe 2 : Processus d'autorisation de nouveaux HA artificiels dans le cas d'un projet confié à une compagnie privée.

Ce processus de contrôle empirique vise à éliminer des HA mal conçus d'un point de vue technique ou biologique, mais également inefficace pour la pêche locale. Une fois le dossier de suivi validé, l'HA peut être commercialisé. Mais son évaluation ne s'arrête pas là puisqu'après chaque immersion à venir, un dossier de suivi sera retourné à l'Agence des Pêches, qui aura ainsi la possibilité de « suivre » la performance de cet HA dans des contextes différents (possibilité d'amélioration). Au besoin, si le suivi réalisé lors des tests initiaux n'est pas cohérent avec les résultats complémentaires, le modèle est retiré du marché, sur décision du Ministère des Pêches (MAFF). Si, il s'avère que des dommages ont été causés sur l'environnement ou les engins de pêche, du fait de malfaçon, les compagnies privées sont astreintes à rembourser les coopératives de pêcheur et à retirer le modèle défectueux.

2.4.3. Les dispositions technologiques

Au Japon, l'aspect technologique est sans doute le domaine le plus intéressant, car indépendant des contextes socio-économiques et donc aisément transposable. Mais il doit être analysé en connaissance des relations entre l'habitat et les espèces cibles côtières. Lors de cette mission, les principaux éléments relatifs à la typologie des HA ont été collectés, mais ils ne sauraient refléter l'ampleur et la complexité de la réflexion japonaise sur le sujet (Fishery Agency 2007; Ito 2007; J.I.F.I.C 2007; Japan iron steel federation 2007; M.A.F.F 2007; N.R.I.F.E 2007; Nakano 2007; Fukuda 2008; Japanese Ministry of Environment 2008; Marinoforum 21 2008).

2.4.3.1. Un principe de base, la relation entre l'espèce cible et l'habitat

Cet aspect sera largement détaillé dans la troisième partie de cette thèse, nous rappellerons donc ici simplement les principes fondateurs.

Les étapes principales guidant le choix des aménageurs et les opérations de maîtrise d'œuvre du projet d'aménagement ont été présentées précédemment. Nous nous intéresserons donc à présent à une notion clé dans la conception des HA au Japon : l'habitat. Les principes guidant la détermination morphologique des HA adaptés aux objectifs et aux paramètres éco et socio-systémiques sont basés sur l'étude de la relation (notamment éthologique) des espèces avec l'habitat (Nakamura 1980; Kakimoto 1985; Nakamura 1985; Kakimoto *et al.* 1995; Kakimoto 2004; Nakano 2007). Pour cela, deux éléments principaux sont pris en compte : adapter les HA aux paramètres biophysiques vitaux des espèces cibles et favoriser les trois fonctions écologiques d'un habitat naturel que sont nourricerie, reproduction et abri (Nakano 2007). Les autres éléments de la réflexion sont principalement liés à des aspects :

- physiques : résister à l'affouillement, au poinçonnement¹, à la dissolution des matériaux, ou mécaniques (tenue des structures) (Katoh 1985).
- sociaux : règlement des conflits territoriaux, autogestion par le choix des modules (limite les techniques de pêche) , adaptation aux engins de pêche, aussi bien à la lutte contre le braconnage ou la surpêche (abris lourds et surs), qu'à la pêche sur les sites (N.R.I.F.E 2007).

2.4.3.2. Diversité des modèles

L'importante diversité des modèles reflète la complexité des paramètres bio-physiques et des situations d'aménagement rencontrées, autant que la nécessaire création de « produits commerciaux » par des sociétés concurrentes. Mais ces différents modèles sont également tous testés empiriquement et sont issus des théories et de la grande expérience des chercheurs japonais sur le sujet de l' « Habitat ». Le N.R.I.F.E (2007) considérait que le nombre de modèles différents d'HA installés au Japon était d'environ 300 en 2007.

Les différents modèles proposés sont en béton, en métal, ou hybrides (c'est-à-dire en béton et en acier). Parmi ces modèles, environ 222 (76 HA en métal, 101 en béton et 45 hybrides) sont couramment installés et font l'objet d'un catalogue où sont décrits leur coûts et les espèces cibles, ainsi que les coordonnées des fabricants, publié annuellement par les associations de fabricants et la Japan iron steel federation (2007).

¹ Enfoncement d'une structure dans le sol.

Comme nous l'avons précisé au début de ce chapitre, la politique de gestion pro-active des ressources de mariculture extensive au Japon s'appuie sur les HA et le repeuplement. Nous proposons d'aborder brièvement le repeuplement, outil parfois complémentaire, mais plus généralement distinct, de la gestion halieutique côtière.

2.5. EFFICACITE ET PERFORMANCES DES HABITATS ARTIFICIELS

L'objectif principal des HA est lié à l'efficacité halieutique (production exploitée pour la pêche). Mais l'efficacité se traduit aussi indirectement par l'intégration de l'aménagement à l'écosystème et au socio-système des pêcheurs, pré-établis. Rappelons que les trois objectifs de l'aménagement en HA au Japon sont la restauration, le maintien et le développement des écosystèmes des « aires de pêche », afin de pérenniser les pêcheries côtières (accueil de juvéniles, jachères, réservation de l'espace, mais aussi amélioration des conditions de travail, entrée des jeunes dans le métier...).

Ce sont ces aspects que nous aborderons en premier lieu à travers un bref aperçu de quelques traductions d'études relatives à l'efficacité des HA au niveau de leur apport écologique, sociologique puis économique.

Précisons que les études présentées sont exclusivement issues d'équipes de chercheurs indépendantes (FRA, Universités, JIFIC, laboratoires préfectoraux). En effet, les suivis réalisés par des sociétés privées, même si leur sérieux n'est pas remis en cause, pourraient toutefois prêter à polémiques (conditions d'études, subjectivité des résultats).

2.5.1. Efficacité écologique

L'efficacité des HA japonais sur le plan écologique s'évalue au regard de leurs performances halieutiques. Nous avons d'ailleurs souligné que la pêche était un bon indicateur de la qualité des écosystèmes lorsqu'elle s'inscrivait dans la durée.

2.5.1.1. Développement d'espèces de fonds meubles

Actuellement, il est communément admis que les HA en matériaux durs sont colonisés préférentiellement par des espèces de substrats durs (Kakimoto 2004). Ces espèces sont souvent cibles de la pêche. Elles sont représentées en grande quantité dans les débarquements réalisés sur les HA, mais elles n'en constituent pas la totalité (com. pers. président pêcheur de la coopérative d'Ieshima, 2007). En effet, une part non négligeable (environ 10%) des espèces de substrats meubles constituent elles aussi les débarquements. Certains HA en ont même fait une espèce cibles, conditionnant leur morphologie et leurs caractéristiques d'installation.

Ce constat surprenant répond à une question souvent posée au sujet des HA favorisant les espèces de substrat dur, à savoir s'ils ne déséquilibrent pas les communautés inféodées aux substrats durs, notamment par la perte d'habitats et l'augmentation de prédateurs ?

Les premières impressions en plongée (Piocch 2007), les entretiens de terrain (coopératives de pêcheurs) ainsi que les suivis des débarquements auquel nous avons eu accès (coopératives d'Ieshima, Oïta et Matsushima) peuvent apporter quelques éléments de réponse. Tout d'abord, le président de la coopérative des pêcheurs de Ieshima, M Nakamura, interrogé sur l'impact des HA sur les espèces de fond sableux nous a présenté la liste des espèces et des tonnages pêchés depuis 40 ans sur cette île, qu'il renseigne personnellement depuis 30 ans (enquête auprès de la coopérative d'Ieshima, Kinki, Japon traduction Simard, (Piocch 2007a). S'il n'observe aucune variation dans la qualité et la diversité des espèces débarquées, il note en revanche une baisse générale de la quantité des espèces cibles. Mais, les pourcentages des espèces de fond sableux pêchées sur l'ensemble du territoire de pêche sont, en proportion relative, identiques aux pourcentages débarqués avant la pose des premiers HA il y a une quarantaine d'année. Notons que la zone d'Ieshima possède six zones aménagées et deux grands projets d'HA prévus en 2008 et 2010 (Ito 2007). Le constat est donc, d'après lui, qu'il n'y pas eu de modification des peuplements (fonds meuble, pélagiques ou fonds durs).

2.5.1.2. Production primaire

Plusieurs études se sont intéressées au type d'habitat adapté aux espèces cibles et à l'efficacité des habitats sur la croissance de ces espèces. Ces études étaient basées sur la quantité de proies

disponibles et sur la production primaire du milieu. Nous proposons les résultats de l'étude menée par Komai (2002) sur deux HA, l'un en béton et l'autre en acier. Les données du suivi réalisé durant 3 ans ont été analysées dans l'objectif de définir une relation entre la production primaire (faune fixée et vagile) et la production secondaire d'une espèce benthique cible à forte valeur, le sébaste au stade juvénile (*Sebastes inermis*) sur un nouveau type d'HA conçu pour son accueil.

Le site est situé sur la commune d'Onoda, préfecture de Yamagushi, sur des petits fonds (3 à 4m) et à 500 m du port de pêche côtier (gestion par la coopérative locale). Le site est constitué de 2 types d'HA : l'un en béton (cubes en amas chaotique) l'autre en acier (habitat organisé adapté aux sébastes). Les habitats métalliques d'une surface de 58 m² ont été installés en 1997. L'habitat en béton, d'une surface quasi équivalente de 52,25 m², a été posé en 1986. Le suivi¹ réalisé par un laboratoire préfectoral a été financé par l'entreprise *Kyoei Steel Co*, désireuse de « tester » un modèle destiné à cette espèce cible au stade juvénile (voir procédure de validation des nouveaux modèles présentée en *supra*). Le calcul de la production secondaire en sébastes a été réalisé par la méthode reliant le poids de nourriture disponible (production primaire) et le poids des poissons (production secondaire). Cette relation diffère avec la taille du poisson pour les Sébastes objets de l'étude (*Sebastes inermis*). L'estimation de la production secondaire en sébastes est donnée en kg de poids frais de sébastes / habitat / an. Elle est de 3,3 (pour la taille 2 – 8 g) et 9,83 (pour la taille > 20g) sur les récifs métalliques. Elle est de 4,93 (pour la taille 2 – 8 g) et 3,64 (pour la taille > 20 g) sur les HA en béton. (Voir figure Figure 24 : Production des proies sur un habitat en métal (extrait de Fisheries Science, d'après Komai et Itosu 2002)). Les résultats, dans le cadre de cette étude, semblent montrer que les HA ont favorisé la production primaire, et de fait ont assuré leur rôle de nurserie. Ils ont également été efficaces du point de vue de l'abri offert aux juvéniles de sébastes, objectif pour lequel ils ont été conçus.

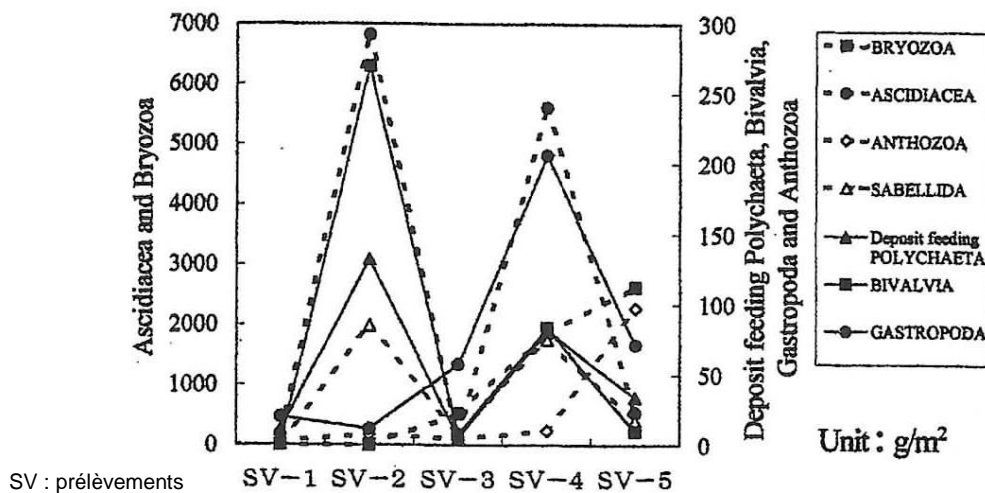


Figure 24 : Production des proies sur un habitat en métal (extrait de Fisheries Science, d'après Komai et Itosu 2002)

2.5.1.3. Part de la production halieutique imputable aux habitats artificiels

Une autre étude de suivi des pêches réalisée par le professeur Kakimoto (2004) a permis de comparer une zone aménagée en HA avec la totalité d'une aire de pêche de taille communale (*gyoren* d'une vingtaine de pêcheurs). L'intérêt de cette étude est de présenter l'effet relatif d'une zone aménagée pour une même pêcherie dans les mêmes conditions d'utilisation de l'espace et dans une même unité temporelle, avec le même effort d'exploitation (techniques communes).

¹ Il consistait en cinq prélèvements de l'épifaune par grattage et passage au tamis de maille 1 mm avec un quadrant de 0,1 m², sur les 2 HA (l'habitat en béton représentant le témoin) en décembre 1997, mai 98, octobre 98, février 99 et janvier 2000.

Espèces (nom vernaculaire)	Total des prises (TC) sur la commune en %	Prises réalisées sur les (HA) en %	Pourcentage HA / TC		
1. Pagre rose	7 199	6.1	2 079	35.4	28.9
2. Saumon rose	10 767	9.1	1 544.2	26.3	14.3
3. Daurade	9 118	7.7	1 073.1	18.3	11.9
4. Maquereau	1 243	1.1	115.3	2.0	9.3
5. Chinchard	3 066	2.6	73.6	1.3	2.4
6. Poissons plats	15 809	13.4	61.1	1.0	0.4
7. Maquereau Atka	3 119	2.4	30.0	0.5	1.0
8. Autres espèces	68 105	57.6	891.8	22.6	1.2
Total en poissons	118 426	100,0	5 868.9	100.0	5.0

(Poids en Kg)

Figure 25 : Pourcentage des prises réalisées sur une zone aménagée par rapport à la totalité du territoire de pêche sur un aménagement en HA communal de pêche, extrait de Kakimoto (2004).

Cette étude permet de comprendre que les aménagements en HA entrent pour une part relative dans les débarquements de pêche selon les espèces cibles. D'après Kakimoto (com. pers. 2007), ces pourcentages sont représentatifs des débarquements moyens constatés au Japon pour des aménagements en HA et des types d'exploitation comparables (coopérative locale). Toujours selon Kakimoto (com. pers. 2007) statistiquement le volume d'HA nécessaire pour assurer avec pérennité 100 % de l'exploitation annuelle d'une coopérative de 10 pêcheurs se situerait aux environs de 20 000 m³.

2.5.2. Impacts économiques

Les comptes rendus d'études que nous citerons ci-après nous permettent d'approcher une valeur indicative apportée par les aménagements. En effet, nous n'avons pas eu accès à l'ensemble des conditions de leur évaluation qui nous aurait permis d'effectuer une véritable analyse économique (difficulté de récupération de l'information et de traduction).

2.5.2.1. Audit national de l'impact économique des habitats artificiels réalisé par la FA

Cette étude d'évaluation de l'efficacité des politiques publiques est obligatoire au Japon en ce qui concerne les subventions de l'Etat. Ces audits sont confiés à des bureaux d'analyse indépendants. L'extrait suivant présente les résultats de l'audit réalisé entre 1999 et 2000 dans un article paru dans la revue « flash Japon » de la SFJO (Société Franco Japonaise d'Océanographie 2000; M.A.F.F 2007). L'objectif était d'évaluer, au niveau national, les retombées économiques de 560 aménagements en HA d'un coût total de 50 millions d'€ (soit 7,1 milliard de yens) pour les petites coopératives de pêche (20 foyers). Les enquêtes ont été réalisées auprès de 2 000 pêcheurs.

Le protocole d'audit s'est basé sur un profil d'aménagement particulier :

- Ces HA devaient répondre à une exploitation adaptée à 20 foyers de pêcheurs (l'effort de pêche a été calculé par rapport à chaque pêcherie).
- Le volume moyen d'HA était d'environ 1 200 m³.
- Les HA ont tous été posés entre 92 et 97.

Une fois ces critères définis, le résultat de l'audit a montré que dans 60 % des cas (350 sites), les HA ont atteint leurs objectifs. La moitié des sites a même dépassé les objectifs initiaux d'augmentation de la production halieutique. Mais 40 % des aménagements n'ont pas permis d'augmenter les débarquements (stagnation des pêches) et pour 30 % de ses sites (190) la quantité de poissons débarqués avait même baissé, et dans 5 % des sites (30) la quantité de poissons débarqués (par rapport aux objectifs initiaux de conception) avait diminué de plus de 50 %. Ces résultats surprenants pourraient laisser croire que les investissements en HA sont infructueux dans 40 % des cas. En fait, il convient d'analyser plus précisément les conditions d'obtention de ces résultats.

Les explications données sont généralement liées à des erreurs lors des études de conception (paramètres du milieu incomplets, défauts des structures immergées, destruction ou affouillement) ou les aléas du milieu naturel. Dans la majorité des cas, ces mauvais résultats sont liés à la baisse importante de l'effort de pêche liée au nombre de pêcheurs exploitant entre 1992 et 2001 année de l'audit. Mécaniquement, les débarquements ont chuté par chute de l'effort de pêche (exploitation faible). Les HA étant conçu sur la base du nombre de pêcheurs, si celui-ci est initialement élevé, les débarquements estimés pour dimensionner l'aire à aménager sont plus importants, mais la diminution du nombre de pêcheurs entraîne une baisse de la pêche sur les HA. Pour l'un des villages participant à cet audit qui comptait 60 foyers en 1992 et seulement 31 en 2000, les objectifs de débarquement calculés pour 60 foyers n'ont pu être réalisés par les 30 exploitants restants.

Une seconde raison évoquée est que les pêcheurs ne disposaient pas des coordonnées précises des HA, ils ne se rendaient donc pas sur zone. Enfin, et plus globalement, les échecs liés aux structures aménagées (HA peu ou pas productifs par rapport aux objectifs annoncés), représentent 10 à 20 % des projets, ce chiffre a d'ailleurs été confirmé par monsieur Ito, responsable national des projets d'aménagement en HA au sein du JIFIC (2007).

Cet audit a pu soulever le problème principal d'études prospectives mal adaptées à la baisse parfois rapide du nombre de pêcheurs (population âgée). Ces aménagements, financés parfois à plus de 50 % par des fonds publics, n'ont pas été ajustés aux besoins du public correspondant.

Enfin, notons que l'installation d'une zone aménagée en HA est souvent consécutive à une baisse des stocks de poisson (légitimant la demande des pêcheurs) donc le recouvrement des stocks peut être lent (reproducteurs / juvéniles).

Les recommandations du ministère auprès des préfectures ont été prioritairement de rapprocher les études socio-économiques conditionnant le dimensionnement des aires futures de la définition finale du projet. Mais il a également été demandé que les laboratoires préfectoraux et l'Agence des Pêches assurent le suivi de la transmission des coordonnées spatiales des HA aux pêcheurs. Enfin l'importance de la communication avec les pêcheurs lors de la programmation et de la réalisation des projets a été soulignée afin d'anticiper tout problème à venir.

2.5.2.2. Estimation de la durabilité économique

Une étude sur la durabilité de l'effet économique lié à la pêche d'espèces cibles, a été menée en 2006 par Nakano dans la mer de Seto, sur un site constitué de 250 HA artificiels de volume unitaire de 3,43 m³ pour le JIFIC (Nakano 2007).

Cette étude avait pour but de prendre en compte le bénéfice apporté par les fonctions « classiques » (habitat) induites par l'HA et d'évaluer également les bénéfices potentiels à long terme induits par la reproduction (renouvellement des ressources) et la nourriture des poissons (augmentation du poids, accueil de juvéniles). Nakano a étudié l'évaluation de ces bénéfices pour chaque objectif. La technique utilisée pour évaluer ces bénéfices par objectif est basée sur des comptages et des prélèvements sur les HA : tailles des géniteurs, pontes, juvéniles (Nakano 2007).

Le coût d'installation dans la mer de Seto de 250 HA artificiels de petit volume unitaire de 3,43 m³ a été de 550 000 € (87 500 000 yens). Le bénéfice calculé (valeur de la pêche, reproduction, ponte et juvéniles) a été estimé à 1,83 millions d'€ (283 760 000 Yens). Le rapport entre les bénéfices et les investissements s'établit donc autour d'un facteur multiplicatif de 3,27 (pour une période de 30 ans, soit la durée de vie de ce type de habitat).

2.5.2.3. Productivité des pêcheries

Nous avons extrait une étude d'un audit sur les gains socio-économiques liés à la pêche, réalisée par le professeur Naito, de l'université de Mie (il a étudié, dans les années 90, les conséquences économiques de l'aménagement des zones de pêches avec des HA (Simard 1985). Les critères ont été évalués à deux niveaux : le premier niveau était économique et s'intéressait à la qualité et à la régularité des pêches, le second était plus social en lien avec la qualité du travail. Les résultats ont montré que les poissons pêchés sont plus variés que sur une zone non aménagée en HA et leurs temps de séjours sur la zone sont plus longs. Les zones construites à proximité des ports de pêches réduisirent les temps de pêche ainsi que la consommation de carburant et surtout les risques liés à la navigation. Enfin, les horaires de travail sont devenus plus réguliers et la fraîcheur des produits améliorée (donc la valeur des prises). En conclusion, cette étude montrait que la hausse des recettes et la baisse de l'effort de pêche entraînait une hausse de la productivité des entreprises grâce à la mise en place des HA.

2.5.3. Impacts sociaux

Nous présenterons dans ce chapitre des résultats issus de travaux universitaires ainsi que des enquêtes réalisées sur le terrain. De même que pour les études économiques, ces résultats ne permettent que de donner quelques exemples des impacts sociaux des HA.

2.5.3.1. Enquêtes relatives à l'amélioration de la qualité de vie des pêcheurs

Le professeur Chii, de la faculté des sciences de l'éducation de Kanazawa, proposait une analyse sociologique des conséquences de l'aménagement en HA (traduction de Simard 1989). Il s'est intéressé aux relations entre les pêcheurs et les zones aménagées en HA. Dans les années 60, les pêcheurs de l'île de Numajima, préfecture de Hyogo, devaient poser leurs lignes au large de la côte de Wakayama (loin et dangereux). Depuis l'installation d'HA dans les années 80, les pêcheurs ont pu se reconverter dans la pêche aux filets maillant et aux lignes, à proximité des fonds aménagés près de l'île.

L'enquête réalisée auprès des 43 foyers de pêcheurs de l'île donnait les résultats suivants :

Effet social des HA	Temps de travail (Nbre personnes interrogées)	Revenu du foyer (Nbre personnes interrogées)
A baissé	14	7
A augmenté	12	23
N'a pas changé	17	22

Tableau 11 : Résultats de l'enquête du professeur Chii (traduction Simard 1989)

En moyenne, l'étude du suivi des pratiques a permis d'affiner les réponses des interviews. Les pêcheurs utilisant le filet maillant travaillent de 150 à 180 jours / an et ceux qui pratiquent la pêche à la ligne 200 à 280 jours après la pose des HA. La moyenne était de 250 jours avant la pose.

Les raisons de ces résultats sont imputables à la rationalisation du travail (12 personnes interrogées), à la présence d'HA (12) et enfin à l'augmentation de l'effort de pêche (6). Les HA ont également permis de diminuer l'inquiétude des familles quant aux risques du métier pour 25 foyers (sans effet pour 4, et augmenter l'inquiétude pour 9 foyers mais dont les pêcheurs travaillaient seuls).

D'un point de vue économique, Chii notait également que globalement les débarquements de pêche s'étaient stabilisés. Mais il soulignait également que « la mise en place des HA s'est accompagnée d'une importante réflexion par les pêcheurs au niveau de la gestion du site. On ne peut imputer ces améliorations de la vie aux seuls HA, il s'agit d'un maillon de l'ensemble des mesures prises pour favoriser l'amélioration de ce métier ». Cet aspect est important car en devenant gestionnaire d'un territoire dont ils sont les responsables (ils payent une partie et mettent en place les plans de gestion des sites créés), l'évolution culturelle des pratiques est importante.

Les HA ont permis de faire prendre conscience aux pêcheurs que la ressource n'est pas un « puits sans fond » mais qu'ils doivent gérer le milieu pour avoir des ressources stables (Simard 1996).

2.5.3.2. Enquêtes de perception de l'effet « habitat artificiel »

Cette enquête, jamais publiée, a été réalisée par François Simard en 1990 auprès de 40 coopératives de pêcheurs sur l'ensemble du Japon. Les résultats enregistrés sur le terrain montraient que pour les pêcheurs les HA ont créés :

- Une augmentation générale des ressources : 77% pensent que Oui / 33 % Non,
- Une fidélisation des poissons cibles sur les zones aménagées : 77 % pensent que Oui, 33 % Non,
- Une zone de frai : 57 % pensent que Oui, 43 % Non.

Ces indications (citées pour connaissance car bien trop sommaires) semblent indiquer que pour les usagers quotidiens, l'HA est un aménagement intégré à leur environnement dont les effets « concrets », pour l'amélioration du milieu et de leurs activités sont intéressants.

2.6. LE REPEUPLEMENT OU PACAGE MARIN : ENSEMENCER LA MER

Le repeuplement est historiquement lié à la politique volontariste de « fertilisation des mers » japonaise des années 60, pour répondre aux besoins alimentaires d'un pays en pleine expansion (Kitada et Kishino 2006). En outre c'est une des spécificités de la vision productiviste de la mer, où, là encore, le Japon est de loin le leader mondial.

2.6.1. Définition du « *saibai gyogyo* » ou pacage marin

Il est souvent désigné sous le terme anglo-saxon de *marine-ranching*. Si l'on se réfère au dictionnaire trilingue d'océanologie la traduction en français du terme *saibai gyogyo* ou « *sea-farming* », se rapprocherait de la mariculture. Ce terme désigne la culture de plantes et l'élevage d'animaux en milieu marin (formé de « mari- » du latin *mare* « mer » et de -culture). Le terme de *saibai gyogyo* se rapprocherait plutôt d'une mariculture extensive ou du pacage marin, dont la définition est « méthode qui consiste à lâcher dans le milieu naturel, après élevage, des juvéniles d'espèces migratrices ou sédentaires qui utilisent, pour leur croissance, les ressources de la mer, et ce en vue de les capturer ultérieurement en des points de concentration naturels ou artificiels proches du lieu de lâcher » (Grand dictionnaire terminologique 2008). La finalité étant le « *marine (stock-)enhancement* » ou « fertiliser » la mer. Historiquement, le saumon est l'espèce à l'origine de cet outil avec la « Tanegawa » = « rivière de saumons », inventée par le samouraï Aoto.

2.6.1.1. Organisation

Son organisation pratique s'appuie sur la FRA qui a intégré en 2003 la « Japanese Sea-Farming Association » (JASFA) en renforçant le « *National Center for Marine stock enhancement* ». Cette réorganisation a eu pour effet de réduire les effectifs de l'ex JASFA et de diminuer le contrôle et la gestion nationale du repeuplement. Depuis cette réforme, une association la « *Zennokoku Yutakana Umi Zukuri Suishin kyouryoku Kyokai* », *National Association for the Promotion of Productive Seas* gère pour la FRA le suivi des projets. Les données numériques présentées dans ce rapport sont extraites du document annuel édité par cette association en 2007 (<http://ncse.fra.affrc.go.jp>).

2.6.1.2. Les espèces repeuplées

Environ **90 espèces** peuvent être produites pour le repeuplement au Japon. Les grands projets de *marine-ranching* concernent principalement 34 espèces de poissons, 12 espèces de crustacés, 25 espèces de coquillages et 8 autres espèces (Fisheries Research Agency 2008). La plupart sont des « juvéniles artificiels », cultivés en aquaculture et relâchés en mer, mais quelques-uns (et de plus en plus exclusivement) sont issus de reproducteurs naturels ou collectés au stade de larves en mer pour être relâchés une fois pré-grossis (Kitada et Kishino 2006).

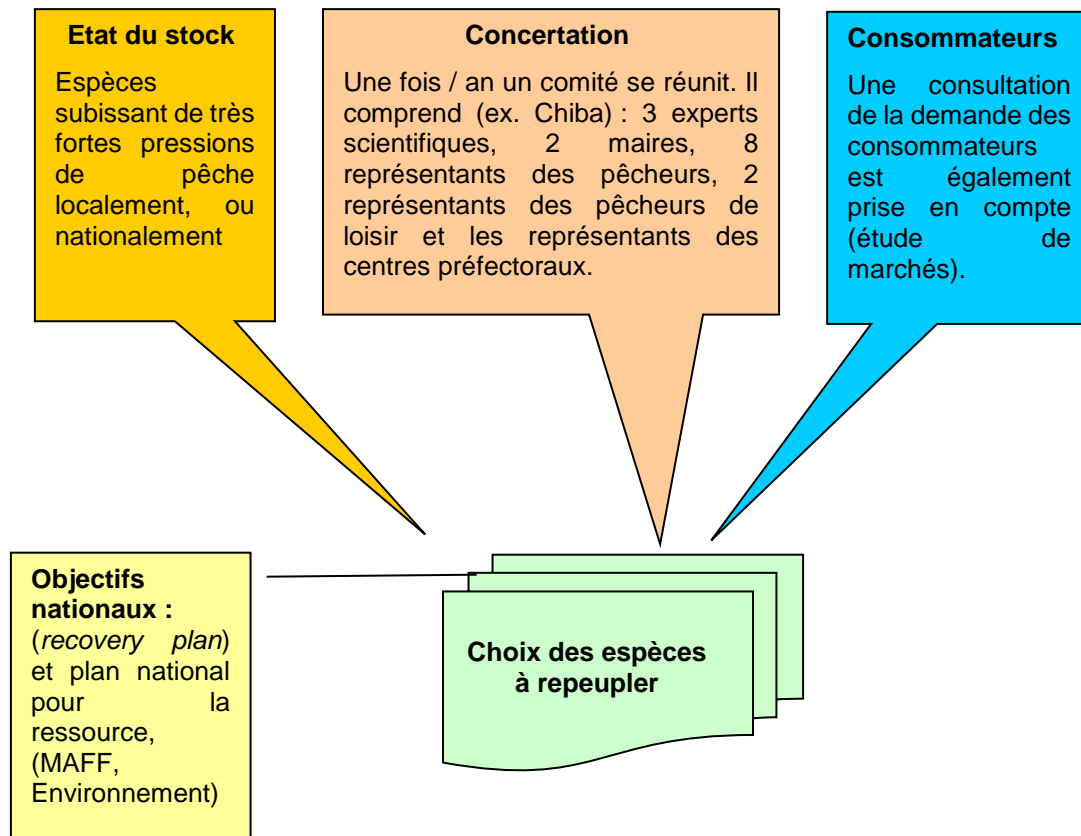


Figure 26 : Sélection des espèces cibles pour le repeuplement (MAFF 2007)

Les quantités d'individus juvéniles ciblés par la pêche et repeuplés en milieu sauvage après élevage en 2004 étaient de 20 milliards. Elles font du Japon le premier pays pour ce type de projet.

2.6.2. Quelques résultats

Le rapport entre volume des captures d'adultes et quantité des alevins ou des larves participant au repeuplement est fonction des espèces. Les taux constatés de captures varient entre 3 et 20% des repeuplements pratiqués. En prenant l'exemple de la préfecture de Chiba et du centre préfectoral :

- Le taux de recapture de la daurade rose dans la préfecture de Chiba depuis 1985, est estimé à 10 % en moyenne (daurade rose « repeuplée »). Localement ce taux peut atteindre un maximum de 17,7% (commune de Chihua en 2005, source laboratoire préfectoral de Chihua, président M Sinuzi, février 2007).
- Pour la barbue, il est de 5 % depuis 1992.
- Pour l'ormeau, il est de 10 % depuis 1985.

Le saumon est de loin l'espèce ayant le plus bénéficié des opérations de repeuplement. Avec 1,8 Milliards de saumons relâchés en 2005, pour un retour de 70 millions de poissons pêchés (4% de retour en moyenne), le Japon a fait de cette espèce une des bases de l'économie halieutique du Nord (Fisheries Research Agency 2008). L'île d'Hokkaido, au nord du Japon, est traditionnellement le terrain le plus favorable à la pêche du saumon repeuplé, avec 5,5% de retours.



Figure 27 : Les étapes du repeuplement en saumon au Japon, de la capture des adultes à l'entrée des fleuves, à l'élevage en éclosérie à terre, jusqu'au réensemencement en mer des juvéniles avant un nouveau cycle quadri annuel, source www.salmon.affrc.go.jp/zousyoku/

2.6.3. L'effort de responsabilisation des pêcheurs dans la gestion du repeuplement

En relâchant les juvéniles, les pêcheurs se disent plus respectueux des quotas et des règles de taille car ils nous ont confié qu'ainsi, concrètement, ils prennent conscience de la croissance des espèces cibles. Le système de gestion mis en place par certaines préfectures, avec les pêcheurs, est basé sur une culture en assolement triennal. Les coquillages sont semés sur une parcelle la première année, puis sur la suivante la deuxième année et enfin sur une troisième. La quatrième année on récolte les coquilles semées dans la première parcelle, la production est restée régulière depuis. Le « pillage » des zones est ainsi évité.

2.7. BILAN D'EXPERIENCE SUR LE JAPON

La dynamique engagée au Japon est difficilement appréciable depuis la France, car il s'agit d'un véritable projet de société. En effet, la gestion des ressources halieutique s'attache à une valeur nationale : la pêche. La dépendance alimentaire et socioculturelle en produits de la mer est très forte, les enjeux de la filière halieutique sont donc prioritaires. Dans ce cadre, la politique des pêches instaurée en 2001 s'est fixée pour objectif un taux d'autosuffisance de 65% en 2012. Pour y parvenir, l'avenir de la pêche dépend de l'accès et de la conservation de la ressource. Afin de les préserver, les mesures sont nombreuses, celles sur la gestion des ressources sont de deux sortes : les TAC et quotas et la mariculture extensive (*marine ranching*). Il s'agit véritablement d'un projet global de gestion de la bande côtière en vue d'augmenter les productions marines. Les coopératives de pêche y jouent un rôle central, et ont l'initiative des projets, accompagnées et guidées au niveau national par l'Agence des Pêches (et le JIFIC) qui assure la coordination et l'aménagement cohérent des programmes d'amélioration des fonds de pêche (programme doté pour la période 2007 à 2008 de 602 millions d'€ (*National Statistics of Japan Ministry of Internal Affairs*, 2008). Comme le souligne Kitada (spécialiste de la mariculture extensive, com. pers. 2007), il est important de définir et valider en amont du projet avec les pêcheurs l'objectif et donc la gestion de l'HA : pêche d'adultes, aire de ponte, aire d'accueil de juvéniles, restauration des fonds... L'intérêt des opérations d'aménagement en HA est un acquis dans

toutes les coopératives et pour les pêcheurs enquêtés : « sans le repeuplement et les récifs, nous n'aurions plus de poissons aujourd'hui » nous a confié Nakamura, le président de la coopérative d'Ishima (741 membres 1 135 navires), après 50 ans d'activité professionnelle en mer (Pioch 2007a). Universités, laboratoires préfectoraux ou centres de recherche sont organisés en réseaux actifs auprès des pêcheurs, premiers concernés.

Evidemment on ne peut ignorer les critiques, notamment au vu des financements ou de l'aspect d'aménagement physique d'un espace « naturel » (« bétonner la mer »), ni les échecs (entre 10 et 20% de projets inefficaces), inévitables lorsqu'on traite du vivant. Mais ce qui est indéniable, c'est la remarquable stabilité des débarquements de la pêche côtière japonaise, en moyenne 1,5 millions T / an depuis une dizaine d'années, soit le 1/3 de la production des captures sauvages totales en 2005 (F.A.O 2008). En outre, il faut toujours considérer cette réussite dans un système qui repose sur un socle historique et socioculturel très attaché à cette « valeur » pêche. Les systèmes institutionnels ont mis en place un processus permettant de créer des droits sur un territoire où la ressource, patrimoine national, est gérée par un mariculteur. C'est peut-être pourquoi, dans un tel système, le Japon est, et restera à l'avenir, le pays au monde le plus avancé dans la recherche, l'expérimentation et l'application à grande échelle de techniques de mariculture extensive côtière.

On peut parler d'une application de la GIZC (ou de l'EAF) réussie, avec un système proche des acteurs (pêcheurs), où le politique (à l'écoute de la demande sociale en produits de la mer) a su mettre en place des outils conçus par une filière technico-scientifique structurée, afin de conserver et gérer la ressource et les activités qui en dépendent. On voit bien que l'usage exclusif des zones côtières par la pêche a permis une application efficace de cette gestion, tandis qu'ailleurs dans le monde, le jeu multi-acteurs / multi-usages freine son développement. En cela l'expérience japonaise doit nous éclairer sur les outils et les solutions mises en place, mais nous devons les transposer à nos contextes géo-systémiques.

« La mer est un milieu plus fertile que la terre mais tout le savoir, c'est de la féconder » Professeur Hiroshi Kakimoto.

3. L'EXEMPLE PORTUGAIS EN MATIERE DE GESTION DES RESSOURCES COTIERES AVEC DES HABITATS ARTIFICIELS

En suivant la démarche et la technologie japonaise sur le plan écosystémique, le Portugal a su développer avec succès depuis moins de 20 ans l'aménagement intégré des côtes de l'Algarve avec des HA de production. En outre, le socio-système du secteur de la pêche côtière est important et structuré ce qui le rapproche des valeurs fondamentales du Japon pour ce secteur. En effet, il est riche d'une histoire maritime mondiale forte, tant au niveau des conquêtes de territoire qu'au niveau de la pêche (commerce, technique, culture). Enfin, l'expérience menée au Portugal, permet d'appréhender des résultats au sein d'un contexte politique et technique encadré par les institutions et les critères de l'Europe.

Nous allons, après avoir présenté brièvement le secteur de la pêche portugaise, décrire les objectifs, les moyens et un bilan de la politique d'aménagement en HA à vocation halieutique portugais.

3.1. LE CONTEXTE HALIEUTIQUE PORTUGAIS

Selon une étude diffusée par l'Institut National de Statistique du Portugal (INE), l'activité des pêcheries en termes de valeur ajoutée brute (VAB) nationale est passée de 0.8% à 0.3%, entre 1986 et 2006. Ces chiffres très faibles ne doivent pas masquer la grande importance du secteur pêche dans sa dimension culturelle et sociale, avec en particulier son impact régional et local sur de nombreux villages de pêcheurs. De plus, les produits de la mer représentent 14% des dépenses alimentaires des portugais et fournissent 23% des apports en protéines animales. Le Portugal, avec 942 km de côtes, bénéficie d'une zone économique exclusive (ZEE) de 1 700 000 km².

Les raisons évoquées pour expliquer la forte chute des débarquements sont l'épuisement des stocks, l'imposition des quotas de production, et la mise en place des ZEE qui l'a privé de territoires de pêche lointaine.

Plus grand pays d'Europe consommateur de produits de la mer (41 kg/an/habitant en 2002), le Portugal doit compenser sa production par des importations croissantes (954 millions d'euros en 2005, selon le Ministère de l'Agriculture, des Pêches et des Forêts).

3.1.1. La pêche portugaise

La flotte portugaise comptait environ 8 700 navires en 2006; c'est la quatrième flotte nationale dans la Communauté Européenne en nombre de navires. En tonnage, avec environ 106 800 GT, la flotte portugaise occupe la cinquième place. Quelques 1 170 unités sont immatriculées dans les régions ultrapériphériques des Açores et de Madère. La flotte du Portugal continental compte environ 6 500 navires d'une longueur inférieure à 12 mètres.

En 2004, 10 089 navires étaient enregistrés, soit près de 10% de moins qu'en 1998 (source FAO).

La plus grande partie de la flotte (87% des navires en 2004) est composée de navires de moins de 5 tonnes, représentant 8% des débarquements totaux. Ces navires équipés de lignes, filets maillants et nasses, pratiquent une pêche polyvalente, généralement sur des produits à forte valeur ajoutée. La pêche côtière compte 13% des navires mais 93% du tonnage total.

Quant aux navires polyvalents, senneurs et chalutiers, ils opèrent plus loin des côtes, et même parfois en dehors de la ZEE.

La pêche lointaine a considérablement diminué depuis 1998 suite à l'arrêt des accords de pêche avec le Maroc (alors 2^{ème} plus grand territoire de pêche au large pour le Portugal) et les renégociations des accords avec la Mauritanie. Après 7 ans d'interruption, un nouvel accord devant entrer en vigueur en mars 2006 a été signé entre l'Union Européenne et le Maroc. En 2004, la pêche dans les eaux internationales représentait 59 navires et 15 % des débarquements.

3.1.2. Les débarquements

Les principales espèces débarquées en 2004 étaient la sardine (37% en volume et 13% en valeur), le maquereau (9% en volume et 1% en valeur) et le chinchard (8% en volume et 8% en valeur). Les mollusques représentaient 12% des débarquements totaux en volume mais 22% en valeur, et les crustacés 0,6% en volume et 5% en valeur.

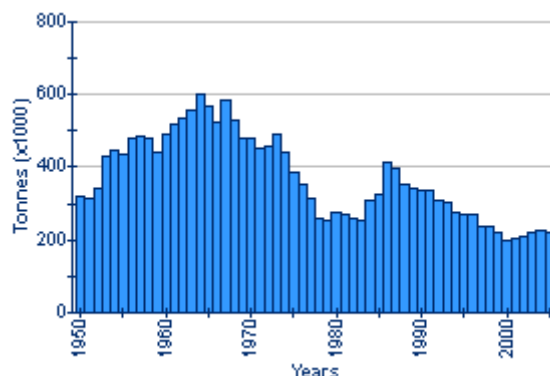


Figure 28 : Pêche de capture au Portugal (source : statistique des pêches de la FAO (F.A.O 2008))

3.1.3. Le développement du secteur

Depuis l'entrée du Portugal dans l'Union Européenne, des mesures ont été introduites par la Politique Commune des Pêches (PCP) pour adapter la flotte portugaise et préserver les ressources marines. La modernisation de la flotte ainsi que l'ajustement des capacités et efforts de pêche ont été engagés à travers un Plan d'Orientation Pluriannuel IV (1997-2001), et le programme MARES¹ (2000-2006).

Le programme MARE est un instrument financier proposant 6 thématiques d'investissement pour réorienter l'ensemble de la filière halieutique :

1. l'ajustement de l'effort de pêche
2. le renouvellement et la modernisation de la flotte
3. la protection et le développement des ressources marines, de l'aquaculture, des équipements portuaires, de la transformation et de la vente
4. Recherche : de nouveaux marchés, projets pilotes, fermetures temporaires et compensations...
5. la promotion de la compétitivité des industries de pêche, d'aquaculture et de transformation
6. l'assistance technique

Parce que le secteur des pêches au Portugal reste prioritaire son organisation interne est très structurée.

¹ Between 2000 and 2004, around US\$ 190 million were invested in the fisheries sector, 14% from government, 32% private sector and 54% from EU. And US\$ 100 million was invested in restructuring the national fishing fleet, corresponding to 53% of the total investment made in the fisheries sector. National investments were around US\$ 27 million.

3.1.4. L'organisation du secteur

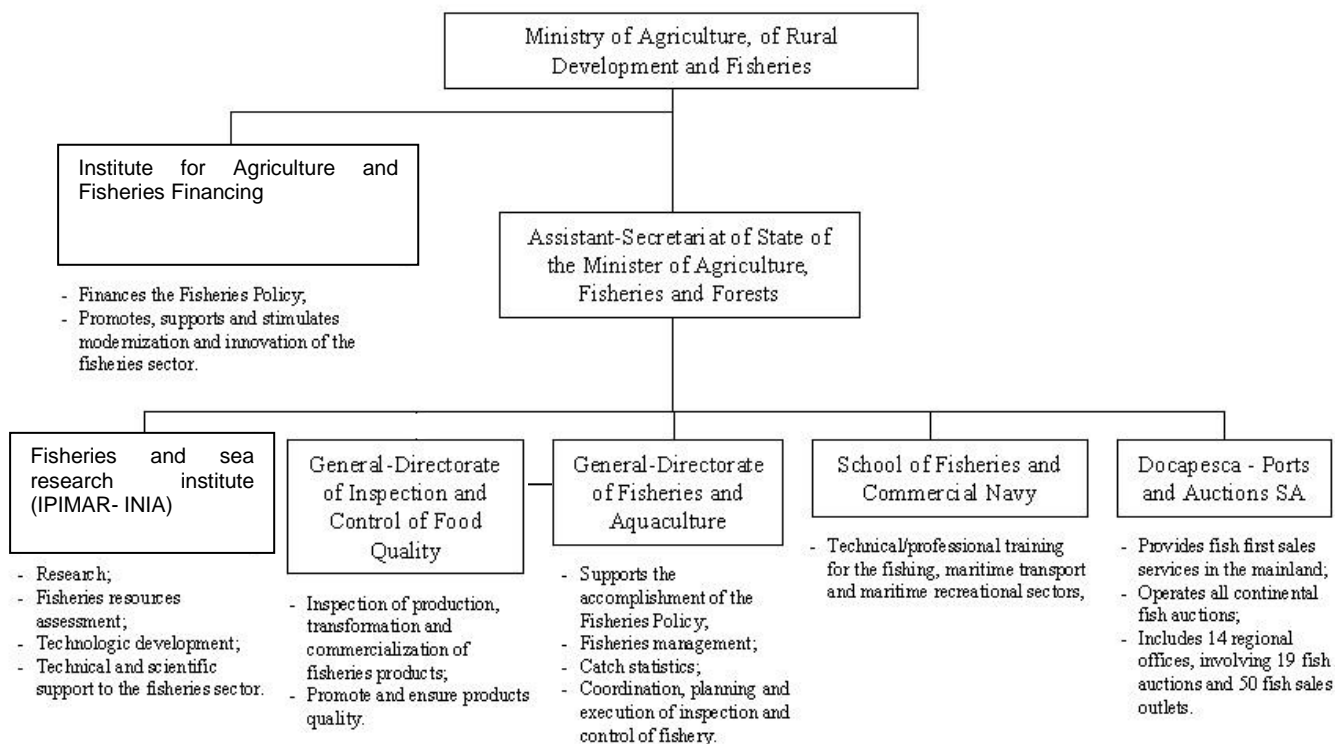


Figure 29 : Schéma de la gouvernance portugaise des pêches (FAO 2006)

La Direction Générale des Pêches et de l'Aquaculture (DGPA) est la principale institution responsable de la gestion des pêches, sous la dépendance du secrétaire d'état des pêches et le Ministère de l'Agriculture, du développement rural et des Pêches.

L'Institut National des Ressources Biologiques en Agriculture et Pêche (INIA-IPIMAR), ainsi que les organisations de producteurs et associations de pêcheurs, sont consultés et ont un rôle de conseil dans les prises de décisions.

L'IPIMAR est également responsable de l'évaluation des stocks au sein du Conseil International pour l'Exploration des Mers (ICES), de l'Organisation des Pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (NAFO) et de l'ICCAT. L'INIA-IPIMAR utilise des informations collectées pendant des campagnes de recherche et dans les ports de pêche, ainsi que les statistiques de la DGPA pour les propositions sur des mesures techniques de gestion des stocks. En terme de direction des recherches liées à la mer et à la pêche, le directeur général de l'IPIMAR était, avant 1989, issu du monde politique ou scientifique, nommé par le ministère des pêches. Après une thèse remarquée, Carlos Costas Monteiro fut le premier directeur général issu de l'institut, formé sur le terrain aux sciences halieutiques en lien avec l'observation de la nature et des connaissances des pêcheurs artisanaux. Le choix politique du Portugal d'aménager les zones côtières en HA à vocation halieutique s'est basé sur un projet pilote conçu par l'IPIMAR. Suite aux résultats biologiques et socio-économiques positifs de ce projet le gouvernement Portugais, à l'initiative des pêcheurs, s'est lancé dans un plan d'aménagement et de gestion halieutique des zones côtières (développement économique régionale). C'est cette expérience et ses résultats que nous traiterons dans les chapitres suivants.

3.2. DE LA THEORIE A LA PRATIQUE : LE LANCEMENT D'UN PROJET PILOTE DE DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES MARINES

C'est en réponse aux problèmes de gestion des ressources et des écosystèmes, de baisse des ressources côtières et de la production des pêcheries qu'en 1989 le gouvernement portugais confia à l'IPIMAR (institut portugais de recherche halieutique et marine) via son centre régional en Algarve CIMSul l'organisation d'un programme pilote (Santos et Monteiro 1997). L'un de ces projets pilotes fut l'aménagement des fonds marins avec des habitats artificiels. L'objectif de ce projet était la recherche d'outils de gestion intégrée des ressources côtières (Monteiro et Santos 2000).

3.2.1. Un projet d'aménagement pilote pour le secteur de la pêche portugaise

Les habitats artificiels étaient, à la fin des années 80, un objet d'étude nouveau pour le monde scientifique européen. Connus depuis le 17^e au Japon, la première expérience européenne datait de 1968, à Palavas les Flots (Doumenge 1968).

Après plusieurs colloques internationaux et publications scientifiques sur la question (notamment le Bulletin of marine science Vol 37 (N°1), Vol 44 et Vol 55, conférences internationales Newport Beach 1983, Marseille 1985, Miami 1987) le gouvernement portugais, via son organisme technico-scientifique de la pêche et de la mer l'IPIMAR et en partenariat avec les pêcheurs, décida en 1990 de créer un projet pilote expérimental afin d'appréhender, dans un contexte portugais, le potentiel des habitats artificiels (Santos 1996b).

3.2.1.1. Un projet mené sur la base de l'approche japonaise

Le projet pilote qui a été initié en 1990 au Portugal résulte de la convergence de connaissances scientifiques et des travaux mondiaux notamment Japonais. La connaissance scientifique s'appuya tout d'abord sur le déterminisme du recrutement des peuplements littoraux exploités de l'Algarve suivant une approche écosystémique : Monteiro, C.C., (1989) Doctorat d'Ecologie à Montpellier « La faune ichtyologique de la lagune Ria Formosa (Sud Portugal) Répartition et organisation spatio-temporelle des communautés: application à l'aménagement des ressources ». Cette thèse permit, d'une part de vérifier la contribution favorable des lagunes à la production halieutique du littoral adjacent (Amanieu et Laserre 1981) et d'autre part de généraliser, de valider, de compléter et surtout d'appliquer des résultats obtenus par ailleurs dans d'autres régions géographiques (Aliaume *et al.* 1993). L'étude de terrain consista à visiter un site expérimental inspiré de la technologie japonaise, réalisé par la région Languedoc-Roussillon. Ce projet a été conçu grâce à la collaboration de François Simard de la SFJO¹ spécialiste des habitats artificiels japonais et à une mission d'étude bibliographique réalisée en 1982 au Japon. Cette mission de terrain a permis de recueillir puis de traduire plusieurs documents fondamentaux de la technologie japonaise des fonds marins (Simard 1983). Ces documents décrivaient l'organisation d'un projet d'aménagement en habitats artificiels et présentaient également différents types d'habitats artificiels. Après étude et analyse notamment sur le point technique, une série de cinq aménagements en habitats artificiels de type japonais a été organisée en Languedoc Roussillon, dans le cadre de projet PIM, sous la direction de Luc Hardy au sein du futur CEPALMAR. (voir ci-après)

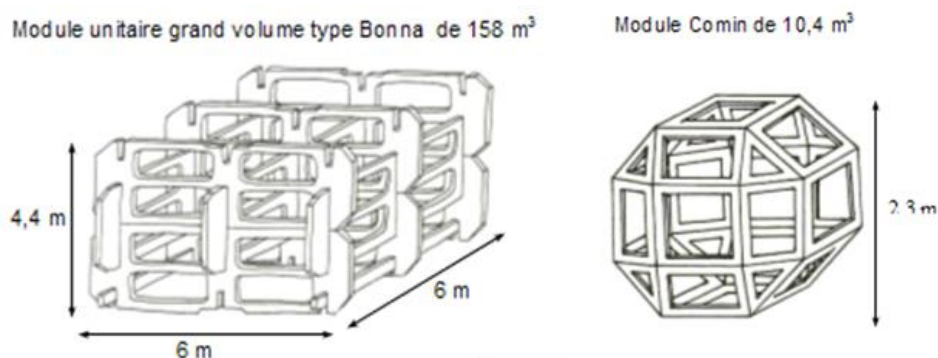


Figure 30 : Modules japonais fabriqués et immergés en Languedoc-Roussillon (Pioch 2004)

¹ SFJO : Société Franco Japonaise d'Océanographie

C'est sur la base de ces études de faisabilité et de conception puis de réalisation du projet languedocien que l'IPIMAR formalisa son projet pilote, et les types d'habitats artificiels adaptés au site Portugais.

3.2.1.2. Planification de l'aménagement

Ce projet se présente sous la forme de deux territoires Olaho à l'Est et Faro à l'Ouest, organisés en quatre sites aménagés sur des fonds sableux, dans une même aire géographique au sud du Portugal, dans la région de l'Algarve à proximité d'un secteur à fort potentiel naturel en juvéniles et en ressources trophiques (lagune côtière) et de tradition halieutique (2% de la population régionale travaillant dans le secteur pêche (Ramos 2007) dans la zone de la Ria Formosa (voir carte ci-après) ;

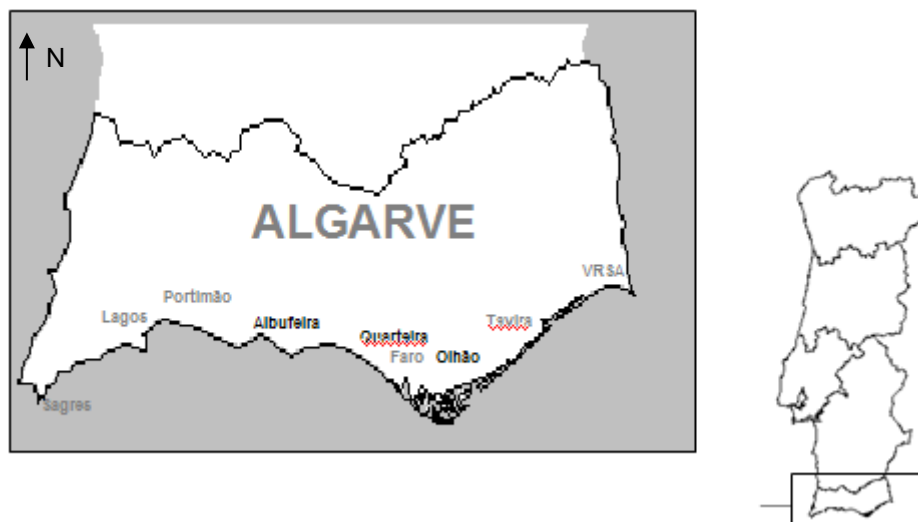


Figure 31 : Site pilote d'habitats artificiels de Faro (1990), Algarve, Sud du Portugal (Santos et Monteiro 1997)

Les deux premiers sites réalisés furent créés en 1990 à respectivement 2 et 3 km au large du village de Faro (immersion le 30 octobre 1990) en tant que projet pilote au sein du plan intégré de développement régional (PIDR).

Fort de cette première expérience, une deuxième phase d'aménagement plus vaste débuta en 1998. Notons que les projets réalisés étaient également le fruit des échanges actifs au sein du réseau Européen de réflexion sur les habitats artificiels (EARRN 2008), ainsi que des avis des meilleurs spécialistes, non seulement européens mais aussi japonais et américains (colloque organisés par l'EARRN, Ancona en 1996, San Remo en 1999) (com. pers. Monteiro, 2008). Durant cette première phase d'aménagement d'habitats artificiels d'exploitation, un troisième et un quatrième site ont été installés en 1998 entre 2.6 et 4.8 km au large du village d'Olaho. Ces projets bénéficièrent d'un cofinancement Européen, avec l'instrument financier et d'orientation de la pêche (IFOP) et du ministère des pêches. Tous ces programmes furent développés avec les pêcheurs (objectifs de pêche, choix des sites), sous la responsabilité de l'institut de recherche et d'étude halieutique de la mer portugais (IPIMAR), via la station régionale de l'Algarve la CRIPSul.

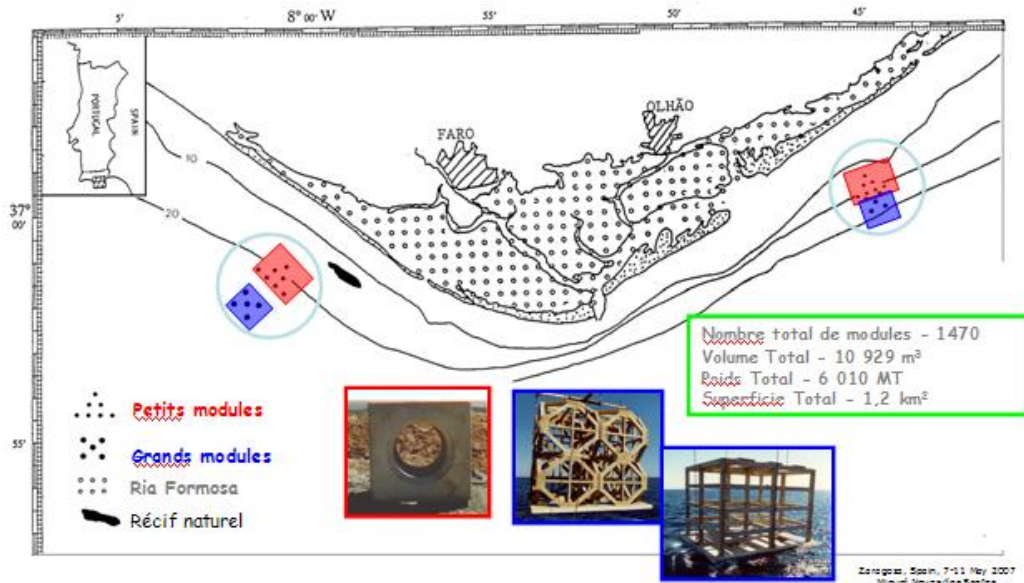


Figure 32 : Trois différents types de récifs artificiels et leurs sites d'implantation (Santos 2007).

Ainsi, suite au projet expérimental de 1990 d'Olhão/Faro, en 2007 l'aménagement intégré de l'Algarve s'étendait sur près de 43,5 Km² avec 7 sites, pour un montant total d'investissement de 8 millions d'€. Les résultats écologiques et socio-économiques sont présentés dans les chapitres suivants.

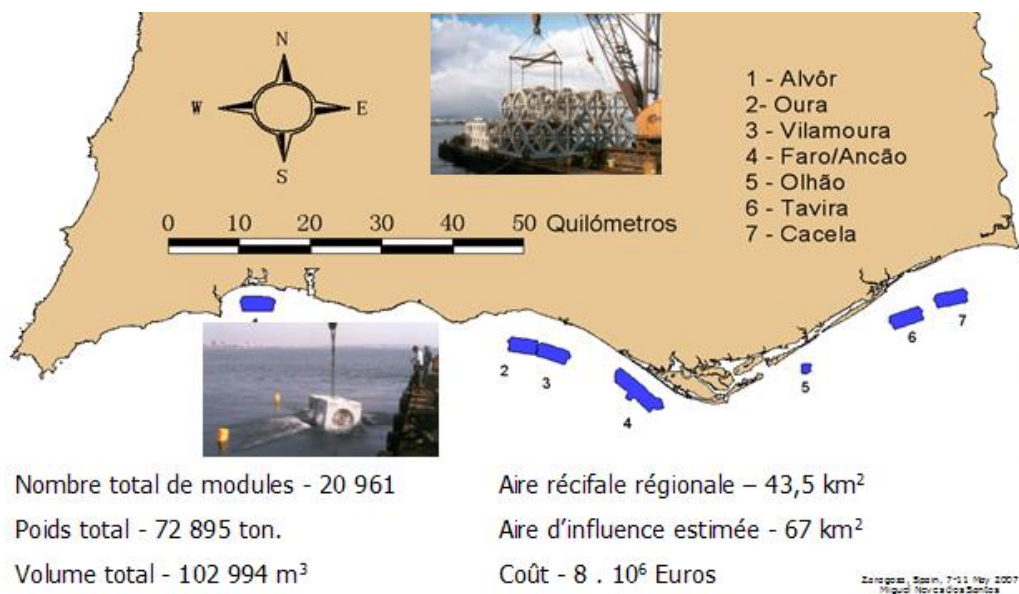


Figure 33 : Zones de développement économique régional aménagées en habitats artificiels (Santos 2007)

Ces sites ont été installés par phases graduelles. Sur la base des résultats d'un projet pilote (1990), une première phase d'aménagement a été planifiée (1998 – 2001), puis une deuxième phase de plus grande ampleur (2002-2003). Cet aménagement intégré de la bande côtière se répartit en fonction des pêcheries locales, des usages et des données bio-physiques de la région de l'Algarve (voir schéma ci-après).

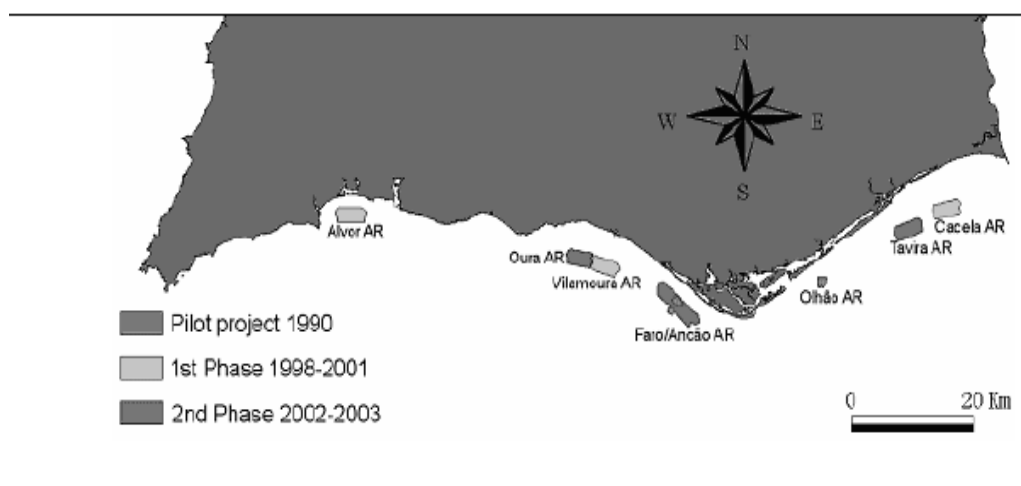


Figure 34 : Les phases d'aménagement en HA de la bande côtière de l'Algarve, d'un essai réussi, le « projet pilote » à un réseau de sites exploités par les pêcheries locales (Ramos 2007).

3.2.1.3. Les étapes du projet d'aménagement

On peut distinguer 4 grandes phases dans la démarche d'aménagement en HA au Portugal (com. pers. Monteiro). La première étape correspond à la formulation des objectifs du projet par les pêcheurs et les collectivités territoriales assistés par l'IPIMAR. C'est ensuite le contenu du projet qui est établi à partir des études préliminaires de terrain (paramètres biophysiques, types d'espèces cibles, catégories d'habitats), des usages. Enfin l'impact socio-économique et environnemental potentiel de l'aménagement ainsi que les éléments de sa gestion sont évalués.

La deuxième étape consiste à définir, sur la base des paramètres et de la demande identifiés, la mise en œuvre technique de l'aménagement. Cette phase technique est réalisée par des ingénieurs spécialisés (bureau d'étude).

La troisième étape consiste à valider le projet sur la base d'une expertise technico-juridique administrative (marine nationale, archéologie...), et technico-scientifique par les organismes publics en charge de la mer et de la pêche (IPIMAR-INIA, services environnementaux). A l'issue de cette phase de contrôle et d'expertise réalisée par des organismes publics, le projet est validé.

Enfin, la quatrième et dernière étape, correspond à l'immersion des modules réalisée par une entreprise privée. Le contrôle et la validation de la pose et de l'organisation des modules sont réalisés par l'IPIMAR (organisme public). Enfin, le suivi scientifique du site est assuré par des scientifiques, suivant un protocole standardisé et répliqué sur chaque site. Ce protocole permet de disposer d'une base de données et d'éléments de références pour évaluer et capitaliser l'expérience de chaque projets (amélioration des études et des expertises scientifiques, données biologiques à l'échelle nationale, définition d'indicateurs de performance)

3.2.2. Objectif principal : maintenir et développer la pêche durablement sur le plan écologique et économique

L'objectif principal du projet pilote s'inscrit dans une volonté de soutien à la pêche par le maintien des ressources marines. Pour cela la création des habitats artificiels a été guidée suivant deux fonctions écologiques principales. La première sur des sites peu profonds avec de petits abris, des RA dits de « protection = PR » est de fournir abris et nourriture aux juvéniles et aux espèces accomplissant leur cycle migratoire à proximité de la Ria Formosa. La deuxième est de fournir sur des sites plus profonds et plus volumineux, dits « d'exploitation = ER » des abris artificiels à des poissons adultes de grande taille.

Ces objectifs ne pouvant se faire dans le milieu naturel, car il n'existe pas de site rocheux naturel suffisant pour à la fois maintenir la pêche à un rendement important et permettre aux espèces de s'installer.

Les défis du projet pilote étaient de :

- Tester trois types différents d'HA à l'échelle des modules et au niveau de l'organisation spatiale des groupes d'habitats artificiels

- Evaluer l'impact des habitats artificiels au niveau écologique *sensu largo* et au niveau halieutique
- Etablir les moyens qui permettraient d'utiliser les HA comme outil de gestion pour le développement des ressources halieutiques
- Développer la multidisciplinarité dans le savoir faire de l'utilisation des HA et le faire savoir vers le grand public (Santos et Monteiro 2001).
- Créer sur un fond sableux, une ressource halieutique pérenne (une partie jouant le rôle de réservoir et l'autre de site d'exploitation expérimental)

3.2.2.1. Les pêcheurs, acteurs principaux du projet

Au départ ce projet était dédié au développement halieutique des ressources, sa conception a associé les pêcheurs professionnels aux différents stades d'évolution des études. La philosophie motrice étant de concevoir la gestion de zone côtière à travers un outil, l'habitat artificiel, avec ceux qui l'exploiteront. Pour cela la pêche sur la zone a été contractualisée à travers un accord entre les scientifiques et les professionnels (encadrement, réglementation, organisation). Ce pilote est avant tout un partenariat autour d'un projet, entre les scientifiques et les pêcheurs. Concrètement, ce sont les pêcheurs qui ont eu la responsabilité de désigner les responsables professionnels associés et représentant du projet. Tout ceci s'est décidé en consensus avec l'IPIMAR, et les expériences se sont déroulées avec l'accord et le concours des professionnels. Après quatre ans d'études et un bilan scientifique issu d'un suivi rigoureux, une réunion collégiale associant : pêcheurs, scientifiques, politiques et institutionnels a statué sur l'opportunité de développer le projet et de passer d'un pilote à une application à grande échelle (Ramos *et al.* 2007).

Après analyse et accord collégial, le projet a pris son ampleur actuelle, 40 km de côte Portugaise aménagée avec quatre sites d'habitats artificiels, deux de production et deux « réservoirs » halieutiques (du type « *No-take* » décrits par Seaman (2007)). Mais c'est également à ce moment là qu'une nouvelle dimension s'est greffée au projet, sous l'impulsion des politiques et des pêcheurs locaux. En effet, si les effets positifs des habitats artificiels étaient prouvés pour la pêche (donc leurs effets négatifs concrètement évalués) et la biodiversité (Richesse Spécifique et Diversité Spécifique) de nouvelles fonctions « bio-socio-économiques » ont été envisagées :

- L'aquaculture avec des filières en mer associées aux habitats artificiels
- L'écologie, l'effet réserve est exploité avec une analyse fine des potentiels en terme de biodiversité
- L'éco-tourisme, notamment en plongée, organisé par les pêcheurs professionnels lors des baisses saisonnières de pêche.

La conception a été coordonnée par l'IPIMAR avec les pêcheurs artisanaux côtiers de la Ria Formosa, très impliqués. Le montage technique et scientifique est assuré par l'IPIMAR, à la demande des pêcheurs. Le dossier est ensuite analysé par les services de l'Etat pour son contrôle juridique et réglementaire, (la validation et le contrôle scientifique étant de fait réalisés). Une fois les autorisations administratives obtenues, l'immersion est assurée par des entreprises privées, sous le contrôle de l'IPIMAR. Les suivis scientifiques sont obligatoires (Santos, 2007), les résultats sont centralisés et analysés par le laboratoire CripSul, de l'IPIMAR (donnant lieu à plusieurs dizaines de publications scientifiques). Actuellement tous les sites font l'objet d'un suivi délégué aux pêcheurs (désignés par leur communauté et contractualisés) encadré et analysé par les scientifiques, enrichissant les savoirs et l'expertise du Portugal sur le sujet (Santos 2007; Santos et Monteiro 2007).

3.2.3. Le choix environnemental du site pilote : une opération complexe répondant à des critères variés

Les raisons spécifiques du choix du site qui ont initié le programme et sa localisation dans le sud des côtes portugaises sont liées à plusieurs facteurs (Santos et Monteiro 2001):

- La proximité de 3 zones hautement productives dans la région (lagunes et estuaires)
- La relative pauvreté en substrat rocheux (habitats artificiels naturels)
- Une activité de pêche importante

- La nécessité de créer un outil de compensation et d'atténuation des effets de la pêche pour lui permettre d'être pratiquée durablement

3.2.3.1. Un site à fort potentiel halieutique naturel mais pauvre en habitat

Les systèmes estuariens et lagunaires (particulièrement ceux de la ria Formosa) ont des fonctions importantes de nurserie pour de nombreuses espèces exploitées en mer. Elles jouent un rôle important dans le maintien des ressources piscicoles (Lasserre 1975, Monteiro 1989). Mais les zones rocheuses naturelles sont faiblement représentées, les fonds meubles étant majoritaires. Elles sont pourtant importantes pour l'abri et donc la protection qu'elles offrent aux adultes mais surtout aux juvéniles durant leur phase d'installation, où se concentrent les pics de prédation. Enfin les zones rocheuses sont plus productives, notamment en production primaire.

3.2.3.2. La pression de pêche

L'accessibilité de la ressource et la forte croissance de la demande en espèces à forte valeur ajoutée benthiques et démersales ont entamé les ressources côtières (stocks d'espèces cibles de la pêche). Cet état de fait s'accroissant il est devenu nécessaire de trouver des alternatives ou des compensations pour atténuer les effets de la pêche. Avec cette notion sous-jacente au projet, le pilote a été réalisé pour comprendre l'applicabilité du déploiement d'habitats artificiels dans les eaux portugaises. L'objectif du développement des HA portugais est de développer et pérenniser l'activité pêche (Com. Pers. Monteiro 2008).

3.2.4. Organisation spatiale du site

Le site est organisé en quatre aires aménagées deux à deux. Chaque site comprend deux groupes de structures qui diffèrent par la taille des modules.

- Un groupe dédié à la protection et à l'accueil de juvéniles, qui est constitué de 735 petits modules en béton de 2,7 m³ distribués en 21 groupes ou amas de 35 cubes distants de 100 m, occupant une surface de 39 ha, à des profondeurs faibles (où la présence de jeunes poissons est plus importante) comprises entre – 15 et – 22 m (voir figure ci après).



Caractéristiques

Taille: 1.4m x 1.4m x 1.4m

Volume: 2,7m³

Poids: ± 3 MT

No. modules/ amas de récifs: 35

No. d'amas de récifs/ groupe de récifs: 3



Photo 6 : Modules dédiés à la protection et à l'accueil de juvéniles (photos IPIMAR)

- L'autre groupe est dédié à l'exploitation, il est constitué de 20 unités de 2 différents types de modules en béton de grande taille, l'un de 174 m³ et l'autre de 130 m³, distribués en 5 groupes de 4 habitats artificiels distants de 400 m, occupant une surface de 21 ha, à des profondeurs où la présence d'adulte est plus importante comprises entre – 25 et – 40 m (voir photos ci-après).

On comprend que la planification est fortement inspirée des expériences japonaises, mais quels sont les résultats dans un contexte Européen où la mer et les pêcheurs n'ont pas les mêmes approches socioculturelles ?

3.2.5. Méthode d'évaluation de l'effet « habitat » sur la faune ichthyologique

Les résultats peuvent s'apprécier d'un point de vue de la production biologique. D'après Galzin (1985) il n'existe pas de technique d'échantillonnage qui permette de recenser l'ensemble de la richesse spécifique d'un système récifal naturel. Pour obtenir un inventaire relativement précis de la faune ichthyologique d'un secteur défini, il est donc nécessaire de mettre en œuvre différentes techniques. Quatre techniques ont ainsi été mises en œuvre :

1. Inventaire visuel en plongée, suivant la méthodologie décrite par Harmelin et al. (transect de 6 mn)
2. Pêche au filet (technique locale) : une batterie de 100 filets de 50 m de long constitués de mailles de 80 mm à 40 mm, est ainsi déployée le matin deux heures avant l'aurore puis relevée après l'aurore par les pêcheurs locaux.
3. Pêche avec 18 nasses (type Covo et Murejona) appâtées au poisson (sardine) réparties au hasard dans l'habitat, et posées pendant 24 h.
4. Pêche à l'hameçon monté sur des palangres. Les 250 hameçons sont de tailles variées : N° 8, 10 et 12 et appâtés à la sardine. La pose se fait 3 heures avant l'aurore et la relève à l'aurore.

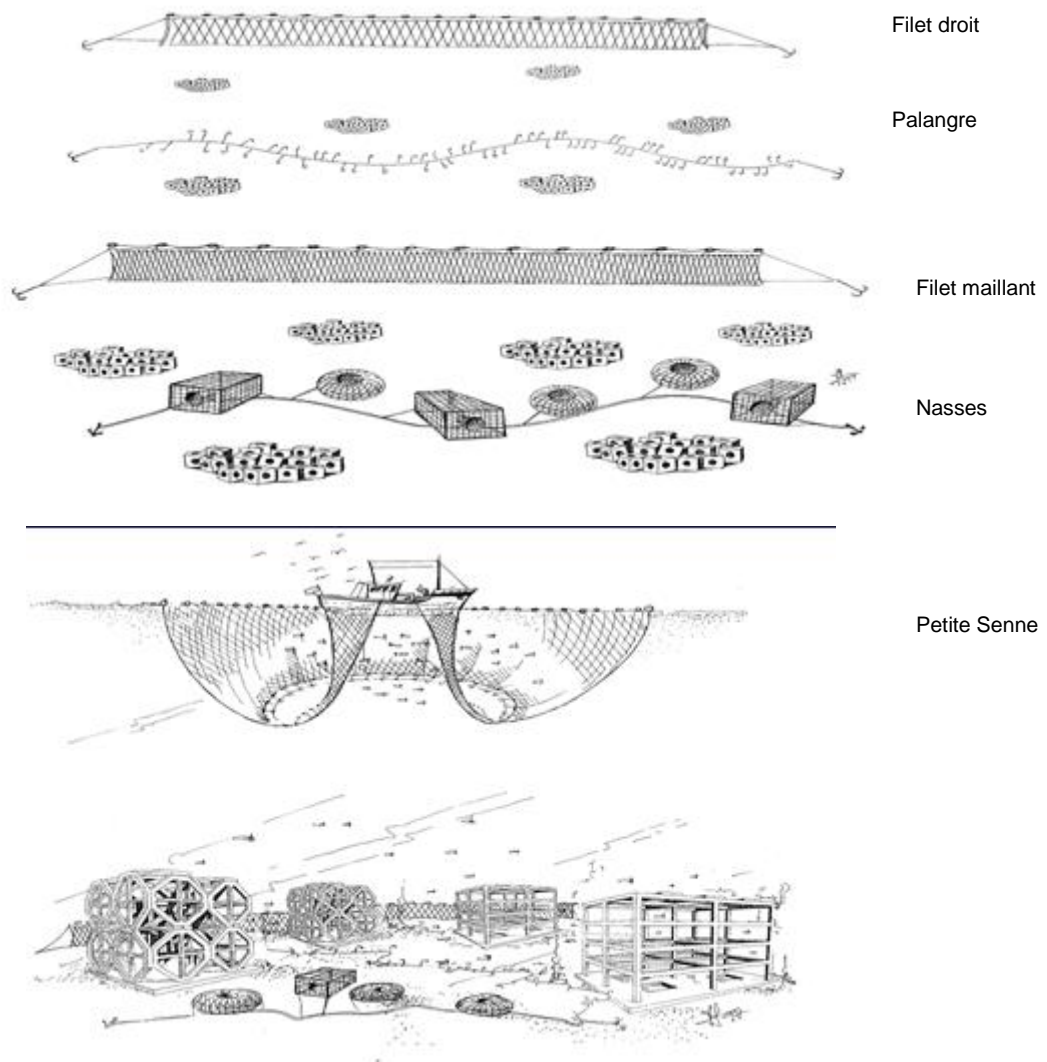


Figure 36 : Techniques de pêche employées sur les sites exploités (Santos 2007)

Tous les poissons sont ensuite pesés et mesurés puis regroupés par classe taxonomique. Ils sont également présentés selon leur statut écologique : pélagique, benthique et démersal.

A chaque échantillonnage réalisé sur les sites d'habitats artificiels, un échantillonnage dans les mêmes conditions techniques et biologiques, sur des habitats artificiels naturels témoins voisins de part et d'autre des RA, était réalisé. Il est important de signaler que les sites témoins ont été choisis pour leur similitude avec les sites artificiels : superficie de 11,3 ha, situé entre 1 et 2,5 milles de l'habitat artificiel à des profondeurs comprises entre 17 et 19 m. Enfin la hauteur de roche naturelle du site est d'environ 3 m, équivalente à celle de l'habitat artificiel.

3.3. IMPACT DES HABITATS ARTIFICIELS PORTUGAIS SUR LA GESTION DES ZONES COTIERES DEPUIS QUATORZE ANS

Cet impact a été étudié durant 14 ans par les équipes scientifiques de l'IPIMAR. Il présente la plus importante étude en Europe sur le sujet des habitats artificiels à vocation halieutique. Ses conclusions permettent d'appréhender les effets potentiels d'aménagements similaires dans des eaux et un contexte européen comparables.

3.3.1. Effets sur la structure socio-économique d'un territoire côtier

Pendant 14 ans les habitats artificiels portugais ont fait l'objet par l'IPIMAR en tant que projet expérimental pilote, d'un suivi et d'études rigoureuses, afin de valider ou d'écarter les possibilités concrètement obtenues avec cet outil d'aménagement des côtes. Sur le plan socio-économique une vaste étude fut engagée par Jorge Ramos, Miguel N. Santos, David Whitmarsh et Carlos C. Monteiro (Ramos *et al.* 2007).

Plus de 44 acteurs ont été sondés, issus de 6 groupes représentant les pêcheurs professionnels, les pêcheurs de plaisance, les plongeurs, les administrations de la pêche et de l'environnement, des biologistes et sociologues et les représentants locaux de la pêche et de l'environnement. Les résultats obtenus ont permis d'identifier les principaux enjeux impactés, et de les utiliser comme indicateurs de succès ou d'échec du projet. Les impacts environnementaux ont recueilli le plus d'avis positifs, tandis que les impacts économiques et sociaux ont soulevé des avis plus contrastés.

La côte d'Algarve, au Sud du Portugal, est une région importante pour la pêche. En effet, une partie importante de la population dépend de cette activité (en 2003, on dénombrait 3 500 pêcheurs), et les prix des poissons sont en moyenne parmi les plus chers du marché national pour de nombreuses espèces pêchées. Les activités de pêche de plaisance et de plongée occupent une place importante dans la région d'Algarve.

Les habitats artificiels sont l'une des mesures envisagées pour compenser les erreurs d'exploitation commises dans le passé.

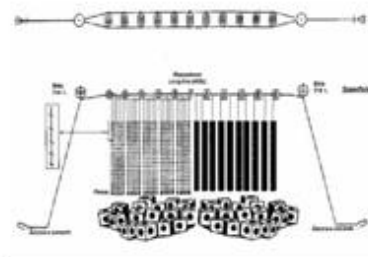
Après le succès du projet pilote d'habitats artificiels (Santos et Monteiro 1997; Monteiro et Santos 2000), il a été décidé de reproduire l'expérience à une plus grande échelle sur le site le plus sableux de la région. Les habitats artificiels, créés pour une utilisation par les petites pêcheries locales, devaient répondre aux objectifs suivants :

- promouvoir la biodiversité
- protéger les juvéniles des espèces d'intérêt halieutique
- gérer les ressources côtières
- réduire les coûts d'exploitation par les pêcheries
- contribuer à la restauration des ressources et des écosystèmes
- créer de nouvelles zones de pêche
- adapter les engins et les stratégies de pêches aux ressources disponibles

La fin de l'immersion de la troisième tranche des habitats artificiels d'Algarve n'a eu lieu qu'en 2003, mais les habitats artificiels pilotes installés depuis les années 1990 avaient déjà fait l'objet de preuves scientifiques montrant l'augmentation de l'abondance des espèces d'intérêt commerciales. Ces connaissances ont donc influencé l'opinion et le comportement des acteurs vis-à-vis de ce programme d'habitats artificiels, et ce, dans le sens positif et négatif. Par exemple, si les captures et les revenus des pêcheurs augmentent, l'attractivité de la zone et l'arrivée de nouveaux navires risquent de créer des conflits d'usage. C'est pourquoi il est nécessaire de récolter les avis des acteurs du projet. En effet, l'adéquation de l'ensemble des acteurs aux objectifs du projet augmente fortement les chances

d'atteindre ces objectifs. En outre, ces informations sont importantes pour les gestionnaires des pêcheries qui voudraient évaluer quels impacts sont acceptables ou non.

aquaculture Off-shore



Pêche et plongée récréative



Photo 8 : Activités nouvelles créées avec l'immersion d'habitats artificiels sur des fonds sableux peu valorisés (Santos 2007)

3.3.1.1. Enquêtes sur les effets environnementaux, sociaux et économiques

Le questionnaire développait trois types d'impact : environnemental, social et économique. L'enquête a été menée un an après la fin de l'immersion des habitats artificiels, auprès de 44 acteurs.

La majorité des acteurs ont jugé positif l'impact environnemental des habitats artificiels. Les acteurs étaient d'autant plus positifs qu'ils connaissaient bien les programmes d'habitats artificiels. Ainsi 60% des sondés pensaient que les habitats artificiels avaient un impact positif sur l'environnement, et 20% jugeaient que cet impact était négatif. Les acteurs interrogés se sont révélés plus prudents pour formuler un jugement sur l'impact social et économique des habitats artificiels. En effet, 1/3 des réponses sur ces aspects correspond à une position neutre (recul nécessaire insuffisant pour se prononcer), tandis qu'un peu moins de 50% des avis jugeaient que l'impact social et économique était positif, enfin environ 20% des acteurs l'estimaient négatif.

Des divergences d'avis ont pu être observées suivant les types d'acteurs. Par exemple, la perception de l'impact des habitats artificiels sur l'environnement par les pêcheurs professionnels et les plaisanciers était mitigée, tandis que les scientifiques et les plongeurs étaient plus positifs. De plus, les représentants des pêcheurs étaient les plus sceptiques concernant l'impact économique des habitats artificiels, tandis que les représentants de l'administration assuraient de leur effet positif. Enfin, les scientifiques étaient les plus convaincus du rôle social des habitats artificiels.

Les réponses classées comme non significatives donnent à penser que les habitats artificiels ne sont pas vus comme une source de pollution. Le fait que les habitats artificiels soient un outil de gestion des pêcheries n'a été remis en question par aucun acteur, et il semble que l'impact social des habitats artificiels sur l'emploi ne soit pas reconnu, en lien avec la perception que les habitats artificiels n'ont pas d'impact économique significatif. Les aménagements réalisés ont permis de créer des habitats artificiels spécifiques pour de nombreuses espèces en favorisant la biodiversité. En outre ils concentrent la faune marine et sont plus attractifs pour les pêcheurs locaux. L'utilisation de navires de la petite pêche côtière a été jugée positive pour l'environnement, par rapport à l'utilisation de navires à plus grosse capacité. D'autres parts, les HA sont perçus comme pouvant potentiellement augmenter les captures dans toute la zone de pêche (parties adjacentes).

Par contre l'augmentation incontrôlée de la pression de pêche sur la zone, est perçue négativement. Cette remarque est liée en particulier aux conflits générés par l'attractivité des sites aménagés. Principalement l'arrivée de navires provenant d'autres zones attirés par ces nouveaux territoires (et leur ressources). Des craintes ont été formulées concernant la casse ou la perte d'engins de pêche à proximité des sites d'habitats artificiels, créant une perte économique liée au coût de leur remplacement. Mais, l'élément le plus mal perçu par les pêcheurs est sans doute lié au manque de mesures déployées pour faire respecter les règles d'utilisation d'une zone devenue désormais intéressante.

La gestion halieutique semble donc prioritaire pour les usagers. C'est une évolution intéressante des mentalités des pêcheurs car elle introduit l'idée d'une appropriation, à travers la création des sites d'HA, d'un territoire délimité clairement identifiable et de ses ressources exploitées durablement (propriété d'une communauté de pêcheurs côtiers artisanaux). En outre, l'encadrement scientifique et le suivi de la zone d'exploitation sont demandés par les pêcheurs pour assurer la pérennité de la ressource installée sur les HA créés avec l'IPIMAR.

3.3.1.2. Bilan socio-économique

Le programme peut être considéré comme un succès puisque, malgré certaines perceptions négatives, aucun des acteurs interrogés ne s'y oppose et que l'attitude générale des personnes interrogées est positive. De plus, les effets négatifs, liés à des pertes d'engins de pêche, à des conflits d'usage et à au respect des règles de gestion du site peuvent être améliorés par des campagnes de sensibilisation et de formation à l'usage de ces zones. Tout ceci participe à l'évolution et à l'acceptation de règles de gestion en lien avec l'appropriation d'un territoire, introduisant la notion de pêche durable, liée à l'exploitation pérenne d'une ressource connue. Les habitats artificiels sont véritablement un outil de gestion des pêcheries car ils imposent une séparation spatiale entre la petite pêche côtière et les navires plus puissants (comme les chalutiers et les senneurs), qui sont exclus de ces zones (impossibilité de manœuvrer dans les sites et réglementation les interdisant). De plus, si l'on considère que les captures augmentent et que l'accès à la ressource est facilité, il en résulterait une diminution des coûts d'exploitation.

Ce phénomène devrait se traduire par une augmentation des revenus et des emplois dans le secteur. Pourtant, et malgré les preuves de l'augmentation de l'abondance des populations de poissons sur les habitats artificiels, certains acteurs doutent de l'impact économique des habitats artificiels. Une explication pourrait être donnée par la perception de la productivité des pêcheurs liée à la quantité prélevée (prédation). Cette perception est sans doute due au fait que la pêche sur les HA est encadrée par les scientifiques (3 sorties bimestrielles durant 14 ans) sur des espèces cibles à forte valeur ajoutée mais prélevées en faible quantité, avec des engins de pêche sélectifs et moins productifs (pêche des poulpes (*Octopus vulgaris*) aux pots, nasses fixes, filets maillants posés à poste).

En terme de nouveaux usages, ces sites semblent intéresser des clubs de plongée dédiés à l'écotourisme. La découverte de la biodiversité marine particulièrement riche sur les sites aménagés, et le fait que les sites sont adaptés à tous les niveaux de plongeurs, permet une exploitation par les pêcheurs qui transportent ces clubs et qui ont accès aux sites, en complément de la pêche.

Les acteurs interrogés ont demandé à être consultés à nouveau par des enquêtes de ce genre, manifestant leur intérêt pour une information régulière sur le sujet. Ce type d'enquête, et d'une manière plus générale toutes les campagnes qui peuvent sensibiliser et impliquer les acteurs à la gestion des habitats artificiels, doivent être conduites dans le futur.

3.3.2. Effets sur la pérennité des activités côtières de pêche : augmentation constante des champs de pêche et des débarquements

Les résultats obtenus sur ce site après 14 ans de suivi et 256 pêches expérimentales, sur les habitats artificiels et sur les sites témoins sont encourageant (Santos 2007). En effet le champ de pêche utile (présence de poissons capturés) est en augmentation constante sur le site artificiel par rapport au site naturel. Cette augmentation permettrait de favoriser l'installation de nouveaux pêcheurs ou de diminuer l'effort de pêche en s'exerçant sur une zone élargie.

Le nombre d'espèces capturées et la CPUE en poids sont en moyenne 2.2 fois supérieurs aux sites témoins (notamment sur le site de Faro) (Santos 2007), ce qui constitue sans doute la réussite la plus importante du projet, car elle est le signe de la bonne santé de l'écosystème et des ressources ainsi

que de l'intérêt de créer des habitats artificiels augmentant la capacité biogénique d'un milieu exploité à long terme.

3.3.2.1. Structure des prises

Pendant l'étude, l'observation des captures a permis de comptabiliser 68 espèces appartenant à 32 familles différentes. Spécifiquement, sur le site de Faro 66 espèces ont été capturées (dont 13 espèces pélagiques, 28 necto-benthiques et 24 benthiques), contre 49 espèces sur le site d'Olhao (dont 7 espèces de pélagiques, 21 necto-benthiques et 21 benthiques). 46 espèces étaient communes aux deux sites.

Sur le site de Faro, 53 espèces ont été capturées sur les habitats artificiels et 60 sur le site témoin. Sur les habitats artificiels d'Olhao, 49 espèces ont été capturées sur les habitats artificiels, tandis que 35 espèces étaient dénombrées sur le site témoin.

Les espèces présentes étaient majoritairement des espèces benthiques, puis necto-benthiques, et enfin pélagiques.

Le nombre moyen d'espèces capturées par prise est toujours supérieur sur les habitats artificiels que sur les sites de contrôle.

Sur les deux zones, des différences significatives ont pu être observées entre les habitats artificiels et les sites témoins pour les espèces benthiques et necto-benthiques, mais pas pour les pélagiques. En effet, leur présence occasionnelle sur les habitats artificiels, ou la sélectivité des engins de pêche utilisés, n'a pas permis d'analyser précisément ce groupe d'espèces.

3.3.2.2. L'effet « habitat »

La comparaison avec un habitat naturel situé à proximité du site aménagé en HA de Faro permet de vérifier que les richesses spécifiques et les diversités ne diffèrent pas significativement. Les peuplements présents sur un HA sont donc identiques à ceux présent sur un habitat naturel. Ils sont représentés majoritairement par une famille (cible de la pêche), les sparidés (dont le *Diplodus annularis*, *D. belloti*, et *D. vulgaris*).

En revanche les densités et les biomasses sont significativement plus élevées dans la structure artificielle que dans la structure naturelle (voir Tableau 12).

Analyse des peuplements	Habitats Naturels	Habitats Artificiels
Richesse moyenne	9,23 (0,44)	10,7 (0,76)
Diversité moyenne	2,09 (0,06)	2,08 (0,08)
Effectif / m3	1,06 (0,06)	1,44 (0,07)
Biomasse en g/m3	69,29 (3,47)	83,88 (2,67)

Tableau 12 : Comparaison entre récif artificiel et récif naturel (Santos et Monteiro 2007)

Il existerait en conséquence une influence positive de l'effet « habitat » qui dépendrait principalement de la morphologie (l'architecture et la disponibilité en habitat) et du volume des modules.

3.3.3. Un bilan positif pour un projet européen

Sur les deux zones, les habitats artificiels ont montré leur capacité à fournir des habitats propices pour des espèces benthiques, necto-benthiques et pélagiques (occasionnels dans ce cas). Il est intéressant de remarquer que l'attractivité des habitats artificiels s'est développée en respectant la proportion et l'équilibre entre chaque groupe d'espèces.

Si l'immersion d'habitats artificiels n'a pas augmenté le nombre d'espèces totales capturées sur la zone de Faro, il a tout de même augmenté de manière significative le nombre moyen d'espèces sur les deux

zones d'habitats artificiels. La différence entre les deux zones s'explique par la présence de fonds rocheux sur le site de Faro. Ces habitats naturels fournissent un environnement hétérogène (zones sableuses et rocheuses) favorisant la présence d'espèces caractéristiques des fonds durs et meubles.

Tant sur les modules de protection que d'exploitation des deux sites, les habitats artificiels ont augmenté les rendements et la diversité des pêches (CPUE multipliée par 2,2). Ils n'ont pas pour autant modifié l'équilibre entre les groupes d'espèces puisque les proportions relatives de chaque groupe d'espèces sont restées stable durant les 14 ans d'étude. Les habitats artificiels semblent un bon outil de gestion pour la côte d'Algarve, en particulier pour les pêcheries au filet maillant, l'une des techniques les plus utilisées dans la région au vu de la régularité des débarquements et de la satisfaction des pêcheurs artisanaux côtiers.

Enfin, la création d'un contrat donnant accès à un droit d'accès et d'usage de la ressource (proche des licences de pêche décrites au Japon) montre que les HA ont permis d'engager des pêcheurs peu habitués à ce modèle, vers de nouvelles solutions de gestion. En effet, en tant que préalable à leur création, ils ont permis de mettre en place ces droits, sur des zones initialement faiblement productives, transformées en territoires de pêche gérés.

Soulignons enfin, que l'assistance au montage, le suivi et l'encadrement de ces aménagement sont assurés par l'IPIMAR (organisme scientifique public), ce qui a permis de centraliser et d'apporter des éléments scientifiques précis sur « l'effet habitats artificiels portugais » et ses performances (tant socio-économiques que biologiques).

Nous allons à présent nous intéresser à l'expérience d'un autre pays Européen, riche d'une quarantaine de sites depuis 1968, mais encore à l'heure des choix vis-à-vis des habitats artificiels à vocation halieutique, la France.

4. L'EXPERIENCE DES FRANÇAIS

Après avoir observé les expériences japonaises et portugaises au sujet des HA à vocation halieutique, nous proposons de porter un regard sur l'expérience française, avant de conclure sur les principales différences des trois démarches d'aménagement.

4.1. LES HABITATS ARTIFICIELS A VOCATION HALIEUTIQUE FRANÇAIS UN *STATU-QUO* STRATEGIQUE ?

Nous avons vu que les aménagements côtiers français immergés sont anciens, puisque les premiers pieux de bois utilisés en Charente pour la conchyliculture des bouchots datent de 1235 (I.F.R.E.M.E.R 2008). Au 19^{ième} siècle, Antoine Fortuné Marion, fondateur du centre d'océanologie de Marseille immergea des blocs rocheux dans la rade vaseuse de Marseille afin de créer de nouveaux habitats pour les espèces pêchées *in* Gourret (1894). Mais c'est réellement en 1968 que le premier aménagement européen d'envergure fut entrepris en France à Palavas les Flots (environ 1 000 m³ encore aujourd'hui productif (Piocch 2004)). Il était lui aussi destiné à augmenter la productivité de la mer et le développement de la pêche, ce qui montre l'intérêt de la France pour des HA destinés à aider le secteur de la pêche artisanale côtière (Doumenge 1995).

Paradoxalement, les HA dédiés à la pêche sont considérés comme un outil controversé pour la gestion des espaces côtiers, car leur rôle positif n'est pas fondamentalement prouvé. Cette appréciation est sans doute liée aux faiblesses du processus d'élaboration du projet d'aménagement et aux choix de gestion des sites créés (souvent non-gérés). Ainsi, peu de données basées sur des critères et des objectifs pré-identifiés permettant d'estimer l'effet socio-économique des projets réalisés, sont disponibles. C'est pourquoi il est actuellement impossible d'évaluer objectivement l'effet, tant positif que négatif, de l'installation des HA en France.

Le principal organisme en charge de l'évaluation halieutique des HA en France, l'IFREMER (organisme scientifique public, tutelle technico-scientifique de la pêche), a choisi une posture d'attente vis-à-vis des HA (groupe de travail RARE, « Récifs Artificiels et REpeuplement », 2007). L'objectif est, pour le moment, de suivre et de bénéficier des résultats de projets réalisés dans les autres pays, avant de développer un aménagement pilote expérimental puis, le cas échéant, une politique nationale (Véron 2007). Le groupe de travail sur le sujet a pour but de définir la position d'IFREMER pendant le plan quadriennal à venir (2009 – 2013). Les conclusions provisoires et la future position de l'institut semblent préconiser de continuer à observer les expériences, notamment européennes, avant de décider de l'opportunité et du meilleur choix d'encadrement, politique et scientifique. L'encadrement ou le contrôle lié à une expertise technico-scientifique des projets ne suit aucune méthode standardisée, ni d'objectifs biologiques ou socio-économiques définis. Il s'agit pourtant de projets d'aménagement du domaine public subventionnés, et dont les « objectifs » sont à minima d'aider la pêche.

Nous nous attacherons à décrire dans un premier temps, après une brève présentation du secteur pêche français, le système d'aménagement en HA, notamment la situation juridique et réglementaire, puis dans un deuxième temps nous tenterons de dresser un bilan qualitatif des aménagements réalisés.

4.2. ETAT DES LIEUX DU SECTEUR FRANÇAIS DES PECHES

La France est un des très rares pays en Europe et dans le monde à disposer de trois grandes façades maritimes, sur la Manche et la mer du Nord, sur l'océan Atlantique, sur la mer Méditerranée ainsi qu'un exceptionnel domaine maritime dans les océans Pacifique, Atlantique et Indien par ses territoires d'outre-mer. Ses 5 500 km de côtes, auxquels il faut ajouter les 1 500 km des départements et des territoires d'outre-mer, lui confèrent une vocation maritime indéniable.

Avec quelque 7 700 navires immatriculés, la flotte française représente environ 11 % du tonnage et 15 % de la puissance de la flotte européenne. Ces chiffres incluent les navires immatriculés dans les départements français d'outre-mer. Les navires vont des petites unités côtières aux navires pélagiques et senneurs de haute mer mesurant 50 mètres et davantage. La flotte de petite pêche côtière, composée de navires d'une longueur inférieure à 12 mètres, représentent plus de 80 % de la flotte de pêche française en nombre de navires. Par contre, en tonnage, les navires de plus de 24 mètres constituent plus de la moitié de la flotte. Sur 30 % des navires français, les principaux engins de pêche sont des casiers, puis des filets maillants fixes (18 %) et des chaluts de fond à panneaux (16 %).

La France pêche environ 10% des captures de l'Union européenne, ce qui la place, depuis plusieurs années, au quatrième rang des pays de l'Union. En 2006, la production totale du secteur pêche et aquaculture s'élevait à 766 000 tonnes, dont près de 570 000 capturées par la pêche (OFIMER). Le chiffre d'affaires total représentait 1 800 millions d'euros, dont 1 266 millions pour le secteur pêche.

Dans son « Plan d'avenir pour la pêche », le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche disait que « le secteur de la pêche représentait un enjeu économique essentiel pour le pays. Avec près de 8000 navires, et 4000 entreprises d'aquaculture, le secteur de la pêche représente 24000 personnes embarquées et autant d'emplois, sans compter les emplois induits, beaucoup plus nombreux encore ». Pourtant, le secteur des produits de la mer occupe une place marginale dans l'économie française (0,14% du PIB intérieur) (source : profil des pêches par pays FAO 2008). La contribution au PIB est modeste, mais la moyenne nationale masque le poids économique et social du secteur sur le littoral. La pêche côtière contribue en effet à l'aménagement du territoire et à la vie du tissu économique littoral dans la mesure où elle permet le maintien de l'activité et fixe la population sur cette partie importante et fragile du territoire. Elle est porteuse de valeur comme le courage et la force, ainsi que d'une histoire riche, identitaire et fortement traditionnelle. Les décideurs politiques et économiques prennent de plus en plus conscience de l'importance économique et sociale de la pêche et des activités dérivées dans certaines régions.

4.3. LE CONTEXTE FRANÇAIS DE REALISATION DES HABITATS ARTIFICIELS

Les premières immersions ont eu lieu en Languedoc-Roussillon, région pionnière, qui en 1968 a connu une opération d'immersions de HA au large Palavas-les-Flots en Méditerranée. On comptabilise, depuis environ 42 sites (Barnabé *et al.* 2000, Pioch 2004), certains faisant l'objet de plusieurs immersions à la demande des pêcheurs côtiers artisanaux (*e.g.* Gruissan 3 sites, Parc Marin de la Côte Bleue 4 sites, Charbonnel *et al.* 2000).

Pour la France, les objectifs affichés sont de 2 ordres (Lacroix *et al.* 2002) :

1. Production (*e.g.* PMCB 1983 à 2005, Landes 2000 et 2003)
2. Protection (*e.g.* Beauduc 1989, Agde 1995)

Rappelons que l'objectif historique initial d'aménagement en HA était le « développement et le soutien à la pêche côtière » (création du site de Palavas en 1968 *in* Lacroix 2003). Mais les actes de braconnage des chalutiers illégaux dans la bande des 3 miles ont favorisé l'émergence d'un objectif lié à la protection de la bande des 3 milles dédiée à la pêche artisanale côtière (*e.g.* aménagements du Languedoc Roussillon de 1985 *in* Pary 2001). Rappelons également l'expérience d'immersion d'un HA récréatif en 2007, mais réalisée à Monaco (com. pers. Clamagirand, architecte concepteur d'HA paysagers 2007).

Notons qu'il n'existe pas de typologie des HA français définissant les morphologies adaptées aux espèces cibles, mais plutôt quelques récifs « multi-usages » un peu à la demande du maître d'ouvrage à des fins de protection et de production (Barnabé et Barnabé Quet 1997). Cela a d'ailleurs parfois débouché sur l'immersion d'éléments préfabriqués déclassés, sans réflexion au sujet de leur intégration écologique (buses de chantier, poteaux EDF, escaliers en béton) (Pioch 2004). La préoccupation majeure a surtout été d'ordre politique, vers une action qui se veut bénéfique pour la pêche côtière mais qui néglige l'efficacité écologique (espèces cibles) et la durabilité de l'investissement (enfouissement, détérioration).

Il en résulte une impression de flou lorsqu'on essaie de comparer les objectifs en regard des types d'HA immergés en France (nous reviendrons plus précisément sur cet aspect en troisième partie).

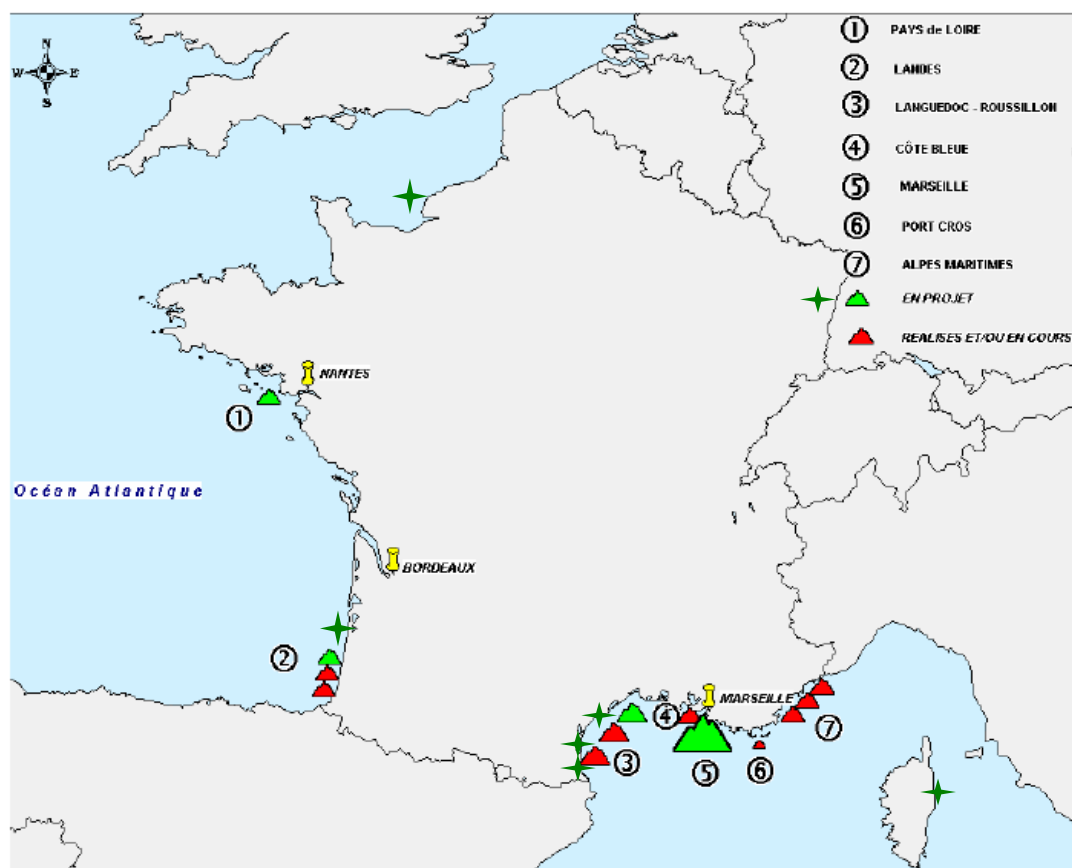


Figure 37 : Localisation des zones aménagées (du site à la région) en HA en France métropolitaine et des projets déposés au 1^{er} janvier 2007, adapté de Pary (2004)

4.3.1. Quelle politique d'aménagement nationale promouvoir?

Il n'existe pas de politique nationale basée sur un objectif stratégique d'immersion d'HA actuellement en France. On assiste plutôt à la mise en place de projets locaux, parfois à l'initiative d'associations, de syndicats mixtes mais le plus souvent de communes (voir tableau en infra).

Pourtant en 1985, les pouvoirs publics français avaient décidé d'organiser une véritable action nationale concertée, s'intégrant dans un programme de gestion de l'espace littoral : les Programmes Intégrés Méditerranéens (ou PIM programmés en 1983). Ce programme est précurseur d'une stratégie de développement de la bande côtière, car il inclut :

- un suivi scientifique (assuré par l'IFREMER en Languedoc),
- les collectivités territoriales au travers des conseils régionaux PACA et LR,
- les organismes professionnels avec les deux CRPMEM¹, CLPMEM ainsi que les prud'homies locales.

Ce programme, ne concernant que la façade méditerranéenne (21 sites), a consisté en l'immersion de 36 957 m³ d'HA (cf. Tableau en infra), répartis entre la région Languedoc-Roussillon (15 000 m³ pour environ 5 Millions de francs) et la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (21 932 m³).

Depuis, après une perte d'intérêt pour ses projets dans les années 90 à 2000 dû en partie à une méfiance des autorités au sujet de la production ou de la concentration des HA, la taille et le nombre annuel de projet sont croissants (voir Tableau 13). Actuellement la majorité des sites concernent la Méditerranée, tandis que quelques aménagements récents furent installés sur les côtes atlantiques et en Manche (Ile d'Yeu, Le Tréport, Cap Breton etc.). Enfin, rappelons que le projet « PRADO » à Marseille prévoit d'immerger environ 35.000 m³ d'HA entre 2007 et 2008 (30 000 m³ posés en 2007).

¹ Comité Régional des Pêches en Mer et des Elevages Maritimes - Comité Local PMEM.

Ce projet va augmenter d'1/3 le volume d'HA des côtes méditerranéennes françaises (com. pers. Beurois 2007).

4.3.2. Synthèse des immersions d'habitats artificiels mis en place en France

Deux relevés des immersions (zones sites et volumes) ont été réalisés, l'un par Barnabé (*et al.* 2000), il concernait la Méditerranée, l'autre au niveau national par Lacroix (*et al.* 2002). C'est pourquoi, nous proposons cette synthèse des immersions françaises depuis 1968 en France métropolitaine et dans les DOM-TOM. * *En italique* : projets non immergés au 1/01/08, volumes indiqués donnés sur la base de projets déposés par les collectivités. Volumes non comptabilisés pour la colonne projet.

Localisation des HA	Année(s) d'immersion	Volumes (m ³) HA de production	Volumes (m ³) HA de protection	Projets en cours ou à venir (année et m ³)*
Corse				
<i>Bastia</i>	<i>Prévue en 2008</i>	252	0	2008
Provence-Alpes-Côte d'Azur				
Roquebrune	1983 à 1991	4 338	0	
Beaulieu	1980 à 1991	2 959	0	
Golfe-Juan	1980 à 1999	8 141	0	
Port-Cros	1985 + filières densification	35	0	
La Ciotat	1985, 1989	1 141	<i>n.c</i>	<i>Immersion de DCP et 300 m³ de blocs de roches avec complexification des 3 Bonnas</i>
Marseille	2007	32 000 (prévus)		<i>Fin en 2008</i>
Parc Marin de la Côte Bleue	1983 à 2000	2 480	2 200	800 m ³ (2008)
Beauduc	1989	0	638	
Cagnes sur mer		1250		2008 / 2009 (?)
Total Par type d'HA		52 344	2 838	
Total Côte Est médit. Par type d'HA		55 182		4 projets
Languedoc-Roussillon				
Palavas	1968	400	0	
Aigues-Mortes	1999, 2006	3 225	813	
Frontignan		nc	nc	2010
Marseillan	1992, 1996	0	745	
Agde	1985, 1995	1 942	1 420	2009 ; (1 000 m ³) 99 modules
Valras-Plage	2006	900	649	
Gruissan	1985, 2002, 2005	10 079	187	

Localisation des HA	Année(s) d'immersion	Volume (m ³) HA de production	Volume (m ³) HA de protection	Projets en cours ou à venir (année et m ³)
Port-la-Nouvelle	1980 (pneus carcasses), 1985 (bonnas, comins)	1 214	0	
Leucate-Barcarès	2004	2 200	660	
Canet	1985	2 138	0	
Saint-Cyprien	1985	2 441	0	
Argelès		<i>n.c.</i>	<i>n.c.</i>	2009
Total Côte Ouest médit. par type d'HA		24 539	4 474	
Total Côte Ouest médit.		29 013		3 projets
Façade Atlantique				
Cap Breton, Sousston, Vieux Boucau-Moliets	2000-2003	2 400		2008 HA pour la culture d'huitres
Mimizan	1990	<i>n.c.</i>		Immersion de pneus (expérimental)
Arcachon (Hortense)	2001		50	
Yeu / Le Croisic	2003	700		
Blainville (Bret.)	1983, 1985	<i>n.c.</i>		HA exp. homard
Le Tréport		200	250	2008
Total Atlantique		3 600		2 projets
Martinique				
Martinique L'anse Robert (I.F.R.E.M.E.R)	2001	6	-	
Réunion				
St Paul et La Possession	2000 et 2003	18 m ³	0	
Le Port		<i>n.c.</i> (Poteaux EDF déclassés et voussoirs de canalisation)		2008 - 2009
St Leu		<i>n.c.</i> (HA et/ou poteaux EDF)		2008 - 2009
Total Réunion		18		2 projets

Synthèse :

Localisation des HA	Année d'immersion	Volume (m ³) HA de production	Volume (m ³) HA de protection	Projets en cours ou à venir (année et m ³)
31 zones (environ 40 communes)	De 1968 à 2007	88 071 m³ <i>Dont 40 % avec 1 seul projet (Marseille)</i>		11 projets (en cours ou à venir)

Tableau 13 : Synthèse quantitative des zones, des sites et des volumes d'HA (hors épaves) immergés en France (Adapté et complété de Barnabé *et al.* 2000, Lacroix *et al.* 2002, Pary 2004 et com. pers. Charbonnel du Parc Marin de la Côte Bleue 2007).

Les coûts en euros des 6 aménagements récents réalisés en méditerranée depuis 1999 et supérieurs à 900 m³ (exploitation potentielle) sont reportés ici à titre indicatif (Pary 2004 ; Beurois 2007) :

- Aigues-Mortes en 1999 et 2005 (1 600 m³ et 1 400 m³, 457 000€ + 500 000€),
- Gruissan 2002 et 2004 (4 000 m³, 448 200€ + 448 200€),
- Valras-Plage en 2006 (900 m³, 327 000€),
- Marseille en 2007 - 2008 (35 000 m³ prévus, 6.5 millions d'€)

Soit un coût moyen de 1,447 millions d'€ pour 7 150 m³. Sans le projet marseillais hors norme par son volume et son coût, le coût moyen est de 436 080 € pour un volume moyen de 1 580 m³ par projet.

4.4. LE PROJET D'IMMERSION, ELEMENTS JURIDICO-TECHNIQUES

Nous abordons dans ce chapitre les éléments juridico-techniques mis en place dans le cadre d'aménagement en HA en France.

4.4.1. Cadre technique

La première étape d'un projet revient souvent aux prud'homies en Méditerranée ou aux CLPMEM, relayée par des réunions d'information et de concertation (e.g. Cépralmar en Languedoc Roussillon), entre les pêcheurs et les maîtres d'ouvrage potentiels : mairies, syndicats mixtes, associations. La décision d'aménager et les objectifs du maître d'ouvrage sont définis sur la base de cette concertation. Une fois la demande formulée, le maître d'ouvrage peut mener, ou faire mener par le biais d'un appel d'offre à un bureau d'étude, les études préliminaires, puis d'avant projet et enfin de définition globale du projet. Le projet validé au plan du budget, de l'organisation (gestion, retombées) et de la technique fera l'objet d'un appel d'offre dans le cadre d'une opération de maîtrise d'œuvre (elle aussi interne ou déléguée).

En parallèle, le dossier doit être transmis aux organisations concernées pour les demandes de subventions (voir ci après le Tableau 14 : Répartition des financements d'un projet d'aménagement en HA.). En effet, depuis 2000 la France permet de mobiliser des crédits européens, fonds IFOP puis actuellement FEP, pour immerger des HA (voir tableau en infra). C'est le Règlement (CE) no 2792/1999 du conseil, du 17 décembre 1999, définissant les modalités et conditions des actions structurelles de la communauté dans le secteur de la pêche, titre III : « Protection et développement des ressources aquatiques, aquaculture, équipement des ports de pêche, transformation, commercialisation et pêche dans les eaux intérieures ». Article 13 :« 1. Les États membres peuvent prendre des mesures pour encourager les dépenses d'investissement dans les secteurs suivants: a) Equipements fixes ou mobiles destinés à la protection et au développement des ressources aquatiques, à l'exclusion du repeuplement. b)... ».

Financements	Jusqu'en 1999	De 2000 à 2006 IFOP 2007 à 2013 FEP
IFOP (nouveau FEP, depuis 2007)	0	50 %
Maître d'ouvrage (Comité Pêches, Commune, Syndicat Mixte, Association)	50 %	20 % (minimum autorisé)
Région	25 %	15 à 20 %
Départements	25 %	10 à 15 %
Agence de l'eau	variable	5 à 10 %

Tableau 14 : Répartition des financements d'un projet d'aménagement en HA.

4.4.2. Cadre Juridique et réglementaire français

Pour être mené à son terme, un projet d'immersion de HA suit une procédure d'instruction selon deux filières. La première répond à la forme juridique d'autorisation d'immersions (allocation) dans le DPM. En théorie grâce aux deux types de concessions prévues par le législateur ou par l'autorisation d'ouvrages temporaires, mais nous verrons que l'Etat, dans le code de propriété des personnes publiques, a précisé à travers deux circulaires les choix possibles. La seconde correspond à l'autorisation d'immersion proprement dite des HA. La procédure réglementaire correspondant à ces ouvrages revêt alors différentes formes suivant l'importance de l'emprise de l'aménagement et son coût.

4.4.2.1. Les obligations issues du droit international

D'après le mémoire juridique mené par Michaël Quimbert, administrateur des affaires maritimes (Quimbert 2005a), la Convention des Nations Unies sur le droit de mer traite de la question des pollutions par immersion (disponible sur le site www.un.org/depts/los/index.htm). Ce mémoire nous donne des enseignements, même s'il ne fait pas référence de façon explicite aux HA. Aux termes de l'article 210 de la Convention, les Etats parties s'engagent à adopter des lois et règlements afin de prévenir, réduire et maîtriser la pollution du milieu marin par immersion. Aucune immersion ne peut, en outre, s'effectuer sans que les autorités compétentes de l'Etat concerné n'aient donné une autorisation. La Convention de Montego Bay (Nations Unies 1982) est complétée, sur la question des immersions, par la Convention de Londres (1972) sur la prévention des pollutions marines par les immersions de déchets et autres matériaux (disponible sur le site www.londonconvention.org). Cette convention à vocation mondiale ne concerne pourtant pas les immersions d'HA car elle ne s'applique qu'aux immersions de déchets au sens strict, c'est-à-dire dont on recherche l'élimination définitive. Sur le plan régional, le texte conventionnel qui produit les obligations les plus contraignantes pour la France demeure la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est, dite O.S.P.A.R (1992). Cette convention pose un principe général d'interdiction des immersions en mer sauf pour une liste limitative de déchets, par exemple les sédiments de dragage. Elle autorise également l'immersion de HA mais sous certaines conditions. Des « lignes directrices sur les HA telles que visant les ressources marines vivantes » ont, en effet, été adoptées pour traiter de manière spécifique de ce type d'immersion (Accord 1999-13, disponible sur le site www.ospar.org). Dans ce cadre, aucune immersion de récif artificiel ne peut s'effectuer sans qu'une autorisation préalable des autorités compétentes ait été donnée au porteur de projet. Cette autorisation ne doit pas permettre d'autoriser des immersions, de déchets par exemple. En application des lignes directrices de la convention d'OSPAR, l'autorisation d'immersion de récif artificiel doit :

- Justifier les coûts et les bénéfices attendus du projet ;
- Respecter des normes de construction et d'implantation. Les matériaux utilisés doivent être inertes, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent pas engendrer de pollution par lessivage, désagrégation physique ou chimique, par les intempéries et/ou l'activité biologique. Par sa conception, le récif doit avoir une résistance mécanique suffisante pour résister aux contraintes physiques du milieu marin sans se disloquer et provoquer ainsi une gêne sur une vaste zone du fond marin. Si nécessaire, le récif doit pouvoir être enlevé du fond de la mer et remis à terre. La mise en place

du récif doit, enfin, tenir compte des usages en cours ou prévus et, à ce titre faire l'objet d'une concertation.

- Veiller à la mise en place d'un programme de surveillance à court, moyen et long terme afin de s'assurer que les objectifs de gestion sont bien remplis et que les avantages nets prévus se sont bien concrétisés. Cette surveillance doit, par ailleurs, permettre d'apprécier les éventuels impacts environnementaux et/ou les conflits d'usage résultant de l'immersion.

C'est cette procédure qui est actuellement appliquée en droit français pour l'immersion d'HA.

4.4.2.2. Installation d'habitats artificiels sur le DPM, quel titre domanial d'occupation ?

Les porteurs de projets comme les gestionnaires du domaine public maritime se sont rapidement interrogés sur le statut qu'il convenait d'adopter pour les HA (Quimbert 2005b). Quel est, notamment, le titre domanial le plus approprié à ce type d'occupation : l'autorisation d'occupation temporaire du domaine public (ex article L. 28 du Code du domaine de l'Etat remplacé dans ses parties réglementaires par le CG3P), la concession d'endiguage ou l'autorisation d'exploitation de cultures marines ? Les projets mis en œuvre sur le littoral français, sans recommandations et souvent sans objectifs clairement pré-définis, ont donc été amenés à choisir des solutions différentes, certains projets adoptant même un statut différent au cours du temps. Le décret¹ n° 2004-308 du 29 mars 2004 relatif aux concessions d'utilisation du domaine public en dehors des ports semble apporter une réponse définitive à cette question en créant un nouveau type de concession, remplaçant la concession d'endiguage, et conçu notamment pour s'adapter à la problématique des HA (JO du 30 mars 2004, p. 6078-6079 et Becet 2004). La concession d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports exclut-elle pour autant l'utilisation des autres statuts juridiques choisis précédemment ?

Cette question n'a pas encore été tranchée, 3 régimes juridiques sont applicables à l'immersion d'HA, comprenant trois modes d'occupation du Domaine Public Maritime :

Régimes juridiques	Références
○ les concessions de cultures marines (AOT)	○ Décret n° 83-228 du 22 mars 1983 modifié fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines ; autorisation d'exploitation et titre d'occupation du DPM
○ les autorisations d'occupation temporaire	○ ex article 28 du Code du domaine de l'Etat, remplacé par le CG3P, permis d'immersion du code de l'environnement
○ les concessions d'utilisation du DPM en dehors des ports (CUDPM)	○ Décret n° 2004-308 du 29 mars 2004 relatif aux concessions d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports

Tableau 15 : Les régimes juridiques applicables à l'immersion des HA

Le détail des caractéristiques de chacune de ces formes figure dans le tableau proposé à la page 113, ainsi que des commentaires sur l'utilisation des textes de référence pour l'immersion d'HA. Ces commentaires sont majoritairement issus d'une note juridique établie en réponse à l'interrogation d'un préfet maritime sollicité pour une immersion d'HA. La note indicative au sujet de la faisabilité juridique de l'immersion d'HA a été élaborée peu après la parution du décret n°2004-308 du 29 mars 2004 relatif aux concessions d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports et a servi de référence aux projets élaborés depuis 2004 (voir Annexe 3). Mais, en réalité, on peut considérer que toutes les

¹ Les décrets sont des actes réglementaires permettant d'appliquer les lois (générales et impersonnelles) en les adaptant à des situations spécifiques, comme par exemple les HA.

formes de concessions (décret de 1983 ou 2004) sur le DPM sont des AOT (régime général du CG3P) : art. L2122-1 et s. . En effet, elles sont systématiquement temporaires, précaires et révocables.

Tableau 16 : Régimes juridiques pour l'implantation de HA sur le Domaine Public Maritime (DPM)

Titre domanial (référence)	Personnes morales et personnes physiques	Durée	Commentaires sur l'utilisation du texte en vue de l'immersion d'HA
<p>Concessions de cultures marines</p> <p>(décret n° 83-228 du 22 mars 1983 modifié fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines)</p>	<p>Personnes privées</p> <p>Organismes interprofessionnels créés par la loi du 2 mai 1991</p> <p>Organismes scientifiques (publics ou privés)</p>	<p><u>Régime général</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 ans maximum - renouvelable, - révocable, - moyennant une redevance annuelle, - obligation d'exploitation et d'entretien <p><u>Régime dérogatoire</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 ans maximum - dispensé de la redevance domaniale 	<p>Dérogation par rapport au régime général d'attribution des concessions de cultures marines, inappropriés car¹ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - maîtres d'ouvrage ; Comités locaux ou régionaux des pêches (créés par la loi du 2 mai 1991) ou organismes scientifiques (privés ou publics). - objet général : préservation de la ressource, - à titre expérimental, de protection, conservation, régénération des fonds
<p>AOT</p> <p>(ex. Article 28 du Code du domaine de l'Etat dont la partie législative a été abrogée en 2006 par l'ordonnance constituant la partie législative du</p>	<p>Collectivités et leurs groupements</p> <p>Personnes privées si intérêt général</p>	<p>Révocable à tout moment</p>	<ul style="list-style-type: none"> - possible (sans droits réels) - remise en état des lieux par le pétitionnaire à l'expiration du titre d'occupation

¹ Note juridique suite à la parution du décret n° 2004-308 du 29 mars 2004 relatif aux concessions d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports)

<p>CG3P (art.7), remplacé dans ses parties réglementaires par le CG3P. Permis d'immersion, Code de l'environnement)</p>			<p>- l'aspect révocable limite l'intérêt de l'utilisation de l'AOT dans le cas des immersions d'HA</p>
<p>Concession d'utilisation du DPM en dehors des ports (Décret n° 2004-308 du 29 mars 2004 relatif aux concessions d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports)</p>	<p>Collectivités et leurs groupements Personnes privées si intérêt général</p>	<p>- 30 ans maximum - renouvelable</p>	<p>- possible (sans droits réels) - remise en état des lieux par le pétitionnaire à l'expiration du titre d'occupation</p>

Références : Textes émanant du ministre de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables (disponibles sur www.legifrance.fr, 2007)

4.4.2.3. Acquisition de droits « quasi-réels » sur la mer et responsabilisation

Le développement croissant des HA ne s'est pas accompagné de la création d'outils juridiques permettant l'encadrement et la gestion de ce type de structures en mer. On a même parlé du « non-statut » du récif artificiel comme d'un véritable frein au développement de son utilisation (A.G.L.I.A 2004). Cette carence a été attribuée à un manque d'évaluation scientifique fiable de ces engins, laissant les gestionnaires de pêcheries et le législateur incertains sur la volonté à aménager et le type de droits de propriété et d'usages ou même sur les mesures de contrôles rendues nécessaires par l'immersion de ces HA (Pickering 2000).

D'après Quimbert, administrateur des affaires maritimes (Quimbert 2005a), ni la méthode d'immersion de ces HA, ni leur développement ne se sont accompagnés de la création d'outils techniques et juridiques permettant l'encadrement et la gestion de ce type particulier de structures. Les porteurs de projets comme les gestionnaires du domaine public maritime se sont alors interrogés sur le statut qu'il convenait d'adopter pour les HA, nous reviendrons d'ailleurs en partie III sur des propositions de réponses qui nous semblent adaptées. Mais, la constitution de droits « quasi réels » sur le domaine public maritime nous apparaît, compte tenu des investissements parfois lourds demandés par les projets d'immersion d'HA, la condition même de leur développement. Comme nous l'avons vu, le Japon comme le Portugal, pays qui ont les développements de projets d'HA à vocation halieutique les plus aboutis, ont justement choisi un cadre juridique unilatéral ou contractuel qui permet la constitution de droits réels (voir en *supra*). L'aménagement en HA, dès lors que de nouveaux territoires de pêches sont délimités et connus de tous, conduit à mettre en place des stratégies d'exploitation et de gestion des ressources concertées avec les utilisateurs de la mer et du domaine public maritime, en premier lieu les pêcheurs. Ces derniers deviennent co-responsables de la gestion des HA. Dans ce cadre de nouveaux propriétaires d'unités côtières (territoires gérés) la possibilité d'articuler la pêche avec d'autres types d'exploitation des ressources du littoral, y compris l'aquaculture et le tourisme écologique est également possible (Quimbert 2005a).

4.4.2.4. Position de l'Etat français pour l'installation d'habitats artificiels

Le point de vue du législateur français légitime en la matière est celui du ministère des transports, direction des Affaires Maritimes. Il se borne à la stricte application du droit. La réponse à une demande d'avis sur le régime d'occupation et la procédure réglementaire applicable en matière d'immersion de récif (voir note en Annexe 3) permet d'en saisir ses attentes et sa position. Cette note, dont les recommandations quant au titre d'occupation du DPM ont été déjà précisées, stipule également que la « question de la remise en état des lieux par le pétitionnaire à l'expiration du titre d'occupation et des éventuelles garanties financières devra être abordée avec un soin tout particulier ». En effet, étant un bien public, pour l'Etat il est indispensable que les HA puissent être relevés à la demande, sans difficulté technique insurmontable, et à un coût économique raisonnable.

4.4.2.5. Procédure réglementaire pour l'immersion d'habitats artificiels

L'implantation des HA répond à une procédure précisée dans le code de l'environnement (Code de l'environnement 2007). L'arrêté du 23 février 2001 fixe les prescriptions générales applicables aux travaux d'aménagement portuaires et ouvrages réalisés en contact avec le milieu aquatique soumis à déclaration¹ qui prévoit en fonction du coût du projet et de critères permettant d'évaluer les risques pour l'environnement si l'aménagement doit donner lieu à une demande d'autorisation de l'autorité administrative ou à simple déclaration. Le permis d'immersion est délivré par le ministère de l'environnement après instruction et enquête publique. Le permis délivré fixe les prescriptions auxquelles sont soumises les opérations d'immersion. Ces prescriptions tendent à éviter ou limiter les dangers, inconvénients ou nuisances qui pourraient découler des opérations d'immersion pour le milieu marin, les ressources biologiques, les autres utilisations de la mer et les personnes physiques ou morales qui exercent des activités en mer ou sur le littoral. Elles peuvent également avoir pour objet d'assurer le bon déroulement des opérations d'immersion et leur contrôle et, notamment, d'éviter ou de limiter les inconvénients ou les dangers que ces opérations pourraient faire courir aux tiers, aux navires ou aux aéronefs qui les parcourent ainsi qu'à leur équipage. L'obligation peut, enfin, être imposée au permissionnaire d'effectuer ou de faire effectuer à ses frais toutes mesures, travaux ou études permettant ou facilitant la connaissance ou le contrôle des incidences des opérations d'immersion. Les

¹ En application de l'article 10 de la loi sur l'eau, Loi 92-3 du 3 janvier 1992) et relevant de la rubrique 3.3.1 (2°) de la nomenclature annexée au décret no 93-743 du 29 mars 1993 modifié)

immersions d'HA n'apparaissent, en revanche, comme devant être soumises aux dispositions concernant les installations classées que dans des cas exceptionnels. En effet, aux termes du décret no 93-1412 du 29 décembre 1993 modifiant la nomenclature des installations classées, seules sont considérées les piscicultures d'eau de mer d'une production annuelle supérieure à 5 tonnes (seules les piscicultures dont la production annuelle est supérieure à 20 tonnes sont soumises à autorisation). Sans que cela soit prévu par la loi et le décret « immersion », l'instruction de la demande de permis devra, par ailleurs, tenir compte des sujétions propres au site choisi pour l'installation du récif : écosystème sensible et protégé, par exemple, au titre du réseau européen Natura 2000 ou plan d'eau dédié à d'autres activités maritimes qui pourrait justifier la consultation d'une commission nautique locale ou de la grande commission nautique (Quimbert 2005b).

Comme toute installation d'ouvrage ou travaux sur le domaine public maritime, elle fait, en outre, l'objet d'une étude d'impact au titre du décret no 77-1141 du 12 octobre 1977 modifié, pris pour application de la loi no 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature.

On distingue les phases techniques des phases réglementaires :

- Les phases techniques se composent des études (préliminaires, avant-projet, projet, dossier de consultation des entreprises) et des travaux. La réalisation d'une étude d'impact doit être confiée assez tôt dans le projet à un bureau d'étude ou à un service instructeur afin d'avoir un effet « *pro-actif* » sur les impacts éventuels.
- Les phases réglementaires correspondent aux instructions administratives parmi lesquelles l'instruction du dossier d'enquête publique.

L'enquête publique consiste à soumettre un projet d'aménagement aux observations du public. L'ouverture de l'enquête publique n'est accordée par le préfet qu'après consultation des services de l'Etat. Une fois l'enquête ouverte au public, elle est annoncée par voie de presse et d'affichage. Les modalités de son déroulement sont arrêtées par le préfet. Un commissaire enquêteur ou une commission d'enquête est désigné(e) par l'autorité compétente et est chargé(e) de recevoir les observations du public qui sont consignées dans un registre d'enquête sur les lieux d'enquête. Il est possible de réaliser une seule enquête publique dite conjointe, mais cela augmente les délais. Ainsi, pas moins de trois documents font l'objet d'une présentation à la commission d'enquêtes publiques (EP), dans un projet d'immersion d'HA, en ce qui concerne :

- la concession du Domaine Public Maritime => (Art. L321.5 et L321.6 du Code de l'Environnement)
- Le document d'incidence au titre de la « Loi sur l'eau » (contenant l'étude d'impact si nécessaire) => (Art. L214.1 du Code de l'Environnement)
- la Déclaration d'Utilité Publique (DUP) => Loi Bouchardeau (Art. L123.1 du Code de l'Environnement)

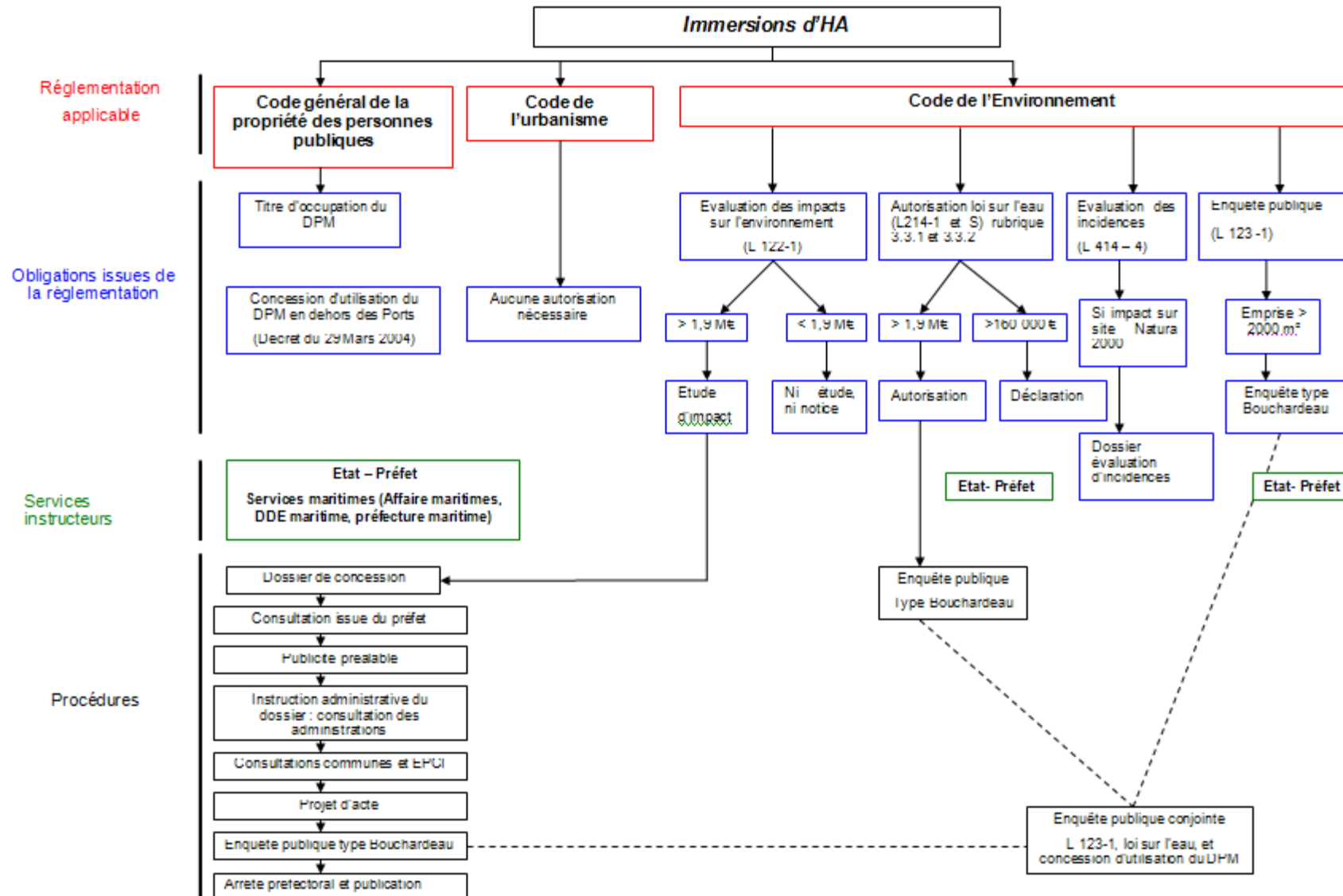
Notons que quelle que soit l'enquête publique, les procédures sont similaires. Sur la base du dossier et du registre d'enquête le commissaire ou la commission rédige ses conclusions, favorables ou non au projet. L'ensemble des documents est transmis au préfet à l'issue de l'enquête.

Le dossier d'enquête de la procédure relevant de la loi dite « Bouchardeau » :

- 1) Le dossier envoyé par le maître d'ouvrage est reçu à la préfecture.
- 2) Il est ensuite confié dans aux services de l'Etat (Affaires Maritimes, Douanes, DDE, DIREN...) qui l'instruisent et vérifient sa recevabilité.
- 3) Un avis est alors rendu par les services de l'Etat. S'il est défavorable, le dossier est retourné à la mairie : il est à retravailler. Dans le cas où l'avis est favorable, l'enquête publique est ouverte : l'étude d'impact peut être présentée au public.
- 4) L'étude d'impact doit être consultable durant un mois minimum (5 permanences/semaine) ; avec dans le cas de la DUP Bouchardeau une insertion presse 15 jours avant et durant les 8 premiers jours de l'enquête.
- 5) A la fin de l'enquête, le commissaire enquêteur a un mois pour rédiger son avis qu'il rend au préfet.
- 6) Si l'avis du commissaire enquêteur est favorable, le préfet prend la DUP. Dans le cas d'un avis défavorable, la Commune doit délibérer pour savoir si elle poursuit ou non en sachant que le risque de contentieux est élevé.

Pour exemple, en Languedoc-Roussillon, le service instructeur de l'enquête publique concernant la demande de concession d'utilisation du DPM est le service des espaces littoraux de la Direction Régionale de l'Équipement (DRE). La procédure d'instruction doit faire au préalable l'objet de l'assentiment du préfet maritime. Si la procédure aboutit, elle implique la rédaction et la signature d'une convention entre le concessionnaire et l'État (préfecture). Le schéma suivant résume l'ensemble du cadre juridique et réglementaire et les procédures d'immersions (adapté de Heyraud 2007).

Figure 38 : Cadre juridique et réglementaire et procédures d'immersions (adapté de Heyraud 2007)



La réalisation d'ouvrages de défense contre la mer est théoriquement soumise à une autorisation installations et travaux divers (ITD) en vertu de l'article L 442-1 du code de l'urbanisme mais conformément à l'article R 442-3, l'autorisation n'est pas exigée dans le cas où l'ouvrage est exécuté sur le DPM et fait l'objet d'une procédure d'occupation de ce domaine..

4.4.2.6. Code général de la propriété des personnes publiques

S'agissant d'ouvrages importants et pérennes, l'Autorisation d'Occupation Temporaire du DPM n'est pas la procédure la mieux adaptée pour l'implantation des RA. Par ailleurs, depuis 2000 le décret 83-228 du 22 mars 1983 fixant le régime de l'autorisation de culture marine, utilisé lors des demandes d'immersion de HA, n'est plus applicable. Ainsi, depuis le décret n°04-308 du 29 décembre 2004, l'instruction pour les HA se fait au titre d'une concession d'utilisation du Domaine Public Maritime (DPM) en dehors des ports ; à ce décret se joint une convention précisant les dispositions que doit adopter le concessionnaire.

Précisons qu'aucune autorisation n'est nécessaire au titre du droit de l'urbanisme, en cas d'ouvrage sur le DPM, si ces ouvrages font l'objet d'une autorisation à un autre titre et notamment lorsqu'ils sont soumis à autorisation d'occupation du DPM.

4.4.2.7. Code de l'Environnement

L'article L.321-5 du code de l'environnement (ex article 25 de la loi n°86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection, et la mise en valeur du littoral, dite « loi littoral) dispose que tous changements substantiels d'utilisation du DPM est préalablement soumis à enquête publique. En pratique cela se confond avec les seuils d'enquête Bouchardeau définis à l'article L.123-1.

En effet, conformément à l'article L 123-1 du code de l'environnement, une enquête publique de type Bouchardeau est nécessaire :

- si la superficie des terrains mis hors d'eau ou l'emprise des travaux est supérieure à 2000 m² (rubrique 14 de l'annexe au décret du 23 avril 1985 – Travaux réalisés sur le rivage, le sol, ou le sous-sol de la mer en dehors des ports – édification d'ouvrages de défense contre la mer).
- si les travaux, ouvrages et aménagements sont réalisés dans les espaces et milieux faisant l'objet d'une protection particulière (Aménagements visés au III de l'article L146-4 et aux alinéas L 146-6 du code de l'urbanisme) et si leur montant total est supérieur à 160.000 € (décret n°85-453 du 23 avril 1985)

De plus, au titre du décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 modifié, pris pour application de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, toute installation d'ouvrage ou travaux sur le DPM doit faire l'objet d'une étude d'impact. Le décret n° 75-518 du 25 février 1983 qui modifie le décret n°77-1141 définit le contenu réglementaire de l'étude d'impact comme devant « être en relation avec l'importance des travaux et aménagements projetés et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement ».

Enfin si un projet d'aménagement en HA est susceptible d'avoir un effet significatif sur des zones spéciales de conservation (ZSC) classées en vertu de la Directive Habitats (92/43/CEE) ou sur des zones de protection spéciale (ZPS) en vertu de la Directive Oiseaux (79/409/CEE), une évaluation appropriée de ses conséquences est nécessaire à la lumière des objectifs de conservation du site. L'article L. 414-4 du Code de l'environnement prévoit donc que les projets dont « la réalisation est de nature à affecter de façon notable un site Natura 2000, font l'objet d'une évaluation de leurs incidences au regard des objectifs de conservation du site ».

4.4.2.8. Conformité aux documents d'aménagement du territoire

Tout projet d'aménagement en HA doit être conforme avec les documents réglementaires de planification du territoire qui lui sont supérieurs. Il s'agit donc de vérifier la conformité du projet avec les objectifs ou les orientations des documents suivants :

- Le Schéma de Cohérence et d'Orientation Territoriale
- Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
- Le SMVM (dans certains cas) ou le SAR si le projet se situe dans les DOM TOM.

Une fois la conformité établie, le montage financier du projet peut commencer.

4.4.3. Financement Européen des projets d'habitats artificiels : règlement d'application français, transposé du règlement Européen

Dans le précédent règlement Européen de l'instrument financier d'orientation pour la pêche de 1999 à 2006 (IFOP), il était déjà fait mention de la possibilité de financement de l'UE pour des modules de « protection et de développement des ressources aquatiques » (règlement (CE) n° 2792/1999 du Conseil, du 17 décembre 1999, Titre 3, article 13). Or, si l'Espagne et l'Italie ont profité notamment de ces fonds, l'Etat français lui, n'avait pas transposé ces projets dans son programme opérationnel. Malgré cette ouverture du texte européen, aucune subvention de l'IFOP (pour l'Etat français) n'a été attribuée pour les immersions d'HA jusqu'en 2000. Le Cepralmar¹ (com. pers. Pary 2007) a réalisé avec succès un travail de sensibilisation des services de l'Etat pour que le programme opérationnel prenne en compte cette possibilité de financements par l'U.E.

4.4.3.1. Programme opérationnel 2007 – 2014 français de la Direction des Pêches Maritimes

La Commission Européenne a approuvé début 2007 le programme opérationnel français, qui est donc le texte de référence pour l'éligibilité de projets d'HA. Dans les fiches techniques du règlement d'application réalisées par la DPMA figure l'interprétation nationale du règlement 38 (article 16 du règlement d'application). Le paragraphe ci-dessous est des plus explicites : il n'y a donc pas d'incertitude sur la possibilité de financer des HA, la seule difficulté réside dans les montants financiers prévus dans cette mesure.

Texte du règlement d'application : article 16

Mesures destinées à la protection et au développement de la faune et de la flore aquatiques

1. Le soutien prévu à l'article 38, paragraphe 2, point a), du règlement de base concerne les mesures pour la construction et la mise en place d'objets stables et durables, permettant de créer des RA visant à la protection et au développement de la faune et de la flore aquatiques. L'aide peut couvrir le travail préliminaire à la mise en place, concernant notamment les études, les composants du récif, la signalisation, le transport et l'assemblage du récif, ainsi que le suivi scientifique.
2. L'aide visée à l'article 38, paragraphe 2, du règlement de base ne couvre pas les dispositifs de concentration du poisson.

4.4.3.2. Politique européenne pour le soutien des projets d'habitats artificiels

La politique Européenne relative à la mer et à la pêche s'inscrit dans les règles internationales du droit maritime, et préconise des orientations (livre vert de la politique européenne de la mer, de la pêche) qui sont transposées dans les règlements nationaux.

La volonté politique d'aide et de soutien de la pose d'HA est traduite dans le règlement (CE) n° 1198/2006 du Conseil, du 27 juillet 2006, relatif au Fonds Européen pour la Pêche, où l'on retrouve une continuité avec l'IFOP, et ouverture de la stratégie de promotion des outils de développement des écosystèmes. En effet, on note dans l'article 36 du FEP relatif aux HA, puis précisé par l'article 38, l'apparition et la définition de la notion de « protection et de développement de la faune et de la flore aquatique » et non plus uniquement « des ressources » comme objectif principal pour les HA, proposé par l'IFOP.

CHAPITRE III, Axe prioritaire 3: mesures d'intérêt commun, Article 38, Champ d'application

Mesures destinées à la protection et au développement de la faune et de la flore aquatiques :

¹ CEPRALMAR : Centre d'étude et de protection des espaces lagunaires et maritimes, association de la Région Languedoc Roussillon.

Le FEP peut intervenir en faveur de mesures d'intérêt commun destinées à la protection et au développement de la faune et de la flore aquatiques et, parallèlement, à l'amélioration de l'environnement aquatique. Ces mesures concernent :

a) la construction ou la mise en place d'installations fixes ou mobiles destinées à protéger et à développer la faune et la flore aquatiques;

ou

b) la réhabilitation des eaux intérieures, y compris les zones de frai et les itinéraires de migration des espèces migratrices;

Remarquons, que le terme de « récif artificiel » n'est plus utilisé dans le texte du FEP hormis à l'article 23, en lien avec la création de sites réalisés grâce à la réaffectation de navires de pêche « épaves » : article 23 – « Aide publique à l'arrêt définitif des activités de pêche »

« Le FEP contribue au financement de l'arrêt définitif des activités de pêche de navires de pêche pour autant qu'il s'inscrive dans un plan d'ajustement de l'effort de pêche visé à l'article 21, point a). L'arrêt définitif des activités de pêche d'un navire de pêche ne peut se faire que par:

(...)

c) sa réaffectation à la création de récifs artificiels. Les États membres veillent à ce qu'une évaluation de l'impact sur l'environnement soit réalisée avant ces opérations et à ce que ces dernières contribuent à la réalisation des objectifs visés à l'article 38, paragraphe 2, point a). »

Ce changement de terme au niveau européen conforte notre approche et notre choix sémantique en abandonnant le terme de Récif artificiel pour proposer celui plus intégré d'habitat artificiel. Le concept ancien de la réutilisation d'épave n'est toutefois pas abandonné et peut, dans certains cas, être intéressant. Mais l'avenir des aménagements sous marins est bien lié avec celui de son intégration dans l'écosystème, et dans le socio-système côtier, dans un premier temps pour la pêche artisanale côtière.

Enfin, il semble clair que pour l'Europe, les HA sont un outil à prendre en compte pour le développement des écosystèmes des zones marines (biodiversité marine), et donc le développement des ressources pour la pêche.

4.4.4. Regard sur l'expérience en habitats artificiels français

En France, même si les suivis scientifiques destinés à évaluer l'efficacité d'un RA sont obligatoires, ils ne visent que rarement à évaluer l'efficacité pour la pêche côtière, qui constitue pourtant leur objectif principal. Les suivis effectués ne prennent jamais en compte les usages et les effets sur la pêche car souvent soumis à des contraintes de temps et de moyens (durée réduite, pas de standard, protocoles de suivi différents à chaque site, pas d'éléments de références). Les possibilités d'échanges d'expériences, pourtant nécessaire à la progression des connaissances à la valorisation des expériences, pour l'aménagement avec des HA, sont impossibles. Le manque de rigueur dans la construction des protocoles scientifiques de suivi et pour la collecte des données ne permettent pas d'apporter des éléments, pour un site français, sur la productivité des HA qui reste un sujet en débat. Dès lors, répondre aux attentes des aménageurs ou éclairer le débat des écologistes reste impossible.

Reste posée la question de l'évaluation des politiques publiques sur le sujet car les projets d'HA, dont l'enveloppe moyenne entre 2000 et 2007 se situait autour de 1,447 millions d'€, sont majoritairement subventionnés par des organisations publiques (Europe, Etat, agences, collectivités). Il est intéressant de souligner que le manque de données scientifiques permettant de trancher la question a entraîné un déplacement de la décision des acteurs traditionnels institutionnels vers les usagers principaux. En effet les acteurs de terrain, sont quant à eux majoritairement convaincus de l'utilité d'aménager les fonds en HA, en association avec la gestion des sites (Ducloy 2006 ; Ramos *et al.* 2007). Actuellement, les demandes des collectivités locales sont croissantes : en France, pas moins de 11 projets (au 1^o janvier

2008) sont en cours ou en attente. Mais le facteur le plus important par son impact politique est sans doute l'image sociétale des HA qui est favorable aux projets d'aménagements, et dont l'expression est relayée par l'opinion publique (Pary 2001; Ducloy 2006). En effet, d'après Pary (2001) l'expérience des aménagements installés dans la Région Languedoc Roussillon a montré que leur effet n'était pas seulement halieutique. Ils sont également le support d'une implication croissante des différentes catégories d'usagers dans la connaissance et la gestion des zones côtières. A l'image de ce qu'il se passe autour des lagunes littorales (Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux, contrats d'étangs...), les projets de gestion intégrée s'organisent :

- Dans le Golfe d'Aigues-Mortes, des liens ont été établis depuis 2000 entre pêcheurs professionnels et clubs de plongée. Une structure de gestion est en cours de constitution, qui permettrait de recruter un personnel qualifié pour coordonner toutes les actions, au sein du syndicat mixte qui assure la maîtrise d'ouvrage des projets.
- Autour des Aresquiers et du projet d'immersion d'HA lancé par la mairie de Frontignan, c'est toute une dynamique locale qui est créée, associant de nombreux partenaires (collectivités locales, pêcheurs, plaisanciers, plongeurs, associations écologistes...). De récentes réunions ont conduit à l'élaboration d'objectifs de protection clairement établis.
- Enfin, sur le site d'Agde, un Espace Littoral de Gestion Associé est en cours de gestation et une réflexion a été engagée pour la création d'HA paysagers, qui permettraient de limiter la pression sur les sites de plongée en bouteille (environ 20 000 plongées par an sur le site des tables) et de rapprocher ces opérations des entreprises du loisir.

Les HA en Languedoc Roussillon sont des catalyseurs efficaces des énergies locales autour de la problématique de gestion du milieu marin côtier. Ils ont servi de supports de communication envers le grand public et dans les cas cités en *supra*, ils sont utilisés comme des outils d'aménagement durable et de gestion intégrée de la bande côtière.

Enfin, il nous semble intéressant de noter une évolution dans l'usage des HA vers des aspects récréatifs ou de maintien et de développement d'écosystèmes préservés. Ils ne sont plus perçus sous l'angle unique d'outil d'aide à la pêche professionnelle, mais au sein de systèmes intégrant de nouveaux usages des zones côtières d'intérêt croissant, dont la mise en valeur et le développement d'aires marines côtières.

4.4.5. De nombreuses questions posées par les aménageurs

Les aménageurs français qui souhaitent développer la mise en place d'HA se heurtent actuellement à un manque de document de coordination ou de guide dans leur démarche. Cet état de fait se traduit actuellement par une grande sollicitation de l'Etat de la part des maîtres d'ouvrages. L'IFREMER, par son rôle de conseiller technico-scientifique des institutions françaises maritimes et tutelle des organisations professionnelles en ce qui concerne la pêche, centralise ces données. Ainsi de 2005 à 2007 une quarantaine de demandes sont parvenues au service halieutique d'IFREMER. Les nombreuses questions des maîtres d'ouvrages sont souvent liées à l'évaluation de l'efficacité de l'utilisation des HA à vocation halieutique : potentiels, résultats, choix du site, organisation, volumes, types de récifs artificiels, plan de gestion pour la pêche (Veron 2007).

Actuellement en France, on ne peut apporter de réponse précise à ces questions. Il faudrait pour cela pouvoir se baser sur les résultats d'aménagement utilisant une méthodologie adaptée au contexte français et encadrée scientifiquement, notamment sur le plan des données de pêche et de la gestion mise en place (Veron 2007).

Dans la seconde partie de cette thèse, nous allons donc nous intéresser à la définition d'une méthodologie permettant de créer des habitats artificiels à vocation halieutique.

4.5. DIFFERENCES DES DEMARCHES D'AMENAGEMENT

Notre approche consistera à proposer une analyse synthétique des étapes du projet français, portugais et japonais, au sujet des HA à vocation halieutique.

4.5.1. Japon

Au Japon, la procédure est basée sur la demande des pêcheurs (*gyoren*) accompagnée par les laboratoires publics départementaux (voir figure ci-après), qui à partir des paramètres éco et socio-systémiques proposent des objectifs et une gestion adaptée des sites (juvéniles, réserve, pêche spécifique, jachères). L'évaluation des coûts / bénéfices socio, éco et biologiques déterminent le projet adéquat. Les pêcheurs choisissent enfin le projet qui répond à leur besoin et à leur possible. L'Etat contrôle et valide alors les demandes sur le plan juridique et réglementaire, ainsi que sur le plan scientifique. Il peut les réorienter en indiquant les points faibles ou rejeter les projets. Le suivi est réalisé sur la base des débarquements de pêche (réalisés par les pêcheurs, qui contrôlent par là même ce site) et d'études réalisées par les laboratoires départementaux. Les pêcheurs gèrent ensuite la zone en fonction des objectifs qu'ils ont choisis et pour lesquels ils se sont engagés, après avoir laissé durant deux ans le récif en jachère. Les données sont recueillies et analysées via les laboratoires préfectoraux pour les services de l'Etat concernés.

4.5.2. Portugal

A partir des besoins des pêcheurs, un laboratoire régional public des pêches conçoit un projet adapté aux contraintes écosystémique et socio-systémique de la zone à aménager. L'évaluation des coûts / bénéfices socio-économiques et biologiques déterminent le projet adéquat. Des propositions de mesure de gestion adaptées au potentiel biologique et aux objectifs socio-économiques sont émises par les pêcheurs et validées par le laboratoire régional. L'Etat contrôle et valide alors les demandes sur le plan juridique et réglementaire. Les résultats des suivis scientifiques réalisés à partir de pêches (réalisés par les pêcheurs, qui contrôlent par là même ce site) encadrées par les scientifiques (débarquements) sont centralisés et analysés par le laboratoire régional des pêches. Les pêcheurs gèrent ensuite les sites selon les modalités pour lesquelles ils se sont au préalable engagés.

4.5.3. France

En France, les projets sont à l'initiative des collectivités ou des pêcheurs. Un bureau d'étude privé a alors la charge de définir un projet sans objectif de production biologique ou d'évaluation des retombées socio-économiques ni mesure de gestion des sites. Les pêcheurs ne sont à ce stade plus consultés. L'Etat contrôle et valide alors les demandes sur le plan juridique et réglementaire. Après un suivi (sans contrôle du respect de l'interdiction réalisé par les pêcheurs eux même) de deux ans réalisé par un bureau d'étude privé, les résultats ne sont pas centralisés et la pêche non gérée.

4.5.4. Comparaisons des systèmes de validation et de contrôle des projets d'aménagement entre le Japon le Portugal et la France, similitudes et divergences, points à remédier

L'organisation des étapes du projet d'aménagement en HA fait appel à des étapes relativement identiques en ce qui concerne le Japon et le Portugal mais différentes pour la France.

Etapes de l'aménagement en HA	Japon	Portugal	France
1 - Demande	Pêcheurs (usagers) (relayés par collectivités territoriales, association de promotion du milieu marin et de ses ressources)	Pêcheurs (usagers) (relayés par les collectivités territoriales, association de promotion du milieu marin et de ses ressources)	Pêcheurs (usagers) (relayés par les collectivités territoriales, association de promotion du milieu marin et de ses ressources)
2 - Assistance technico-scientifique Montage du projet	Etablissement de recherche public (scientifique et socio-économique)	Etablissement de recherche public (scientifique et socio-économique) / Bureaux d'études privés	Bureaux d'études privés.
3 - Expertise et contrôle réglementaire et juridique	Etat et ses services administratifs.	Etat et ses services administratifs	Etat et ses services administratifs
4 - Expertise et validation avec un contrôle technico-scientifique	Etat, organisme spécialisé indépendant public	Etat, organisme spécialisé indépendant public	x
5 - Aménageurs	Entreprises privées spécialisées / organisme spécialisé indépendant public	Entreprises privées spécialisées / organisme spécialisé indépendant public	Entreprises privées spécialisées

Tableau 17 : Etapes simplifiées du projet d'aménagement en HA, comparaison entre le Japon, le Portugal et la France.

En France, le montage et le contrôle du projet d'aménagement fait appel à des bureaux d'études privés répondant à une demande sociale. Mais, on constate également qu'il n'y a pas de validation au niveau scientifique et technique par un organisme public spécialisé. En effet, il ne peut y avoir légitimement une telle étape car la validation procède d'un savoir basé sur une expérience empirique (réalisée par les scientifiques dans un contexte national au Japon avec la FRA et au Portugal avec l'IPIMAR). Les aménagements Portugais présentent d'ailleurs des caractéristiques sensiblement différentes des aménagements japonais, adaptés aux objectifs et aux paramètres du géo-système national (plongée de loisir, aquaculture sur les aménagements d'HA halieutiques).

Nous pouvons présumer que cette procédure française relève d'un manque de connaissance de la part des organismes scientifiques français (lié peut être à un manque d'intérêt), entraînant un manque d'organisation des projets, et l'absence d'une méthodologie d'aménagement et d'un réel suivi de contrôle standardisé.

Ainsi, si l'expérience et la méthodologie japonaise n'est pas reproductible telle quelle en France, il est intéressant de s'en inspirer, comme l'a fait le Portugal, pour proposer une nouvelle approche de l'aménagement en HA.

**TROISIEME PARTIE – APPLICATION D'UNE STRATEGIE DE
GESTION INTEGREE DE LA BANDE COTIERE – ESSAI D'UNE
METHODOLOGIE D'AMENAGEMENT EN HABITATS
ARTIFICIELS**

« Nous vous invitons à sortir du cadre existant, de la vision réductrice d'un métier limité à la production.

Un pêcheur c'est aussi un acteur de la vie littorale. Nous défendons une conception élargie de ce métier et de la gestion de la ressource.»

Jean-Michel Le Lay
Pêcheur professionnel,

Président du collectif de réflexion de la pêche artisanale

PARTIE SOUMISE A CONFIDENTIALITE

Cette partie, ainsi que les annexes qui l'a composent, est soumise à confidentialité pour une durée de 1 an (28 mai 2009).

Seuls les membres du jury sont autorisés à consulter ce document.

Dans le cas de l'évaluation de cette thèse les membres du jury s'engagent, au sujet des parties où figure la mention CONFIDENTIEL en en-tête du document, à:

- . ne pas les reproduire ni les dupliquer,
- . ne pas conserver de doubles ou de photocopies

La société Egis Eau et Sylvain PIOCH se réservent le droit d'autoriser la diffusion des informations et de la méthodologie développée ci-après aux personnes en faisant une demande motivée.

Sylvain PIOCH

Pour EGIS EAU

Nom: Thierry MONIER

Titre : Directeur France Sud

1. METHODOLOGIE D'AMENAGEMENT EN HABITATS ARTIFICIELS ADAPTES : DEMARCHE, OBJECTIF ET FINALITE

Le Japon et le Portugal, pays engagés dans l'aménagement en HA pour la pêche côtière ont très tôt mis en place à travers une méthodologie d'aménagement standardisée et généralisée des outils pour les pérenniser : organisme de contrôle et validation des projets sur le plan technico-scientifique, réglementation adaptée (gestion des pêches, droit d'usage), projet d'aménagement planifié au niveau national, suivis scientifiques standardisés, etc.

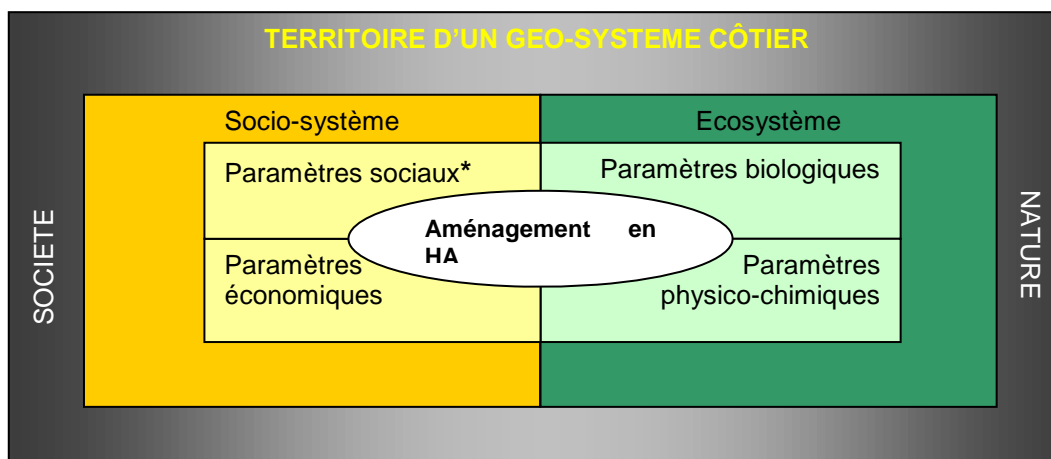
Comme nous l'avons décrit au chapitre précédent, ces stratégies de gestion des ressources sont issues de visions politiques volontaristes, répondant en l'encadrant à une demande sociale pour un usage spécifique, qui dans le cadre de nos choix d'études s'intéresse à la pêche artisanale côtière :

- Usage de production = mesure de soutien durable du secteur économique de la pêche et stabilisation d'apport alimentaire de qualité assurée par les pêcheries côtières pérennisées (Japon, Portugal).

Rappelons également que les « récifs artificiels » au sens large sont utilisés pour leur rôle de protection (qui bénéficie à la production des fonds en préservant du chalutage illégal) ou leur rôle récréatif (plongée, pêche de loisir) et enfin leur rôle « multi-usages » visant la production, la protection et le « récréatif », tendance émergente en Europe liée à la volonté d'intégration des aménagements côtiers en général (Doumenge 2004 ; Ramos 2007; Santos 2007).

D'un point de vue général, les méthodologies d'aménagement doivent satisfaire la demande sociale encadrée par une démarche technico-scientifique, conseillère de la réponse politique visant un développement durable. Le contrôle du bénéfice exigé par le politique impose d'identifier au préalable les critères de validation de la réussite des investissements (Claudet 2006). Progresser dans la connaissance du fonctionnement et évaluer l'efficacité des aménagements en HA n'est possible que si leur élaboration répond à un processus et une méthode standardisée permettant de comparer les projets, ce qui n'est pas le cas actuellement en France (voir chapitre précédent). Comme le précise Bohnsack (1994), une meilleure connaissance du fonctionnement doit permettre d'améliorer l'architecture et l'emplacement des HA pour maximiser leurs bénéfices, de quantifier la magnitude des effets positifs liés à des HA, et de pouvoir tester la pertinence des objectifs des HA. Chaque élément guidant le projet doit pouvoir être comparé avec d'autres projets utilisant la même démarche et en *feed-back* comprendre quels éléments sont sources d'échecs afin de garantir un meilleur taux de succès à venir. Proposer une méthode ne revient pas à figer définitivement un processus décisionnel plus qu'un autre, mais plutôt à identifier une trame à vocation évolutive qui s'enrichit des expériences contrôlées et comparées. L'organisation de sous-ensembles (projets à l'échelle communale) définis avec une même démarche permet de développer des ensembles plus importants (relation des projets à l'échelle régionale) interdépendants, avec l'objectif d'une meilleure intégration et cohérence des échelles d'actions politiques.

Notre objectif est de proposer une méthode de planification pour conduire un projet d'installation d'habitats artificiels adaptés. La stratégie utilisée pour définir le projet intégré est donc adaptée aussi bien au contexte environnemental qu'au contexte socio-économique. Elle utilise l'approche du type G.I.Z.C selon la boucle décisionnelle proposée par Denis et Henocque (2001), au chapitre précédent. Cette démarche fait souvent appel à un grand nombre de données et de paramètres variables selon les contextes, les sites, les politiques locales ou nationales... Il serait complexe et peu réaliste d'appréhender la totalité des profils et des situations probablement rencontrées. Nous avons choisi de centrer notre démarche sur les éléments fondamentaux d'une méthode d'aménagement en HA, comprenant l'environnement dans sa relation « société-nature » (George 1971). L'approche choisie est une démarche géo-systémique (Hypergeo 2008). Elle se base sur l'intégration à l'écosystème (proposée par l'EAF recommandée par la FAO (FAO 1995), ou l'EFH (Magnuson et Stevens 1996), en y ajoutant l'approche par les socio-systèmes maritimes (sans toutefois centrer la démarche sur l'homme comme dans le cas d'un anthropo-système (Brunet 1995). Il est dès lors nécessaire d'avoir une vision de politique globale des territoires maritimes, à savoir répondre à des demandes sociales explicites c'est à dire en les encadrant et en les évaluant périodiquement.



* regroupant les paramètres politiques, culturels et sociétaux

Figure 39 : Contexte dans lequel s'inscrit l'aménagement en HA par l'analyse du géo-système (*i.e.* géo socio-systémique) côtier dans la relation nature et société.

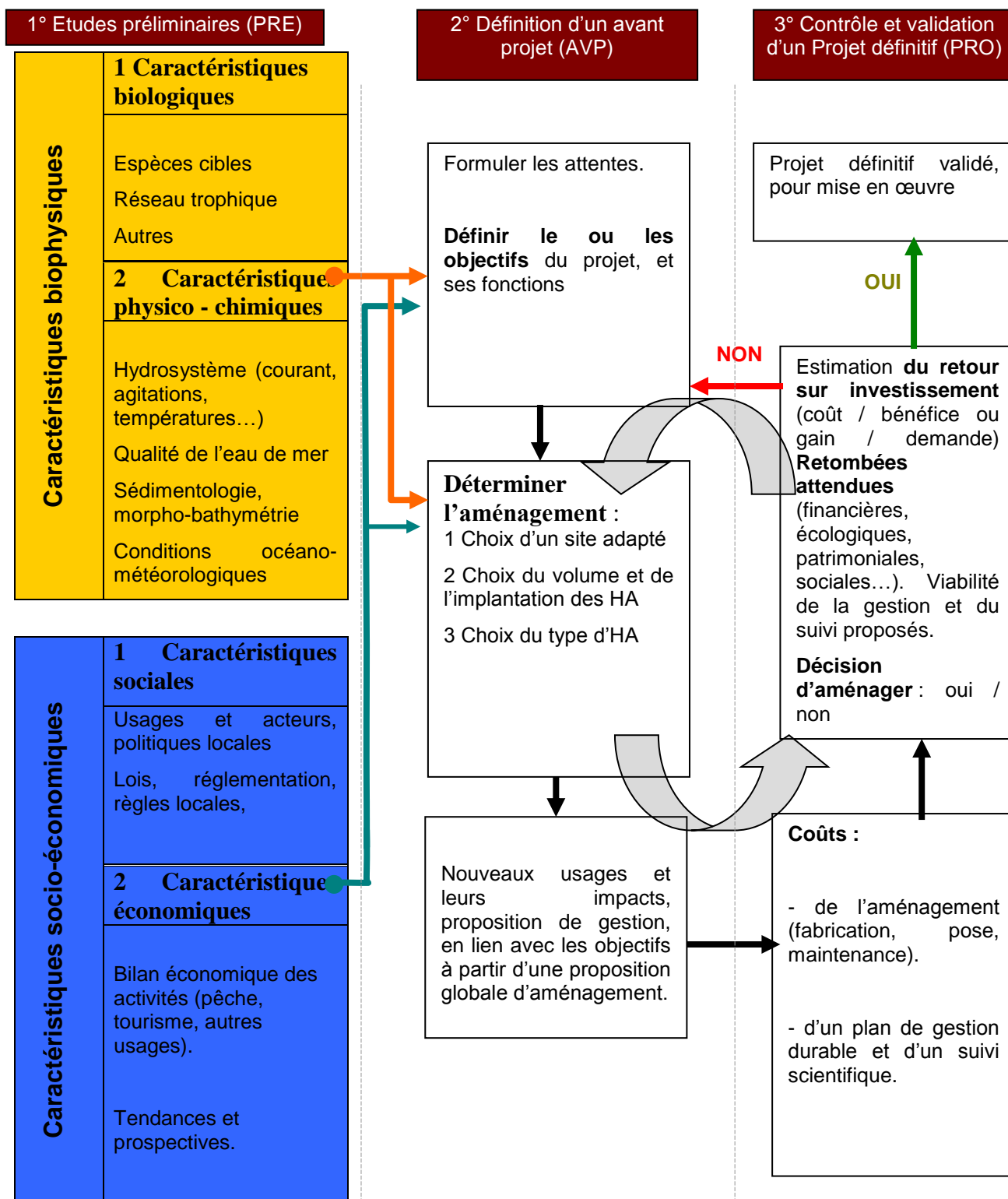
Notre méthodologie est construite selon deux objectifs : l'installation d'espèces cibles (écosystème) et/ou le soutien à la pêche côtière (géo-socio-système). Ces deux objectifs s'imposent aux seuls aspects ludiques ou de protection. En effet, un site aménagé pour sa valeur ludique ou uniquement de protection physique des fonds peut en plus être profitable à l'écosystème s'il s'intègre à l'environnement par l'installation d'espèces du milieu, exploitées ou non. L'aménagement de la mer ne doit pas servir de « vitrine » ou de faire valoir à des projets qui ne la servent pas. L'outil d'aide à la décision proposé répond à un postulat : définir des projets d'aménagement d'HA intégrés à l'environnement *sensu stricto* (s'abriter, se nourrir, se reproduire) mais également des aménagements dont l'objectif primaire ou secondaire est de restaurer, accroître ou mettre en valeur la biodiversité *sensu lato* (ouvrages maritimes, éco-tourisme, aménagements récréatifs). Nous nous appuyons sur l'expérience et la connaissance acquise par la pratique de la pêche en apnée des habitats marins naturels et de l'éthologie des espèces

De plus, grâce au partenariat avec l'entreprise privée Egis Eau (thèse CIFRE), nous avons pu construire et tester cette méthodologie en situation réelle (réponse fructueuse à un appel d'offre en 2007 de projet d'HA pour la commune de St Leu, département de la Réunion). Cela nous a permis d'aborder l'aménagement en HA aux côtés d'acteurs de terrain, en cherchant des solutions aux problèmes posés, en répondant aux questions des futurs usagers et en les intégrant à notre méthodologie afin de valider nos propositions. Nous présenterons cet exemple afin d'illustrer et critiquer nos choix méthodologiques, et montrer comment cette démarche a permis la sélection de sites potentiels sur la commune de Saint-Leu et la nécessité de proposer une gestion adaptée (Pioch et Pary 2007).

1.1. ESSAI DE DEMARCHE METHODOLOGIQUE POUR LA DEFINITION D'HABITATS ARTIFICIELS : PHASES PRELIMINAIRES, D'AVANT PROJET ET DE PROJET

En terme de planification, selon Harmelin et Bellan-Santini (Harmelin et Bellan-Santini 1996), un aménagement en HA « doit être bien pensé, bien placé et bien conçu ». Notre proposition d'approche de définition d'un d'aménagement en HA se base sur les principes déjà énoncés d'une stratégie systémique du type GIZC. L'intégration à l'écosystème et au socio-système d'un aménagement côtier doit s'appuyer sur l'étude des caractéristiques écosystémiques (biotiques, abiotiques) et socio-économiques (Henocque 2006). L'identification méthodologique de ces caractéristiques permet de définir un projet intégré adapté au contexte local (par essence variable) car conçu à partir de la prise en compte de l'environnement et des hommes occupant cet espace. La question initiale essentielle est bien « dans quel but créer cet aménagement ? ». La (ou les), réponse(s) doit guider la conduite du projet, du moment qu'elle est validée par un large consensus. Il devient alors possible d'estimer les effets du projet et d'envisager ses impacts. Les éléments de base pour la réalisation d'un projet d'aménagement en HA sont présentés dans le schéma général suivant.

Figure 40 : Démarche méthodologique globale pour la définition d'un projet d'aménagement en HA (adapté du J.I.F.I.C (2004).



Nous allons à présent définir plus précisément le contenu de la méthodologie proposée.

1.2. ETUDES ET ENQUETES PRELIMINAIRES : CARACTERISTIQUES INITIALES DU PROJET

L'objectif des études et enquêtes préliminaires est de définir l'état initial du site en identifiant les contraintes qui permettraient de définir les paramètres et l'avant projet. Nous les avons réparties en deux catégories : socio-économiques et écologiques. Les principales (au nombre de 34) sont présentées ci-après. Les contenus, le matériel et la méthode permettant de répondre à ces études sont multiples et fortement dépendantes des moyens (humains et financiers) et des contextes : sources bibliographiques, enquêtes et études de terrain, inventaire de terrain, analyses d'échantillonnage, *etc.*, ils ne sont donc pas décrits ici. Par contre, nous avons identifié, pour chaque catégorie d'étude, les objectifs principaux à rechercher pour la conduite du projet (cf. tableaux, phase d'avant projet ou AVP).

1.2.1. Les caractéristiques biophysiques

Pour proposer des HA potentiellement favorables à des espèces locales cibles (protection, restauration, développement, exploitation par la pêche...), il convient de comprendre le fonctionnement biologique et physico-chimique du site. C'est donc à partir des paramètres biologiques et physico-chimiques des zones marines à aménager que l'on pourra définir les besoins des espèces cibles. Les enquêtes de terrain compléteront les données scientifiques bibliographiques, en s'appuyant notamment sur les connaissances empiriques des pêcheurs.

Liste des principaux paramètres biophysiques :

- Topographie
- Nature sédimentaire des fonds
- Couches géologiques sub-sédimentaires
- Dérive littorale des sédiments (direction, volume)
- Conditions d'agitation (houles, vagues, vent)
- Courants généraux (direction, vitesse)
- Bathymétrie
- Températures moyennes (gradient)
- Salinité
- Mouvements des masses d'eau (thermocline, marée)
- Biocénoses
- Distribution des espèces cibles de la pêche
- Couloirs migratoires
- Corridors de déplacement (corridors biologiques à l'échelle locale, large)
- Comportement général et local des espèces
- Comportement trophique (techniques, habitudes...)
- Espèces fourrages (sources, quantité, localisations, qualité de la nourriture)
- Production biologique (primaire, estimation de la biomasse)
- Comportement des espèces cibles (relation à l'habitat)
- Distribution et quantité de nourriture disponible pour les espèces cibles de la pêche

1.2.2. Les caractéristiques socio-économiques

Pour créer un aménagement adapté aux caractéristiques socio-économiques locales, il faut définir principalement le socio-système d'étude. Il comprend des paramètres juridiques, économiques, culturels, traditionnels (pratiques existantes), l'organisation des usages ainsi que les modes de gestion déjà en place.

Ce n'est qu'une fois ces éléments de base identifiés que le maître d'ouvrage pourra valider un objectif visant à créer un aménagement durable (choix d'aménagement attendu / coût).

Liste des principaux paramètres socio-économiques :

- Réglementations et obligations maritimes
- Concessions et allocation de l'espace maritime
- Proximité des ports et autres zones d'intérêt (le port de pêche, sites aquacoles, sites touristiques...)
- Usages (qualitatifs et quantitatifs)
- Histoire, traditions culturelles liées à la pêche (non contradictoires)
- Attentes et besoins locaux (bilan sur l'état de la pêche locale, conflits d'usages)
- Pression(s) réelle(s) sur les stocks d'espèces cibles (dont prélèvements illégaux)
- Partage de l'espace, types de gestion existant
- Potentiel de développement (demande / offre, jeunes, formation)
- Production halieutique et production biologique
- Caractéristiques et techniques de pêche (engins, spécificité pratique des usages, pratiques traditionnelles...)
- Evaluation des bénéfices par type d'espèce (espèces cibles) et/ou évaluation de l'intérêt à protéger un site, des espèces (valeur environnementale)
- Secteurs économiques en lien avec le projet (production, revenus...)
- Poids économique des activités

Le maître d'ouvrage peut préciser la qualité et la quantité de l'aménagement ainsi que les effets qu'il pourrait engendrer, c'est l'objet de l'AVP.

1.3. L'AVANT PROJET DEFINIR LES OBJECTIFS : OU, COMMENT, QUOI ?

Une fois les données initiales déterminées et organisées, des objectifs réalistes d'aménagement peuvent être dégagés. Nous nous baserons sur une approche géo-systémique, qui permet au maître d'ouvrage de mieux engager le dialogue avec les usagers, de reformuler les attentes et les fonctions du projet. Dans ce cadre, l'AVP répond aux choix du site, du volume, de l'implantation et du type d'HA possibles et les mieux adaptés (optimisation de l'aménagement). Cette phase va donner corps au projet en lui-même, elle est donc menée en étroite collaboration avec les organismes institutionnels et les usagers / demandeurs (diagnostic partagé avec les acteurs et usagers).

1.3.1. Choix du site

Le choix du site est lié principalement aux conditions biotiques du milieu (notamment présence et éthologie des espèces cibles). Il doit également prendre en compte les buts socio-économiques de l'aménagement (à quel problème répond-il ?) et les caractéristiques édaphiques permettant d'aménager ou non le fond (dont la topographie, la sédimentologie, l'hydrodynamisme).

Choix du site		
Caractéristiques	Etudes et enquêtes principales	Objectifs principaux recherchés
Physico-chimiques	Topographie	<p>Site avec faible risque d'érosion sédimentaire (creusement).</p> <p>Site plat et stable d'un point de vue des processus d'érosion / accrétion.</p> <p>Conditions physico-chimiques du milieu stables ou favorables aux espèces cibles.</p>
	Nature sédimentaire	
	Couches géologiques	
	Dérive littorale (direction, volume)	
	Conditions d'agitation (houles, vagues, vent)	
	Courants annuels (direction, vitesse)	
	Bathymétrie	
	Températures moyennes	
	Salinité	
	Mouvements des masses d'eau (thermocline, marée)	
Biologiques	Distribution des espèces cibles principales (biocénoses)	<p>Distribution et potentiel des espèces cibles (localisation des réservoirs biologiques, stocks naturels)</p> <p>Bathymétrie et nature des fonds adaptée aux corridors biologiques de déplacement naturels.</p> <p>Potentiel en espèces de poisson fourrage ou nourriture pour les espèces cibles</p>
	Couloirs migratoires	
	Corridors de déplacement (corridors biologiques à l'échelle locale, large)	
	Comportements des espèces (général) / comportements spécifiques (local)	
	Comportement trophique (techniques, habitudes...)	
	Espèces fourrages (sources, quantité, localisations, qualité nourriture)	
	Production biologique (<i>i.e.</i> chlorophylle a, chlorophylle b, estimation de la biomasse, débarquements et objectifs)	

Choix du site		
Caractéristiques	Etudes et enquêtes principales	Objectifs principaux recherchés
Sociales	Concessions et allocation de l'espace maritime	Définition d'objectifs réalistes (basés sur les contraintes et les possibilités locales) Réduire les conflits d'usages Localiser spatialement un site d'installation autorisé et consensuel (Natura 2000, Znieff, DPM)
	Réglementations, contraintes et obligations maritimes	
	Usages (conflits potentiels)	
	Histoire, tradition culturelle liée à la pêche	
	Proximité des ports de pêche et autres zones de pêches	
Economiques	Secteurs économiques en lien avec le projet (production, revenus...)	Proximité avec le port de pêche ou en lien avec l'activité à créer (stabiliser une activité, reconversion...)
	Poids économique des activités, usages	
	Potentiel de développement (augmentation des prises, demande / offre, jeunes, formation)	

Tableau 18 : Aide au choix du site

L'apport de la géomatique semble pertinent pour ces études. En effet, le choix du site répond, pour partie, à une démarche géomatique, par exemple sous la forme d'un SIG (système d'information géographique), car nous travaillons dans le tridimensionnel. En effet, la géomatique est définie comme un champ d'activités qui a pour but d'intégrer les moyens d'acquisition et de gestion des données à référence spatiale en vue d'aboutir à une information d'aide à la décision, dans un cadre systémique¹. L'outil SIG devient très intéressant pour sélectionner un site adapté, car il s'appuie sur un certain nombre de bases de données géographiques, qu'il permet d'intégrer, de gérer, de traiter et de représenter sous forme de cartes (*in* "Les Systèmes d'Information Géographique", Que sais-je?, PUF, éd. 1996). Plusieurs définitions des SIG existent mais toutes incluent l'ensemble de ces différentes fonctions. Citons deux définitions complémentaires traduisant l'apport du SIG : un système d'information géographique est un "système informatique [...] conçu pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion" (d'après le comité fédéral de coordination inter-agences pour la cartographie numérique des Etats Unis, FICCDC, 1988). La définition française est donnée par l'économiste Michel Didier, dans une étude réalisée en 1990 à la demande du CNIG² : "ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision". L'intérêt de l'outil SIG est donc de permettre d'organiser plusieurs sortes d'objets géographiques en thèmes que l'on affiche sous forme de couches (voir schéma ci-après).

¹ Disponible sur le site : <http://seig.ensg.eu>

² Conseil National de l'Information Géographique

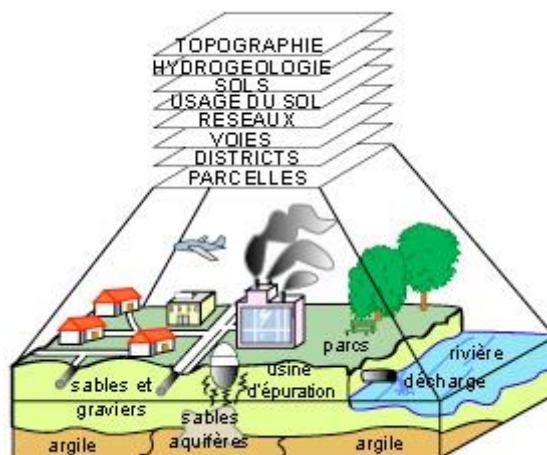


Figure 41 : Exemple de superposition des couches de données et réalité des objets géométriques (Denegre et Salge 2004)

La superposition de ces couches permet d'identifier par sélection ou exclusion le niveau géométrique, c'est à dire la position et la surface des objets répondant aux contraintes et aux objectifs du projet (Denegre et Salge 2004).

Nous donnerons les résultats de l'utilisation d'un SIG basé sur une liste de paramètres (extraits de notre approche méthodologique) représentés en couches (voir p 175), dans la partie consacrée à l'expérience pratique menée à St Leu (sélection de sites adaptés à la pose d'HA).

1.3.2. Choix de la planification et du volume

Le choix du volume, qui comprend également l'organisation spatiale des HA, est dépendant de critères liés aux objectifs de production et en particulier aux espèces cibles et aux objectifs visés pour ces espèces (engraissement, juvéniles, ponte, effet réserve (Claudet 2006)). Ces objectifs peuvent être évalués à partir d'études « classiques » (techniques, scientifiques), et avec la somme des connaissances empiriques acquises par les pêcheurs (Monteiro et Santos 2000).

Choix de la planification et du volume		
Caractéristiques	Etudes et enquêtes principales	Objectifs principaux recherchés
Biologiques	Localisation des ressources locales naturelles (trophiques et espèces cibles)	Objectifs réalistes par rapport au potentiel biologique ou halieutique. Volume adapté aux objectifs quantitatifs souhaités (production, biodiversité, restauration des fonds...)
	Estimation des ressources potentiellement créées par le récif (voir p 140)	
	Déplacements / migrations couloirs migratoires ou corridors biologiques	
	Comportements des espèces sur les récifs naturels (habitats, territoires...)	
	Etat des stocks et « perspectives » (espèces cibles)	
Sociales	Nombre d'usagers (bateaux exploitant, fréquentation...)	Planification, volume et surface d'aménagement correspondant au nombre ou à la qualité des usages (pêche, plongée, surveillance de l'aménagement...)
	Type de pêche	
	Volumes débarqués par la pêcherie existante	

	Superficie d'exploitation par bateau / type de pêche (connaissances empiriques)	
Economiques	Bilan sur l'état de la pêche locale, besoins locaux	
	Pression(s) réelle(s) sur les stocks d'espèces cibles	
	Nombre de bateaux exploitant	
	Production halieutique et biologique	
	Evaluation des bénéfices par type d'espèce et/ou de l'intérêt à protéger restaurer certaines espèces (valeur environnementale)	

Tableau 19 : Aide au choix du volume

1.3.2.1. Comment organiser le plan d'aménagement ?

L'organisation, ou plan d'aménagement, doit répondre aux exigences socio-économiques et biologiques présentées ci-dessus (e.g. corridors, techniques et modes de pêche, protection...) en situant les installations dans l'espace. Nous nous intéresserons à ces relations spatiales avec dans un premier temps le plan d'aménagement, puis dans un second temps les distances à respecter entre les différents niveaux d'aménagement (unité, groupe).

L'organisation hiérarchique (les volumes sont croissants) d'un plan d'aménagement, se compose des éléments suivants :

1. le module simple,
2. l'unité composée d'un empilement de modules simples ou d'un module de grand volume (équivalent en volume à un empilement de modules simples),
3. le groupe composé d'unités,
4. le complexe composé de groupes.

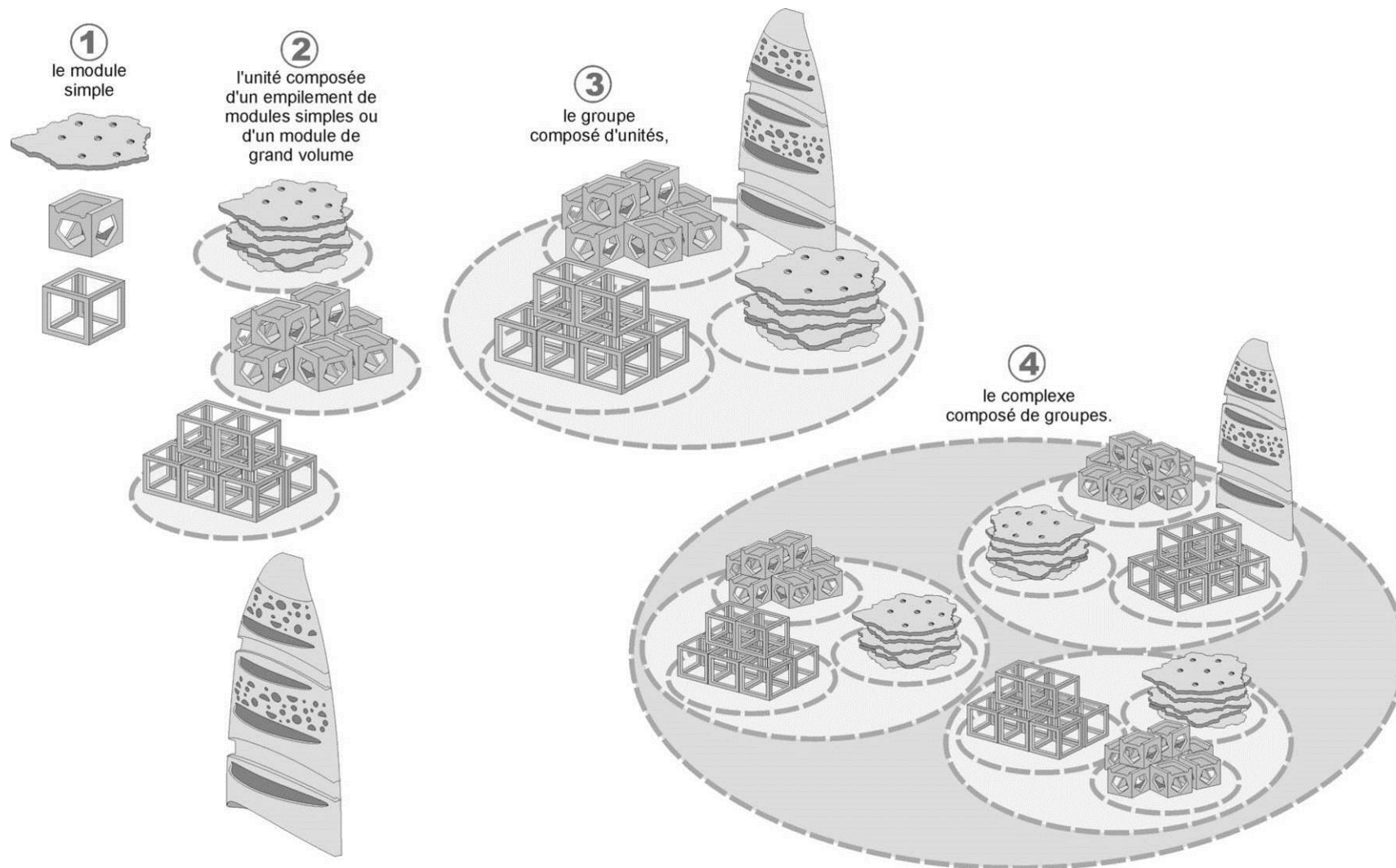


Figure 42 : Organisation des 4 catégories hiérarchiques d'un plan d'aménagement en HA (Pioch adapté de (Takeuchi 2006)

1.3.2.1.1 Planification

En terme d'organisation spatiale des unités et des groupes d'HA, il convient prioritairement de se baser sur les contraintes biophysiques (Ramade 2005). Ces principes doivent être, dans un premier temps, supérieurs aux intérêts socio-économiques car ils garantissent le développement durable des écosystèmes installés sur lesquels, dans un deuxième temps, une gestion durable pourra s'appliquer (basé sur le potentiel biologique). A ce stade le choix des aménageurs est donc conditionné par la connaissance du fonctionnement des écosystèmes, toujours en vue d'en assurer leur développement puis de les gérer.

Les espèces sont vulnérables à tout déséquilibre du milieu (pollution, pêche, prédation) si l'écosystème est réduit (en surface) et de faible diversité spécifique (Ramade 2005, Worm *et al.* 2006). L'application de la théorie dynamique des peuplements insulaires permet de déterminer la valeur, et/ou les caractéristiques, du choix de la zone de sorte qu'ils réduisent au maximum le taux d'extinction des espèces, et évite au mieux toute disparition notamment en phase d'exploitation (Mac Arthur et Wilson 1967). La surface est le premier paramètre capable d'assurer efficacement la conservation des espèces (Ramade 2005). Ainsi, pour développer la biodiversité, il faut s'intéresser aux besoins vitaux des espèces en facilitant leur utilisation de l'aménagement à créer (déplacements trophiques, génésiques, fuites). Les travaux de Forman et Godron (1986) ont ainsi mis en évidence, en écologie terrestre, des effets d'archipels (regroupement de plusieurs unités) pour faciliter les échanges, et parfois les améliorer par la présence de corridors (couloirs biologiques). Ainsi, en terme spatial, si la planification de plusieurs unités (organisées en groupes) est envisagée, il convient de préférer la mitoyenneté plutôt que la dispersion car les corridors de circulation sont ainsi favorisés (voir tableau ci-après d'après (Ramade 2005) et (Kakimoto 2004). Enfin, pour une surface égale, il vaut mieux favoriser le périmètre le plus faible, qui assure une meilleure conservation sur du long terme (Diamond 1975).

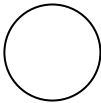


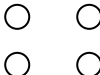
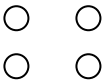

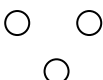





Type	MIEUX	MOINS BON
A		
B		
C		
D		
E		
F		

Figure 43 : Applications de la théorie dynamique des peuplements insulaires à l'évaluation de la surface et de la disposition d'un réseau d'HA, afin de favoriser la conservation des écosystèmes (adapté de Ramade 2005).

Nous pouvons remarquer que ces règles sont vérifiées en mer sous les aménagements aquacoles par exemple car, selon Dempster *et al.* (2002), la production qui y est observée (l'abondance, la biomasse et la richesse spécifique) est directement proportionnelle avec la taille des aménagements (influencé, il est vrai par les apports en nourriture générés par les élevages). Concernant l'espacement des modules, notre expérience de la chasse sous marine montre que les meilleurs « spots » ou sites sont généralement des épaves ou substrats durs isolés, mais ils sont alors plus « fragiles » (exploitation) que ceux situés à proximité de zones réservoirs.

1.3.2.1.2 Distances

Les déplacements d'espèces ont lieu entre unités ou groupes d'HA de même type, ou de type différent. En effet, les espèces cherchent constamment durant leur cycle vital des habitats aux fonctions différentes (abri, nourricerie, ponte). On appellera connectivité spatiale le mouvement entre deux HA de même type proches spatialement (*i.e.* abri à abri), et connectivité biologique (appelée également fonctionnelle) le passage d'un type d'HA (*i.e.* abri) à l'autre (*i.e.* reproduction) (Baudry et Merriam 1998). Le but d'un aménagement intégré est, on le comprendra, de favoriser la connectivité biologique, afin de stabiliser un biosystème autonome véritable écosystème.

Les distances séparant deux unités d'HA dépendent :

- I. d'un point de vue biologique, de l'aire d'influence d'un HA (effet trophique, tactismes¹) et des types d'espèces le colonisant (capacité de déplacement). La distance moyenne maximale entre deux unités d'HA doit être comprise entre 200 m et 900 m selon les types d'espèces et d'unités (Kakimoto 1985). Selon Nakamura (1985) l'optimum, pour des espèces benthiques et demersales, se situerait plus précisément autour de 200 m et pour les espèces pélagiques environ 300 m. Au-delà d'une certaine distance, les échanges biologiques (flux) entre deux unités sont faibles (Santos 2007; Seaman 2007). Pour un écart de 1 000 m, on considère que deux unités sont quasi-indépendantes, car les flux biologiques sont faibles.
- II. d'un point de vue des techniques de pêche, l'organisation dépend de leur mode et de leur type (voir pour exemple le tableau ci-après).

Techniques de pêche	Distance	Disposition des HA
Pêche à la ligne à main	Distance faible (décamétrique à pluri-décamétrique)	Disposition concentrée
Ligne traînante	Distance importante (pluri-décamétrique à hectométrique)	Disposition étendue
Senne tournante	Diamètre très faible	Disposition groupée
Filets droits, certains types de chalutage lent	Distance importante	Disposition réduisant le risque d'accrochage des filets

Tableau 20 : Exemple de distances et de propositions de dispositions des HA en fonction des techniques de pêche.

Une fois ces principes de relations et d'organisations spatiales posés, le volume offrant une quantité d'habitat disponible aux espèces cibles peut être mieux déterminé, suivant les objectifs poursuivis.

1.3.2.2. Quel volume efficace ? Un choix adapté aux objectifs d'utilisation

La concentration en un volume réduit d'espèces cibles (le « spot » évoqué en *supra*) est souvent le fait d'HA inadaptes, car en général ce volume limité ne permet pas le développement d'un écosystème

¹ Tactismes : ensemble des interactions physiques et chimiques créant une attraction vers un HA, thigmotactisme déplacement des espèces vers des points durs, rhéotactisme vers des courants, chemotactisme vers des flux chimiques.

équilibré (com. pers. Koike 2007). D'après Bohnsack et Sutherland (1985), la dimension minimale d'une unité d'HA permettant d'abriter un écosystème viable (équilibre durable) devrait se limiter à 400 m³. C'est d'ailleurs ce même volume que l'on retrouve préconisé au Japon par le JIFIC et la FRA lors des opérations de contrôle des projets (J.I.F.I.C 2004; Akeda 2007). Ce volume semble permettre d'offrir une résistance suffisante aux principales perturbations naturelles extérieures de l'écosystème. Préconiser un volume d'aménagement total inférieur à 400 m³ peut donc être préjudiciable à la stabilité et donc la durabilité de l'écosystème.

Par contre selon Ogawa (1977), « l'augmentation de la production d'un site exploité est directement liée à son volume et à sa gestion », on comprendra donc que seul le volume ne suffit pas pour assurer et pérenniser une exploitation par pêche. D'après Takeuchi (2006), la masse critique de création d'un site destiné à l'exploitation par une petite pêcherie se situe entre 1 200 m³ et 2 000 m³, en fonction de la richesse du site (nutriments, richesse spécifique...). En fonction des objectifs liés au nombre de pêcheurs et aux types d'espèces cibles, le volume de l'aménagement est variable. Pour Akeda (2007) ces paramètres permettent de classer les aménagements en trois catégories de volumes:

- 1 200 m³ « ordinaire » (petite pêcherie)
- 2 500 m³ « grande » (pêcherie moyenne)
- 30 000 m³ « très grande » (grande pêcherie)

Actuellement les plus grands modules unitaires d'HA posés dans le monde ont un volume de 4 000 m³ (Takagi, Hasuo *et al.* 2001), les modules unitaires de taille moyenne ont un volume de 400 à 900 m³ et les petits modules unitaires entre 1,4 à 4 m³.

Un site aménagé en HA adaptés, et correctement géré, peut permettre de réaliser jusqu'à 28,9 % des débarquements annuels d'espèces du type B (voir classement des espèces au Tableau 22) comme les pagres (*Pagrus major*) et en moyenne 5 % d'espèces cibles (cf. Figure 25 (Kakimoto 1985; J.I.F.I.C 2004; Kakimoto 2004)). En terme de production, d'après Nakamura (1980; 1985) sur la base d'un suivi de la production moyenne en kg / an / m³ d'une centaine de sites durant 9 ans, les résultats se situaient entre 5 et 50 kg, soit 27,5 kg de poissons pêchés / an / m³ d'HA. Mais l'auteur soulignait que les résultats étaient variables, notamment au niveau des espèces cibles, et dépendaient principalement des types d'HA et des modes de gestion.

Il s'agit à présent de choisir le type de module, point central de la réussite du projet d'aménagement par ses fonctions d'habitat, et plus tard l'intérêt et la gestion portés au site. Ce point est d'ailleurs le fruit de notre mission de terrain au Japon, de nos réflexions à travers de nombreuses études bibliographiques principalement japonaises, mais également de notre expérience en chasse sous-marine, dont l'objectif est la capture du poisson par la connaissance de son habitat : « être là au bon endroit, au bon moment ».

1.3.3. Choix du type

Les études permettant de sélectionner un type d'HA ont une influence directe sur la croissance et la survie des espèces cibles (Kuroki 1952). Cette connaissance est fondamentale pour pérenniser les stocks ainsi accrus mais elle doit également être complétée par une gestion adaptée aux objectifs de pêche ou de conservation (Djellali *et al.* 2003).

Choix du type et de l'implantation		
Caractéristiques	Etudes et enquêtes principales	Objectifs principaux recherchés
Biologiques	Comportement des espèces cibles (typologie cf. chap. 1.3.3.2)	Type d'HA adapté à l'éthologie des espèces locales ou cibles (types; stade de développement)
	Distribution des espèces cibles principales (biocénoses)	
	Corridors de déplacement (corridors biologiques à l'échelle locale)	L'implantation et le type sont adaptés à l'objectif d'installation des espèces

	Comportements trophiques	cibles (si possible pour chaque étape de leur développement) Positionner les HA sur les corridors biologiques, offrir un abri, une aire de ponte ou une nourricerie.
	Distribution et quantité de nourritures disponibles	
	Production biologique	
Physico-chimiques	Topographie (locale)	Peu d'érosion du fond de pose. Le module ou l'unité ne doivent pas risquer de : <ul style="list-style-type: none"> - s'ensevelir, - glisser, - se déplacer, - tomber. Détermination de la profondeur de thermocline (moyenne)
	Nature sédimentaire	
	Couches géologiques	
	Conditions d'agitation (houles, vagues)	
	Courants annuels (direction, force)	
	Température	
Sociales	Partage de l'espace, types de gestion existant (héritage traditionnel, réserve, autorégulation, règles d'exploitation ...)	La forme du module et l'implantation sont adaptées à l'exploitation souhaitée (réservoir biologique, pêche, loisir...) L'implantation et le type sont adaptés à la gestion du site (si possible pour chaque étape de son développement)
	Caractéristiques et techniques, usages (engins, spécificité pratique des usages, pratiques traditionnelles...)	
Economiques	Bilan économique (activités, pêche locale, utilisation du site)	Attentes économiques réalistes / réalisables (éléments moteurs / freins au développement ou à l'exploitation)

Tableau 21 : Aide au choix du type

Sur la base de ces données et afin d'apporter des réponses aux demandes des aménageurs, nous proposons une méthode d'aide au choix du type d'HA basé sur une typologie des espèces et des HA.

1.3.3.1. Typologie des habitats artificiels adaptés aux espèces cibles

Tout d'abord il convient de définir ce qu'est une typologie. La définition générale donnée dans Le Grand Robert est : « Science de l'élaboration des types, facilitant la compréhension d'une réalité complexe et la classification »...« étude ou classification systématique de types qui ont des caractéristiques ou des traits communs ».

Il s'agit d'un outil standardisé (la méthode) qui permet de structurer un ensemble composite (le catalogue) et de distinguer des unités (groupes homogènes) liées entre elles (d'après Lemoine *in* Garcia et Reveret 1989). Ces unités constituent aussi, et surtout, des ensembles facilitant par la suite leur évaluation puis leur gestion. Elles sont importantes pour apporter une compréhension transmissible, qui vise à dégager des principes et des règles applicables de manière générale.

Mais il convient également de contextualiser cet outil du fait de la diversité des situations, et de l'impossibilité de décider des moyens à mettre en œuvre dans un cas isolé, à partir d'une simple référence à une typologie, aussi détaillée soit-elle (Garcia et Reveret 1989). Elle doit servir de référence

(permettant d'accompagner les choix d'un aménagement), mais en relation étroite avec son contexte et les situations typiques rencontrées.

Nous allons à présent proposer une méthode permettant de structurer deux ensembles composites : les types d'espèces cibles et les types d'habitats adaptés. Une fois cette typologie définie, nous l'utiliserons pour distinguer des groupes homogènes au sein d'un catalogue regroupant 113 modèles d'HA à vocation halieutique.

1.3.3.1.1 Typologie des espèces cibles

Les espèces cibles sont les espèces sur lesquelles le pêcheur a, *a priori*, décidé de porter son activité de pêche et pour lesquelles il a préparé un matériel approprié (Cabane 2005). Mais ce terme s'applique à des espèces sans lien avec des HA ou des récifs naturels. C'est pourquoi, nous dénommerons par « espèces cibles », les espèces présentes ou en lien avec des récifs naturels, cibles de la pêche (également dénommées dans la littérature par le terme d' « espèces récifales » (Galzin 1985)). En effet, les espèces présentes sur les HA sont les mêmes que celles fréquentant un récif naturel (Koike *et al.* 1986), pour peu que les caractéristiques morpho-biophysiques soient les mêmes (Kakimoto 2004).

L'étude du comportement de ces espèces cibles représente sans doute le sujet de recherche relatif aux HA le plus intéressant en écologie marine. Il est très important au Japon, où près de 60 ans de recherches ont apporté des connaissances remarquables. La première publication scientifique d'importance traitant du rapport entre le poisson et un habitat artificiel est signée par le professeur Kuroki, elle remonte à 1952 (Kuroki 1952). Depuis, à travers des nombreuses publications internationales et des sociétés scientifiques¹ le sujet dispose d'une importante bibliographie. Toutefois cette connaissance n'est que faiblement diffusée, car les publications sont exclusivement en japonais. Lors de notre mission au Japon, nous avons eu accès à des publications et des ouvrages qui après traduction, nous ont permis de comprendre l'approche japonaise, en y apportant notre regard de praticien (plongée sous marine). Nos essais typologiques se baseront essentiellement sur les travaux et recherches japonais, dont les caractéristiques biophysiques d'études en milieu tempéré, correspondent relativement bien au climat de la France métropolitaine. Bien sûr, ces résultats n'ont qu'une valeur indicative et doivent être confirmés expérimentalement dans les eaux françaises, mais ils constituent une base de travail intéressante. Enfin, la transposition des recherches se fait également à travers nos connaissances de l'habitat et de la relation avec les espèces cibles.

¹ Principalement la « *Japanese Society of Fishery Science* », la « *Nihon Suisan Gakkaishi* », les bulletins du « *National Reserach Insititute* », ou encore la « *Japanese Society of Fishery Engineering* ».

Les auteurs contemporains ont d'ailleurs largement utilisé ces principes en les validant au Japon et dans le monde (cf. travaux de Sato *et al.* 1984; Harmelin et Bellan-Santini 1985; Kakimoto 1985; Ody et Harmmelin 1994; Kakimoto *et al.* 1995; Seaman 1995; Relini *et al.* 1998; Monteiro et Santos 2000; Brotto et Araujo 2001; Seaman 2007).

Ceci tend à confirmer qu'en matière d'aménagements côtiers, les préceptes généraux concernant les types d'espèces ou groupes¹ déterminés en fonction de leur comportement avec leur habitat semblent universels (Gerino *et al.* 2003). La classification proposée a d'ailleurs été confortée par notre expérience de la chasse sous-marine en France et dans le monde.

D'après Nakamura (1985) modifié par Kakimoto, Ohgai *et al.* (1995), les trois groupes homogènes appelés « types d'espèces cibles » des HA et de la pêche, déterminés en fonction de leur relation avec l'habitat sont :

- Type A (ou I) Espèces benthiques ou necto-benthiques souvent cryptiques vivant sur le fond dont l'habitat naturel est un substrat dur, présentant généralement des cavités sombres et complexes, et avec lequel ils sont en contact.
- Type B (ou II et IV*) Espèces démersales côtières vivant sur ou à proximité du fond dont l'habitat naturel est un substrat dur ou meuble, présentant dans le cas du substrat dur un relief et une ou des cavités moyennes à grandes. Ces espèces restent en contact visuel ou sonore avec les substrats durs et à proximité du fond.
- Type C (ou III) Espèces pélagiques vivant en pleine eau² dont l'habitat naturel est la pleine eau recherchant la proximité des remontées abruptes du fond ou présentant un très fort relief (créant des courants d'« *up-welling*³ »).

Tableau 22 : Classement des espèces côtières cibles de la pêche et des HA fonction de leur groupe éthologique et de leurs habitats naturels (adapté de Kakimoto 2004).

Types d'espèces cibles	Groupes	Habitats naturels
Type A (ou I)	Espèces benthiques ou necto-benthiques souvent cryptiques de substrat dur.	Substrats durs présentant des cavités sombres et complexes.
Type B* (ou II et IV*)	Espèces démersales fréquentant ou vivant sur ou à proximité des substrats durs.	Substrats durs présentant un relief et des cavités moyennes à grandes
Type C (ou III)	Espèces pélagiques vivant en pleine eau	La pleine eau et proximité des remontées du fonds abruptes ou présentant un très fort relief (<i>up-welling</i>).

* Ces types ont été portés à quatre (ou parfois plus) en dédoublant les groupes d'espèces cibles (FAO 1994). Ainsi d'après Kakimoto (2004) les « poissons plats » s'apparentent également au comportement

¹ Le groupe fonctionnel peut être défini comme un groupe d'espèces partageant des effets communs d'ordre biogéochimique et interspécifique. Le terme de groupe est employé par analogie aux groupes fonctionnels, (e.g. groupe fonctionnel trophique).

² En général de la surface à la moitié de la hauteur de la colonne d'eau, selon Nakamura (1985)

³ *Up-welling* : courants ascendants d'eaux froides profondes riches en nutriments.

d'espèces de type B (FAO 1994). Ils n'ont pas de contact avec le récif mais ils vivent à leur proximité pour s'y nourrir. Ils peuvent donc être considéré comme un IV° type ou type D (voir figures ci-après).

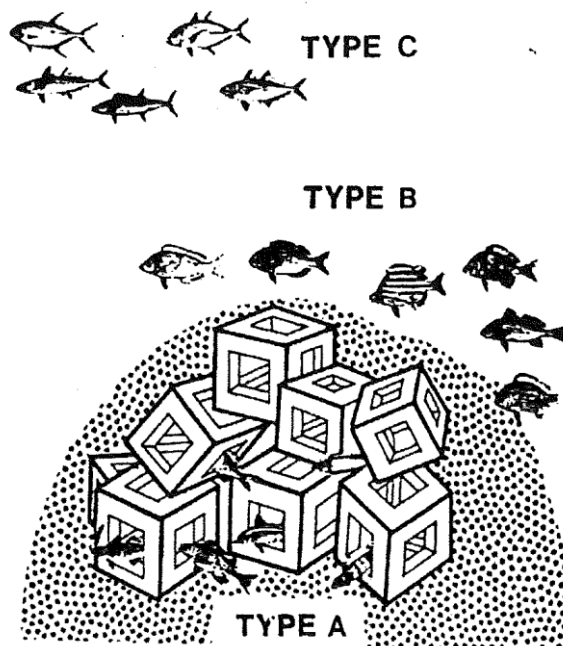


Figure 44 : Types d'espèces cibles fonction de leur relation avec l'habitat A, B* ou C (d'après Ogawa 1982a et Nakamura 1985 adapté par Okubo et Kakimoto 1991).

Pour mémoire nous rappelons également la classification complémentaire proposée avec le type IV (ou D sur la figure ci-dessus) représenté par les poissons plats (voir ci-après).

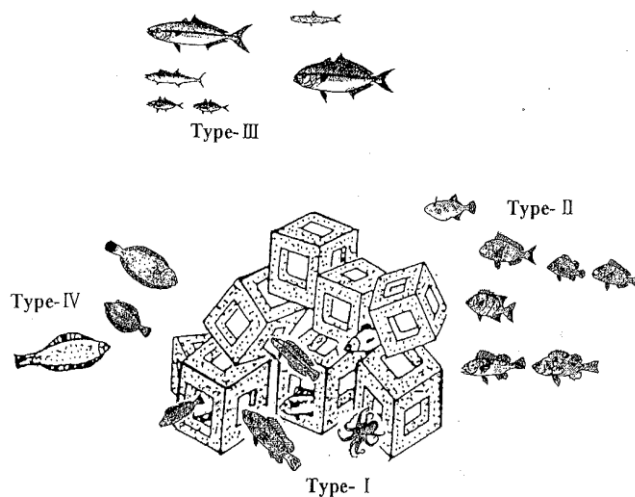


Figure 45 : Typologie séparant les poissons plats type IV du type B (Kakimoto 2004).

Afin d'aider à la classification des espèces cibles pour l'identification d'HA adapté, une fiche « habitat » de synthèse rappelant les paramètres écologiques liés à leurs besoins pourrait être proposée.

1.3.3.1.2 Proposition de « fiche habitat » par espèce cible

La détermination de l'appartenance des espèces cibles à ces trois différents types doit prendre en compte une série de données complexes à organiser (biologiques, physico-chimiques, éthologiques etc.). Pour faciliter la démarche d'étude, nous proposons une « fiche habitat » regroupant ces renseignements, par espèce cible. Cette fiche permet de déterminer l'optimum biogénique des espèces et les caractéristiques de leur habitat naturel, afin de vérifier et/ou proposer un aménagement artificiel adapté (adapté de J.I.F.I.C 2004, d'après Kakimoto 2004).

Nom scientifique : ----		Type d'espèce (A, B ou C)				Nomenclature : ----/----
Nom vernaculaire : ----		et/ou Autres espèces de même famille ou de comportement proche				
Caractéristiques biologiques	Aire de répartition	Géographique ou océanique				
	Stades du développement	Œufs	Larves	Pré-adulte	Adulte	
	Taille	Longueur Diamètre des œufs	L	L	Longueur / hauteur Nombre d'œufs moyen:	
	Développement	Durée (avant éclosion)	Durée (stade pélagique ou nage)		Développement à : Longévité : (an)	
	Alimentation (proies)	Classement par ordre d'importance des proies principales de l'espèce				
caractéristiques physico-chimiques vitales :	Température de l'eau (°c)	Valeur standard du milieu de vie ou favorable / Valeur limite (acquise par l'expérience scientifique)				
	Salinité (°/°°) Nature d'eau	Valeur standard du milieu de vie ou favorable (acquise par l'expérience scientifique)				
	Consommation d'oxygène (ml / kg / heure)	Mesure de la consommation d'oxygène au repos				
Habitat / Caractéristiques biologiques	Profondeur (m)	Valeur standard du milieu de vie ou favorable (acquise par l'expérience scientifique) / Valeur limite (ou acquise par l'expérience scientifique)				
	Nature du fond	Valeur standard du milieu de vie (ou favorable acquise par l'expérience scientifique) / Valeur limite (ou acquise par l'expérience scientifique) + si différent du lieu de ponte				
	Déplacements	migration	trophique	reproduction	autre	
	Affinité avec le récif	Mode de vie en contact avec le récif (+++), autour du récif (++) , éloigné du récif (+) , peu de rapport avec le récif (—)				

Caractéristiques de reproduction	Lieu de ponte	Géographique, type d'habitat
	Période de ponte	Périodes principales en partant du Nord vers le Sud
	Comportement de ponte	Groupe, couple, pleine eau, dans / sur un substrat, un abri, un type de récif naturel...
<i>Remarques / autres informations</i>		<Période(s) de pêche interdite(s)> <Taille limite ou légale de capture, statut ou protection juridique de l'espèce> <Prédateurs / ennemis> <Concurrents intra et interspécifiques> (mérus, rascasses = territoires larges) <Autres>

Tableau 23 : Proposition de fiche identifiant les composantes écologiques des espèces cibles (avec la collaboration de Béarez du Museum National d'Histoire Naturelle, adapté de J.I.F.I.C 2004 d'après Kakimoto 2004).

Afin d'être efficace, cette fiche nécessite de lourdes et complexes investigations de terrain (techniques de mesures, délais, coûts des études). Son utilisation est donc conditionnée à une forte volonté scientifique et politique de connaissance de l'habitat des espèces, afin de le préserver ou de le développer (avec des HA par exemple).

Cette fiche pourrait d'ailleurs être utilisée dans le cadre des inventaires souhaités par la directive habitat dans le cadre du futur réseau Natura 2000 « mer » (Mise en œuvre du réseau écologique européen Natura2000 en mer, en application des Directives européennes 92/43/CEE du 21 mai 1992 dite Directive « Habitats » et 79/409/CEE du 2 avril 1979 dite Directive « Oiseaux »), à la charge du Museum National d'Histoire Naturelle.

1.3.3.1.3 Typologie des habitats artificiels

Rappelons les trois fonctions biologiques permettant de classifier un aménagement sous marin en tant qu'habitat artificiel intégré aux écosystèmes (adapté de Nakano 2007) :

- Nutrition des espèces
- Ponte ou reproduction
- Protection (abri)

(ou « NPP » ; voir schéma suivant).

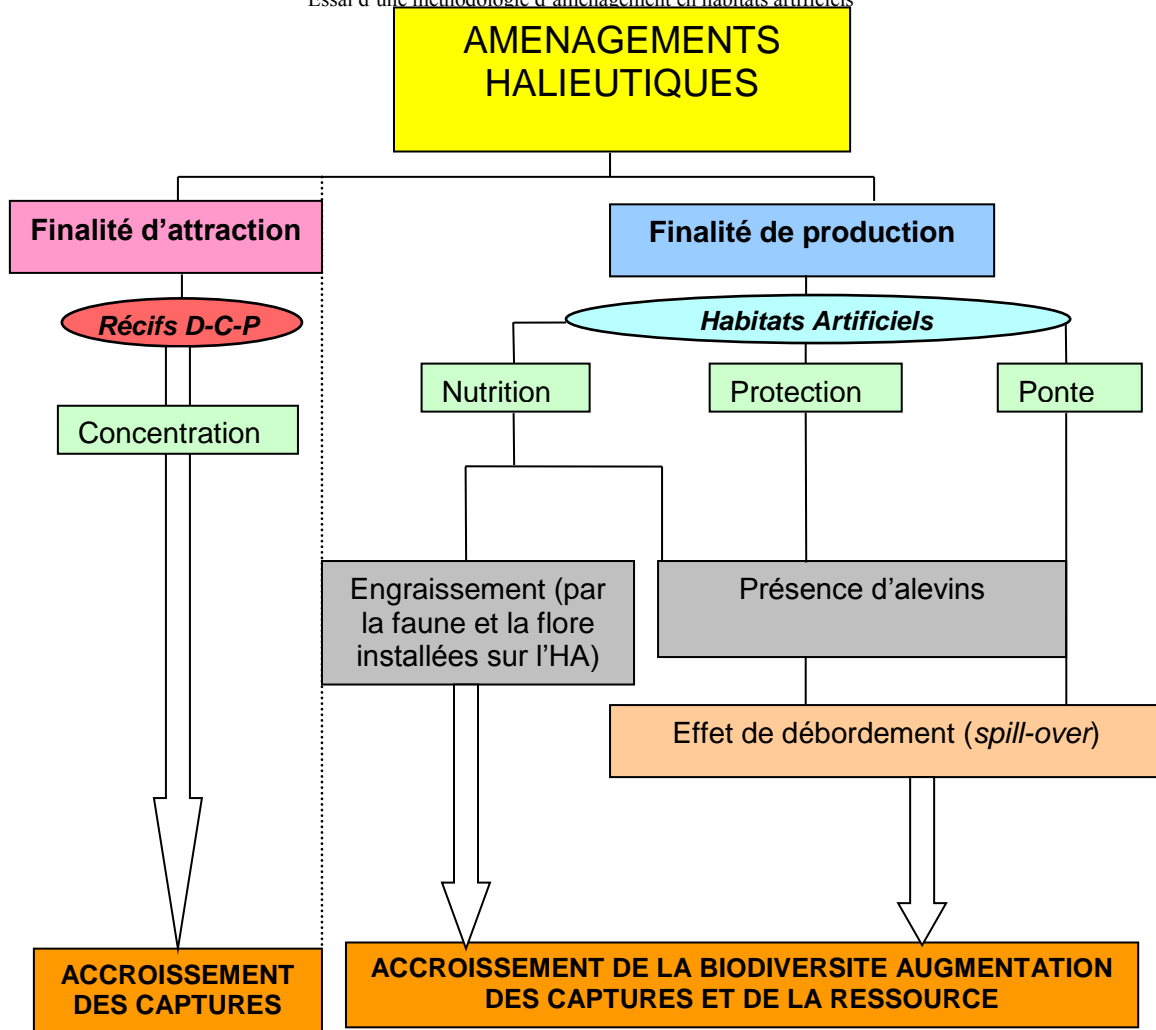


Figure 46 : Objectif et fonctions nécessaires pour définir un habitat artificiel, (adapté et traduit du japonais par Simard et Pioch d'après Nakano 2007).

Comme nous l'avons déjà précisé, nous ne traiterons pas des DCP car ils n'augmentent pas la biodiversité ni la ressource halieutique mais uniquement les captures, se sont donc des engins de pêche. Leur présentation sur ce schéma est à titre comparatif avec notre conception d'un aménagement en HA.

La fonction est induite par la forme et la disposition de l'habitat naturel ou artificiel (voir chapitre 1.3.3.2), nous proposons de regrouper les HA selon cinq groupes morphologiques artificiels représentant les grands types d'habitats naturels des espèces cibles (J.I.F.I.C 2004) :

1. **un simple amas de pierres** entassées, faible hauteur, principalement pour les espèces de type A, (et B suivant les hauteurs et la taille des blocs),
2. **un entassement de petits modules** de béton (blocs cubiques de 1,5 m ou de 2 m de côté, ou de forme cylindrique à entasser) formant un amas chaotique à cavités complexes, faible hauteur, principalement pour les espèces de type A (et B suivant les hauteurs et la taille des blocs),
3. **un assemblage de petits modules** en béton, hauteur variable moyenne à haute, principalement pour les espèces de type B (et C en fonction de la hauteur),
4. **un grand module** en béton, hauteur moyenne, principalement pour les espèces de type B (et C si l'empilement est suffisant pour atteindre une hauteur importante),
5. **un très grand module**, grand volume et grande hauteur, à l'unité en acier ou mixte, principalement pour les espèces de type C (et B dans le cas d'HA mixtes).

(Voir figure ci-après).

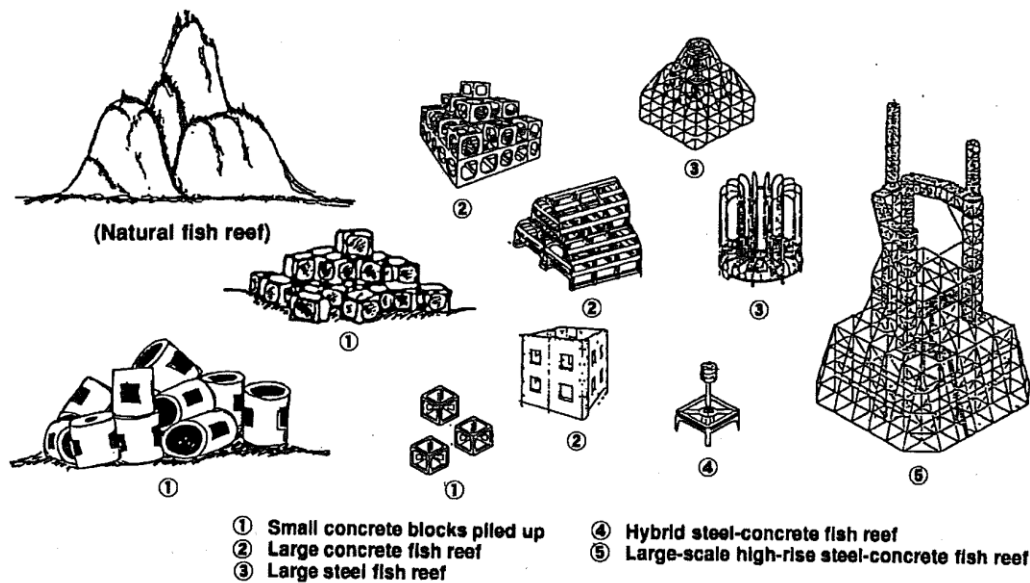


Figure 47 : Différentes formes d'HA utilisés en 2006, la forme 1 s'apparente à l'amas de pierres (NRIFE, extrait de « Fishing reef technology in Japan » Takagi et Takeuchi, présentation pour IFREMER, février 2006, Chôshi, Japon).

1.3.3.2. Essai de méthode d'aide à la sélection d'habitats artificiels

Pour Harmelin (1996), le choix d'un HA est complexe et doit répondre aux objectifs d'exploitation définis en amont d'un projet (halieutique, biologique ou économique). Les espèces « habitent » un récif naturel ou artificiel en fonction de leurs besoins vitaux et des avantages qu'elles y trouvent (on pourrait parler d'ergonomie de l'habitat, en faisant abstraction de la notion de confort).

L'abri est une des fonctions prépondérante des HA. Selon Wahle (1992) ou Johns (1987) la complexité de l'habitat contribue, en créant des abris adaptés, à réduire le taux de prédation (Paille et Gendron 2001). Mais l'analyse qui en est souvent faite répond à une approche anthropique qui considère que la « cavité » sombre (maison fermée) est l'abri le plus efficace (Ody et Harmmelin 1994). En fait dans un système tridimensionnel, les mouvements d'attaques des prédateurs sont souvent liés à un déplacement vertical de bas en haut ou de haut en bas. D'après Kakimoto (com. Pers. 2007): « un abri efficace est un espace permettant l'installation choisie d'une espèce lui procurant une protection physique. Il doit notamment protéger le poisson des attaques venant du haut vers le bas à la manière du toit des maisons ». Cette protection crée une sécurité « recherchée » par les poissons de type A et B (Ogawa, Nakamura *et al.* 1982). Ces catégories d'HA sont directement liées aux types d'espèces dont l'affinité avec l'HA est positive soit, en valeur, 80 % des espèces cibles côtières japonaises (Kakimoto 2004).

On peut donc classer les HA en fonction des espèces cibles pour lesquels ils sont le mieux adaptés, à partir des:

- types d'espèces cibles (types A, B ou C)
- types morphologiques d'HA (1, 2, 3, 4 ou 5).

Le tableau suivant propose un classement des catégories d'HA dont la forme est adaptée aux différents types d'espèces cibles.

Types d'espèces cibles	Complétude de l'HA	Taille des cavités de l'HA	Hauteurs de l'HA	Catégories 1		Catégories 2		Catégorie 3
				Blocs de roche	Modules petits entassés	Modules petits assemblés	Module moyen	Module de grande taille
A	Forte	Hauteur > ou = espèce cible	Faible 0 à 5 m	X	X	(x)	(x)	
B	Moyenne	Hauteur et largeur > espèce cible	Moyenne 2 à 10 m	(x)	(x)	X	X	(x)
C	Faible		Grande > 10 m			(x)	(x)	X

X espèces principalement bénéficiaires / (x) espèces pouvant bénéficier

Tableau 24 : Relation entre les 3 types d'espèces cibles et les 3 catégories d'HA (adapté de Kakimoto 2004).

D'après Nakamura (1985), les espèces benthiques et demersales de type A et B sont généralement observées dans des habitats aux cavités inférieures à 2 m et offrant un abri aux courants (notamment forts). Pour les espèces pélagiques, sensibles aux vibrations engendrées par les perturbations hydrodynamiques sous marines (ondes acoustiques), l'important est de favoriser ces phénomènes. Ces perturbations, susceptibles d'être attractives, pour les pélagiques sont créées par des habitats (ou dans ce cas plutôt des obstacles) supérieurs à environ 10 % à 20 % de la hauteur d'eau (Marinoforum 21 2008). De plus, de manière empirique, certains critères attractifs des habitats naturels pour les espèces cibles côtières en France du type A, B ou C ont été observés en chasse sous marine en apnée.

Les HA de catégorie 1 présentent des cavités (appelées ragues) internes dont la taille est adaptée aux besoins et à la taille **des espèces A** le fréquentant (espèces présentant un fort thigmotactisme¹). Ces espèces disposent potentiellement d'au moins deux côtés de l'HA en contact avec leur corps (préférentiellement le haut et le bas) (Kakimoto 2004). En conséquence les dimensions internes de l'HA (plus particulièrement la hauteur) sont déterminées en fonction du diamètre de leur corps ou du stade de développement ciblé. **Les HA de catégorie 2**, l'espace interne doit permettre par sa taille **aux espèces B** de se reconnaître visuellement entre elles (Takeuchi 2006). L'espace interne d'un HA permettant d'offrir un habitat adapté aux espèces B (et partiellement A) doit répondre à une forme dont les dimensions internes sont variables mais dont la hauteur permet au poisson de se déplacer, sans entrer en contact avec l'HA (Takeuchi 2006). **Les HA de catégorie 3** adaptés **aux espèces C** (pélagiques) l'objectif est que la taille et la forme contribuent à influencer (courant) une colonne d'eau comprise entre la surface et la moitié de la profondeur totale du site (Akeda 2007). L'HA génère physiquement une perturbation courantologique. Afin de créer un effet constant et de conserver les espèces pélagiques, il convient que la plus grande partie possible de la structure, soit également au dessus de la moyenne annuelle de la thermocline². Cela a pour effet d'attirer la majorité des espèces C, circulant préférentiellement au dessus de la thermocline et entre la surface et la moitié de la colonne d'eau. Voir compilation de ces données dans le tableau suivant.

¹ Rappel du terme thigmotactisme : déplacement orienté dans la direction d'un corps solide (source de stimulation externe)

² Zone de transition entre deux masses d'eau de températures différentes et se mélangeant difficilement

Types d'espèces cibles	Comportements	Habitats naturels recherché	Catégories d'HA adaptés	Morphologies des HA			Comportements sur l'HA
				Abris	Hauteur	Espaces internes	
A	Benthiques. Faible déplacement à l'échelle locale	Substrats durs présentant des cavités sombres et complexes.	1	Abris nombreux et complexes	Hauteur faible cavités > ou = espèces cibles	Espaces internes proches de la taille des espèces benthiques (cavités étroites et souvent cryptiques).	Majorité ou partie du corps en contact avec l'habitat artificiel.
B	Démersales. Déplacement moyen à important, à l'échelle régionale à nationale	Substrats durs présentant un relief et des cavités moyennes à grandes	2	Abris peu complexes	Hauteur moyenne Cavités > hauteur et largeur espèces cibles	Espaces internes suffisamment grands pour que les poissons demersaux puissent visuellement s'identifier entièrement et se déplacer dans les cavités sans entrer en contact avec l'HA.	Peu de contact physique avec l'habitat artificiel. Mais nage à proximité
C	Pélagiques. Grands déplacements migrants échelle internationale	La pleine eau et proximité des remontées du fonds abruptes ou présentant un très fort relief (<i>upwelling</i>).	3	Pas d'abris	Hauteur grande Cavités ou non	Forme créant des perturbations courantologiques et/ou une position entre la surface et la moitié de la colonne d'eau, au dessus de la thermocline moyenne.	Eloignée de l'HA et vivant en pleine eau

Tableau 25 : Synthèse des morphologies d'HA en relation avec le comportement relatif à l'habitat des différents types d'espèces cibles (adapté de Kakimoto 2004 et Takeuchi 2006).

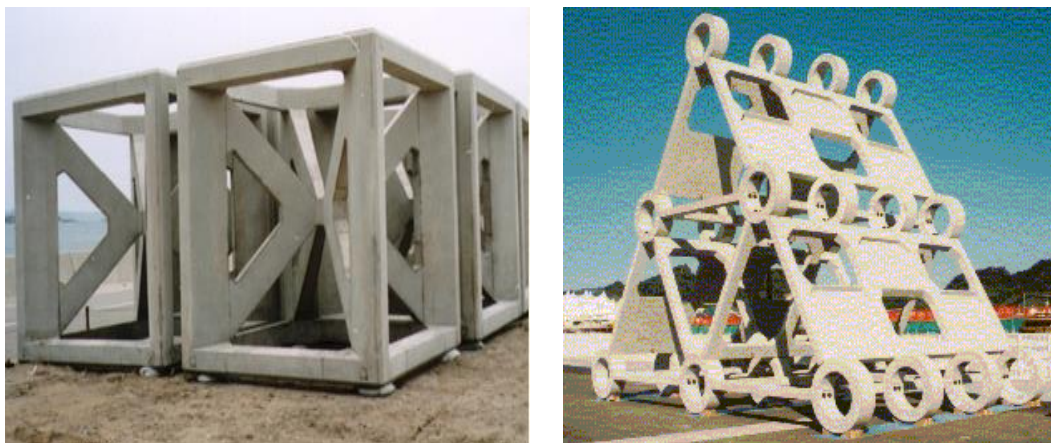
Figure 48 : Illustration de quelques morphologies représentatives des 3 catégories de récifs, en lien avec les 3 types d'espèces cibles (photos Pioch et Nyssioukyou).

Catégorie 1



Réf. K05, 5 x 5 x 1.7m - (espèces A)

Catégorie 2



Réf. FP 500, 5 x 5 x 5 m - - (espèces B)

Réf. 130 I, 8 x 5 x 7,6 m - (espèces B)

Catégorie 3



Réf. HR 2018, (Larg. x long x Haut) :
17.50 x 17.50 x 20.00 m - (espèces C)

Réf. H21XB-444, 12 x 11 x 21 -
(espèces C)

1.3.3.3. Catalogue des habitats artificiels

Après avoir proposé une typologie des espèces cibles et des types d'habitats adaptés, nous proposons de distinguer des groupes homogènes au sein d'un catalogue (voir Annexe 3). Il est principalement basé sur l'inventaire des HA japonais à vocation halieutique, (plus grande diversité de modèles), ainsi que quelques modèles posés dans le monde et en France (Ino 1974; Kakimoto *et al.* 1995; Santos *et al.* 1996; Ito 2007; Seaman 2007).

Pour cela, nous proposons d'organiser ce catalogue sur la base d'un classement structurant simplifié comprenant des paramètres, adaptés de nos choix méthodologiques, liés :

- à la morphologie avec, lorsque cela a été possible, une photo (renseignement également sur les matériaux), d'un plan et des cotes,
- au volume total et du volume disponible, c'est-à-dire le volume d'eau contenu dans l'HA,
- au stade de développement visé (juvénile ou adulte),
- à la catégorie d'espèces cibles pour laquelle ils sont conçus.

Sur ce dernier paramètre il convient de préciser que le classement s'est effectué à partir du type d'espèce cible principale mais non exclusive. Ainsi un modèle destiné aux types d'espèces C peut selon les aménagements organisés à sa base ou sur la structure accueillir des espèces de type B ou A.

La surface est un critère également important pour la fixation d'espèces sessiles, nous n'avons pu déterminer dans le présent travail cette donnée car cela aurait nécessité de modéliser chaque HA. Mais nous recommandons de déterminer cette valeur, par exemple en modélisant les HA avec un logiciel du type AutoCad® (Autodesk, Inc.) grâce aux cotes et aux volumes présentés dans notre catalogue.

Au total 113 modèles d'HA à vocation halieutique sont proposés (voir Annexe 4).

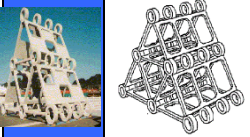
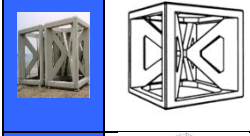
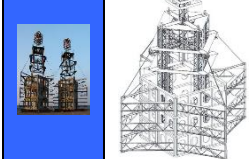
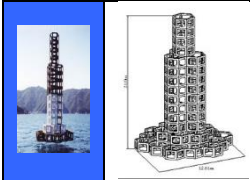
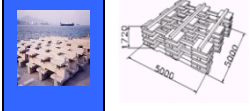
Modèles	Dimensions (m)				Volume total m ³	volume disponible m ³	Poids T	Catégorie / espèces cibles	Juvéniles	Adulte
	L	l	ø	h						
	8	5		7,6	304	211	25	2 / B	-	X
	5	5		5	125	100	43	2 / B	-	X
	17,5	17,5		20		1 285	79	3 / C	-	X
	12	11		21		405	49	3 / C	-	X
	5	5		1,7	42,5	32	19,5	1 / A	-	X

Tableau 26 : Extrait du catalogue d'habitats artificiels à vocation halieutique.

Ce catalogue technique permet de disposer des différentes formes et objectifs généraux des HA. Cette base permettra d'apporter des éléments d'aide à la décision pour les aménageurs après analyse des

contraintes et objectifs identifiés du projet par l'analyse socio et écosystémique. Ce travail, essentiellement bibliographique, mérite bien sûr d'être complété au fur et à mesure de la création de nouveaux modèles (après leur validation scientifique par un suivi pluriannuel). Il devra également tenir compte des critiques formulées par les utilisateurs afin d'améliorer les propositions de critères distinctifs (basés sur nos choix typologiques et méthodologiques développés en *supra*). De plus, ce catalogue pourrait assurer la transmission des caractéristiques des différents modèles disponibles, afin de permettre leur amélioration ou leur développement.

1.3.3.4. Modèles innovants

Signalons trois autres catégories d'HA artificiels dont la conception récente est innovante ou présente des particularités faisant de ces modèles des « types expérimentaux ».

HA pour up-welling :

Le premier est un véritable « récif » sous marin dont la disposition sur des veines de courant d'eau froides profondes, permet de créer des tremplins courantologiques de nutriments appelés « *up-welling* » favorables au développement du phytoplancton (voir schéma extrait de (Ashcrete Corporation 2007). Il existe une dizaine de projets opérationnels au Japon, leur effet est principalement destiné à apporter de la nourriture aux petits pélagiques et à favoriser leur reproduction dans leur habitat naturel qui est la pleine eau.

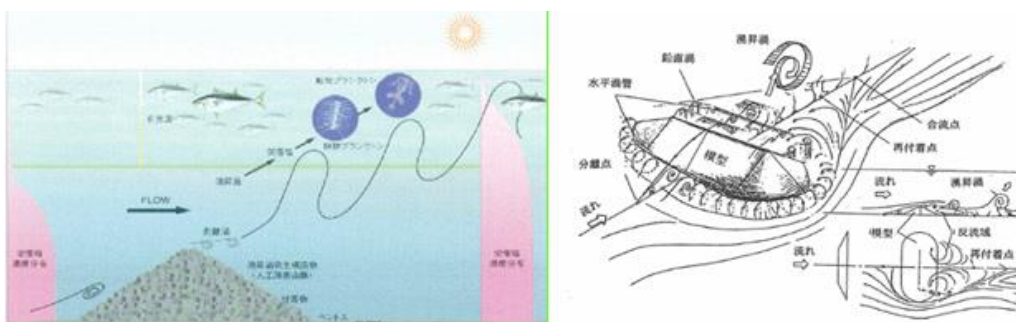


Figure 49 : Schéma de principe et des fonctions des HA à « up-welling » extrait de (Ashcrete Corporation 2007).

Système de pompe à eaux froides :

Le deuxième s'apparente à un système de bouée flottante distribuant de la nourriture sur une zone aménagée, système abandonné pour sa rentabilité trop faible (Simard 1991). Il est développé actuellement par le *Marino-forum 21* (organisme de recherche japonais dédié à l'innovation maritime, équivalent à l'ANVAR en France). Le nouveau système ne distribue plus de granulats, mais consiste à créer des « *up-welling* » locaux en pompant l'eau riche en nutriments en profondeur et en la remontant en surface pour nourrir le phytoplancton vivant dans la zone euphotique proche de la surface – voir schéma ci-dessus) (Ouchi *et al.* 2005). Le coût du projet est d'environ 4 millions d'€ (700 000 000 Yen) et les premiers résultats d'un récif pompe posé dans la baie de Sagami (ville d'Hiratsuka) sont encourageants. L'augmentation nette de la pêche fut d'environ 500 T / an en moyenne après 3 ans. La maintenance du système (coût des pompes et des ancres) reste une inconnue importante pour la validation et la pérennité du système.

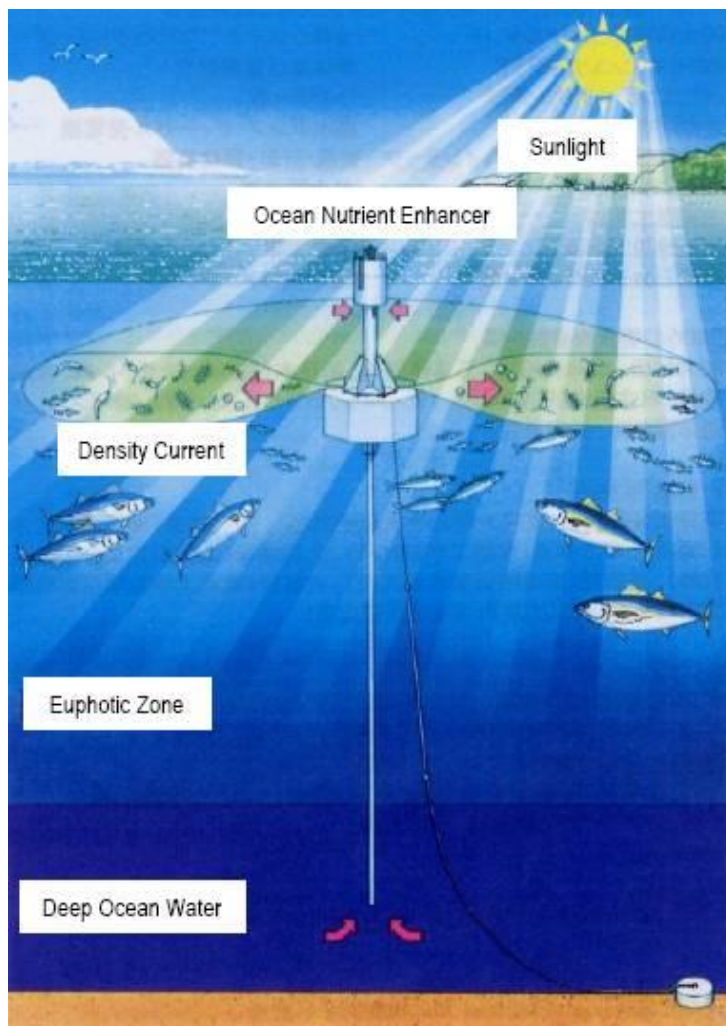


Figure 50 : Schéma de principe d'un système de pompe pour créer un « up-welling » ponctuel (Ouchi et al. 2005).

HA pour algues :

Le troisième est un HA dédié à l'installation d'algues marines. Le béton constitué d'un granulat biogène facilite et accélère le développement des thalles. Leur morphologie particulière est adaptée aux fortes contraintes physico-océaniques des petits fonds fortement ensoleillés, mais très instables d'un point de vue sédimentaire (remise en suspension des sédiments et affouillement fort dans ces zones soumises au déferlement).



Photo 9 : HA pour algues marines, destiné aux petits fonds côtiers et aux fortes conditions hydrodynamiques (GRA II présenté lors de la réunion du J.I.F.I.C 2007)

1.4. OUTILS DE DEVELOPPEMENT DURABLE DE L'AMENAGEMENT FRANÇAIS

Traiter des ressources implique d'envisager leur durabilité et donc de définir au moment de l'étude une gestion instaurant les seuils d'exploitation possible (Santos, 2007). A ce stade de l'avant projet, il devient possible d'identifier les effets ou les nouvelles contraintes potentiellement créées par l'aménagement (activités, biologiques, patrimoniales...). Les mesures de gestion à proposer pour garantir la pérennité de l'aménagement doivent donc être considérées.

La gestion d'un site se fait à deux niveaux : outils d'exploitations, et organismes en charge de son application. Nous nous intéresserons tout d'abord à l'évaluation des outils d'exploitation puis aux organismes en charges de les utiliser et de les appliquer.

La gestion découle directement des orientations stratégiques adoptées par le maître d'ouvrage suivant deux tendances :

1. conférer à la zone d'HA un usage strictement réservé à la pêche professionnelle
2. ouverture sur une utilisation plus adaptée à des usages diversifiés de ces aménagements.

Afin de déterminer comment gérer les zones de HA, qu'elles soient de type « usage unique » ou « multi-usages », nous proposons une évaluation présentée sous la forme « avantages – inconvénients » des outils de gestion possibles.

1.4.1. Quels outils de gestion? Consistance, effets, bilans

Ces outils sont très importants pour le développement durable du site ils fixent les règles de gestion assurant sa pérennité. Les sources juridiques citées sont disponibles sur le site www.legifrance.gouv.fr.

1.4.1.1. Le parc naturel marin (PNM)

Définition :

Article 1 de la Loi n°2006-436 du 14 avril 2006

« Les parcs naturels marins peuvent être créés afin de contribuer à la connaissance du patrimoine marin ainsi qu'à la protection et au développement durable du milieu marin. »

Espace d'application :

Domaine public maritime, eaux territoriales et intérieures françaises

Objectifs :

Intégrer la protection de l'environnement dans la gestion de l'espace maritime ; principe même de la gestion intégrée qui prend en compte l'ensemble des enjeux socio-économiques et environnementaux.

Objectifs multiples : protection de la biodiversité, gestion des ressources halieutiques, lutte pour une diminution des pollutions et une amélioration de la qualité des eaux, préservation des paysages et du patrimoine culturel, promotion d'une gestion intégrée.

Texte de référence :

Loi n°2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux.

Décret n°2006-1266 du 16 octobre 2006 relatif à l'Agence des aires marines protégées et aux parcs naturels marins

Acte juridique d'institution :

Décret créant un parc marin pris après enquête publique ; il fixe les limites du parc et la composition du conseil de gestion et arrête les orientations de gestion du parc naturel marin.

Effets :

Réglementation propre au parc : les activités existantes peuvent être réglementées ou interdites. La réglementation du parc doit tenir compte de l'importance de maintenir ces activités lorsque celles-ci sont compatibles avec les intérêts de protection à l'origine du classement.

Gestion : la gestion est dirigée par un conseil de gestion composé de différents membres (représentants de l'administration, représentants d'acteurs locaux : collectivités locales, usagers *etc.*). Ce conseil élabore un plan de gestion qui traite de l'organisation des usages ou des prélèvements, de l'information, de la sensibilisation, de la restauration de la qualité des milieux trop dégradés, de l'aménagement des accès ou de l'entretien de certains sites *etc.* L'application du plan de gestion est réalisée sur le terrain par une équipe technique. Cette équipe veille au bon fonctionnement du parc et s'assure du respect des mesures réglementaires en vigueur. Le non respect de ces mesures peut donner lieu à des sanctions pénales.

Exemples :

Le premier parc naturel marin français vient d'être officialisé. En effet le ministre de l'écologie a ratifié le décret d'application concernant la création du parc marin de la Mer d'Iroise le 29 juin 2007. L'espace maritime concerné représente plus de 300.000 ha.

Bilan :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Création d'un conseil de gestion (vers une autonomie)• Système de surveillance renforcé, propre au parc• Subventions accordées par l'Agence des AMP (2007)	<ul style="list-style-type: none">• Procédure très lourde et longue• Doit être à l'initiative des services de l'Etat• Manque de recul sur l'efficacité d'un tel outil• Perception parfois négative par les pêcheurs

Tableau 27 : Bilan des avantages et inconvénients des parcs marins

1.4.1.2. La réserve naturelle nationale (RNN)

Définition :

« Partie du territoire où la conservation de la faune, de la flore, du sol, des eaux, des gisements de minéraux et de fossiles et, en général, du milieu naturel présente une importance particulière et en conséquence, il convient de la soustraire à toute intervention humaine susceptible de la dégrader »

Les réserves naturelles sont des espaces naturels protégés d'importance nationale.

Espace d'application :

Territoire communal, domaine public maritime, eaux territoriales et intérieures françaises.

Objectifs :

Il s'agit d'un outil chargé de la mise en œuvre de la stratégie nationale de conservation de la biodiversité. Ses objectifs sont multiples et définis à l'article L 332-1 du code de l'environnement : protection d'espèces protégées, conservation d'habitats prioritaires, poursuite du programme de protection des espaces naturels Outre-mer, préservation des ZNIEFF *etc.*

Texte de référence :

Articles L. 332-1 à L. 332-27 et R. 332- 1 à R. 332-29 et R.332-68 à R. 332-81 du code de l'environnement.

Circulaires n° 1432 du 19 février 1986, n° 87-87 du 2 novembre 1987, no 95-47 du 28 mars 1995, et n° 97-1 du 7 octobre 1997.

Acte juridique d'institution :

Décret simple lorsque les propriétaires concernés sont consentant au classement.

Décret en Conseil d'Etat, en cas d'opposition d'un ou plusieurs propriétaires.

Le classement en RNN doit procéder de la volonté d'assurer la conservation d'éléments du milieu naturel d'intérêt national, ou de celle d'assurer la mise en œuvre d'une réglementation communautaire ou d'une obligation résultant d'une convention internationale.

Effets :

Réglementation propre au site: Les activités pouvant être réglementées ou interdites sont notamment : la chasse, la pêche, les activités agricoles etc. La réglementation de la réserve doit tenir compte de l'intérêt du maintien des activités traditionnelles existantes lorsque celles-ci sont compatibles avec les intérêts de protection à l'origine du classement.

Gestion : La gestion des RNN peut être confiée par voie de convention à des établissements publics, des groupements d'intérêt public ou des associations, ayant pour objet statutaire principal la protection du patrimoine naturel, à des fondations, aux propriétaires de terrains classés, ou à des collectivités territoriales ou leurs groupements.

Un comité consultatif composé de représentants des administrations, des élus, des propriétaires, des usagers et des associations est mis en place. Il contrôle le bon fonctionnement de la réserve, prévoit les aménagements nécessaires et propose au préfet les mesures réglementaires à mettre en place. Le non respect de ces mesures peut donner lieu à des sanctions pouvant être lourdes.

Exemples :

- ⇒ 156 réserves naturelles nationales sur le territoire français pour une superficie totale de 546 139 ha (en juin 2007, disponible sur le site, www.ecologie.gouv.fr).

Les réserves naturelles marines métropolitaines couvrent 81 779 ha. On peut citer parmi elles la réserve marine de Cerbères Banyuls créée officiellement le 26 février 1974, à l'initiative de deux communes riveraines. D'une superficie de 650 ha, elle est l'unique réserve naturelle exclusivement marine de France. Par ailleurs une évolution en Parc Naturel Marin est actuellement à l'étude (disponible sur le site de l'agence des aires marines protégées, www.aires-marines.fr).

Bilan :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Efficace d'après les expériences passées• Différents degrés de réserve possibles• Nomination d'un gestionnaire• Système de surveillance propre à la réserve	<ul style="list-style-type: none">• Procédure longue• Doit être à l'initiative des services de l'Etat• Démarches mal perçues par les pêcheurs professionnels

Tableau 28 : Bilan des avantages et inconvénients des RNN

1.4.1.3. Le cantonnement de pêche

Définition :

Article 1 de l'arrêté du 4 juin 1963 (Legifrance 2008):

« Zone dans laquelle est interdite, soit l'exercice de toute espèce de pêche quelle que soit la méthode utilisée, soit seulement l'utilisation de navires de certains tonnages, d'une certaine force motrice ou l'emploi de certains engins de pêche ».

Espace d'application :

Espaces maritimes situés en deçà et au-delà de la limite des 3 milles de la laisse de basse mer, il est en fait plus pertinent de parler de la limite des 12 milles.

Objectifs :

Permettre le repeuplement des fonds marins pour une meilleure exploitation des ressources vivantes.

Texte de référence :

Arrêté du 4 juin 1963 portant réglementation de la création de réserves ou de cantonnements pour la pêche maritime côtière.

Acte juridique d'institution :

Arrêté du ministre chargé des pêches maritimes, pris sur avis de l'IFREMER.

Effets :

Les **cantonnements de pêche** sont généralement institués pour une durée déterminée.

Moratoire ou jachères tournantes :

Si l'interdiction touche tout type de pêche, on parle de **moratoire**. Toutes les activités sur un périmètre défini sont suspendues.

Par ailleurs, un cantonnement peut être renouvelé dans les mêmes formes que pour sa création ; il s'agit alors d'une **mise en jachère**. Une **jachère tournante** consiste donc à l'exploitation successive de chaque zone de pêche.

Au delà des interdictions, **un suivi scientifique** de la zone de cantonnement peut être institué. En effet, des exceptions aux interdictions de pêche peuvent être admises pour les besoins de la réalisation de ce suivi. Des exceptions peuvent également être instaurées pour des prélèvements réalisés en faible quantité (pêche à la ligne de traine, par exemple).

Exemples :

Trois arrêtés récents (3 décembre 2003, Direction des affaires maritimes) ont permis le renouvellement ou la création de cantonnements de pêche dans les zones suivantes : le littoral des communes de Guétary et Saint-Jean-de-Luz (Pyrénées-Atlantiques - renouvellement), dans le golfe du Morbihan et en baie de Perros-Guirec (Côtes-d'Armor).

Bilan :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Effet « réserve » positif• Procédure rapide• Possibilité de moduler les activités permises• Possibilité de moduler les durées d'interdiction• Renouvellement facile	<ul style="list-style-type: none">• Reste attaché au droit commun : surveillance limitée du respect de ces mesures si aucun autre système de contrôle n'est instauré.

Tableau 29 : Bilan des avantages et inconvénients des cantonnements de pêche

La mise en place d'un moratoire de 1 à 2 ans après immersion des HA est importante pour permettre aux espèces de s'installer sur l'aménagement. Mais des expériences ont montré que ce moratoire devait être suivi d'une régulation de l'effort de pêche, de gestion des engins, des tailles et des périodes de captures, sinon les efforts accumulés étaient rapidement annihilés (Ami *et al.* 2007).

Le risque d'un moratoire est que les bénéfices acquis soient rapidement perdus. On peut citer, par exemple, le cas de Murcia (Espagne) où un moratoire de deux ans, imposé par les pêcheurs eux-mêmes, a permis d'augmenter la biomasse et l'abondance de certaines espèces, puis après réouverture de la pêche sans contrôle de la pression exercée (pêche professionnelle et loisir, plongée, tous engins autorisés), il y eut un retour à des niveaux de ressources équivalents à ceux du premier mois après les immersions (Garcia Charton *et al.* 2003)

La mise en jachère, est une mesure généralement bien acceptée par les pêcheurs (d'après l'enquête de Ducloy (2006), s'avère être une mesure inefficace d'après les expériences passées, si la gestion n'est pas sévèrement appliquée, pour le bien des pêcheurs.

Enfin rappelons qu'un cantonnement sera plus facilement respecté lorsque sa représentation spatiale est visuellement matérialisée (balisages). La mise en place d'un zonage partagé de l'espace maritime est souvent perçue comme contraire au principe de liberté du milieu marin mais elle permet pourtant de satisfaire les bénéficiaires du site (Pary 2004).

1.4.1.4. La charte d'usage

Contrairement aux objectifs de la réserve naturelle ou du cantonnement basés sur l'interdiction de la pêche, la charte gère cet usage dans le temps, de manière raisonnable sur un territoire délimité (une unité de gestion). Aucune disposition juridique ne fixe sa consistance et sa forme qui sont libres et consentis de manière consensuelles par les usagers gestionnaires.

Cette solution, basée sur les acteurs locaux (pêcheurs, prud'homies, Communes littorales, comité locaux des pêches), a été choisie dans le cadre du projet d'aménagement que nous développerons (voir p 206).

1.4.2. Quels organismes de gestion? Approche comparative

Les outils juridiques pour la protection d'espaces naturels tels qu'un parc naturel marin ou une réserve naturelle semblent peu adaptés à la gestion d'HA dédiés à la pêche. En effet, ces mesures sont mal perçues par les pêcheurs professionnels (« réserve » synonyme d'interdiction). Elles sont lourdes à mettre en place et ne se justifient réellement que dans le cadre de protection de fonds prioritaires pour la biodiversité (au sens de la Directive Habitat 92/43/CEE comme notamment les herbiers de posidonies, ou certains fonds rocheux très riches en habitats).

En revanche il est plus fréquent qu'une structure de gestion déjà existante utilise les aménagements d'HA comme un outil de gestion. C'est le cas du Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB), qui a installé depuis sa création des HA halieutiques sur les fonds sableux initialement pauvres, mais ouverts à la pêche artisanale côtière (com. pers. F. Bachet, directeur du PMCB, 2007). Notons également que c'est sans doute sur ces sites, encadrés et gérés par les scientifiques, que les seules données relatives à l'aspect de production des HA français ont été relevés objectivement (Ody 1990; Ferrer 1997; Charbonnel *et al.* 2000; Charbonnel *et al.* 2001)

La mise en place d'un cantonnement de pêche nous semble être une mesure mieux adaptée à la gestion du site durant les deux premières années où l'écosystème doit s'installer sans être déstabilisé par une exploitation (particulièrement pour les espèces de type A et B sédentaires, moins B migratrices et C). Souvent à l'initiative des pêcheurs professionnels eux-mêmes, elle est de fait mieux acceptée socialement.

Mais l'expérience montre que cette mesure doit être accompagnée d'une gestion des prises, lors de « la réouverture » de la zone, sous peine de risquer un épuisement rapide de la zone protégée (Garcia Charton et Pérez-Ruzafa 1999, Garcia et Boncoeur 2004). Pour éviter ce problème, nous proposons de favoriser les mesures permettant de déléguer la gestion aux premiers usagers ainsi responsables des sites : les pêcheurs. Mais, cette gestion doit être encadrée, et se faire suivant une exploitation acceptée c'est-à-dire satisfaisante pour les pêcheurs. L'unité de gestion de la pêche artisanale côtière en France est le Comité Local des Pêches, ancré sur un territoire communal. Mais c'est en Méditerranée avec la prud'homie (voir encadré ci-après) que ces unités de gestion ont le plus de poids, car elles sont détentrices de droits réels (Féral 1986). Leur principe est basé sur un contrat engageant le pêcheur au respect des règlements prud'homaux (basés sur une expérience locale et la transmission orale du « métier »). Ce contrat s'apparente à une « charte » de co-gestion responsable des ressources, entre les pêcheurs. La prud'homie exerce son contrôle sur une unité territoriale ou unité de gestion contrôlée par les élus des prud'homies. Des autorisations de pêches spéciales, à l'intérieur des unités de gestion, peuvent être accordées aux pêcheurs utilisant des engins de pêche tels que la palangre en s'appuyant sur les prérogatives applicables par les prud'hommes locaux (com. pers Gastaud, prud'homme major de La Ciotat 2007).

L'intérêt d'évaluer méthodologiquement le volume et les objectifs d'un aménagement en fonction des besoins d'exploitation et des contraintes biophysiques (potentiel halieutique) est intéressant. C'est en effet sur la base des connaissances acquises par cette évaluation que l'on peut gérer et préserver durablement les stocks et les fonds. C'est pourquoi le choix de l'organisme et de ses partenaires scientifiques en charge de cette gestion est essentiel.

Extrait des pouvoirs délégués aux responsables des prud'hommes :

(*) Les règlements prud'homaux concernent principalement :

- le nombre de métiers pratiqués par jour et par patron-pêcheur,
- le nombre d'engins utilisés,
- la dimension et les caractéristiques techniques de ces engins,
- la distribution dans le temps des postes de pêche et la répartition spatiale des engins,
- la rotation des métiers dans le temps,
- l'interdiction ou l'adoption temporaire d'un métier.

Notons que ce principe est similaire à celui mis en place par les pêcheries artisanales côtières japonaises dont les règlements respectent un cadre national (droits quotas, techniques), et sont mis en place et contrôlés par les pêcheurs eux-mêmes encadrés par les scientifiques (neutralité et objectivité). Mais ils ont également la garantie que ces mesures leur bénéficieront puisqu'ils détiennent des droits réels sur un territoire et ses ressources (mono-usage).

Actuellement en France, trois cas de figure sont rencontrés pour assurer le portage de la gestion des sites aménagés en HA :

1. Une association ou un rattachement aux statuts d'une association locale préexistante
2. Un syndicat mixte dédié à la gestion d'un aménagement
3. Un Comité des Pêches (ou prud'homie en Méditerranée) avec une assistance administrative assurée par exemple par une collectivité locale.

Nous allons comparer les définitions, les compétences et évaluer les avantages et inconvénients de chacune de ces unités de gestion. Nous proposerons un outil, qui nous semble le mieux adapté à la gestion des sites aménagés en HA dans le cadre de la pêche, en regard des prérogatives des acteurs concernés et des objectifs attendus. Le suivi scientifique des sites suivant un protocole standardisé ne sera pas traité car sa définition nécessite une analyse minutieuse et complexe car elle est fonction des différents objectifs du projet.

1.4.2.1. L'association

Définition :

Personne physique ou personne morale de droit privé.

⇒ 3 types d'associations

- "de fait": simple contrat, non rendu public, pas de personnalité juridique
- "déclarée": acquisition de la personnalité morale après déclaration des statuts en préfecture / capacité juridique limitée (interdiction de recevoir des libéralités autres que les dons manuels)
- "reconnue d'utilité publique": pleine portée juridique après décret en conseil d'état + but d'intérêt général

Cadre juridique

Association loi de 1901 + décret d'application du 16 Août 1901

Objectifs

- Mise en commun de façon permanente par deux ou plusieurs personnes physiques ou morales de leurs connaissances, activités dans un but autre que celui de partager les bénéfices.
- NB: possibilité pour une association de réaliser des bénéfices pourvu que ce ne soit pas là l'objet premier de ses membres et qu'ils soient utilisés à des fins en rapport avec l'objet de l'association.

Procédure de création

Simple accord de volonté

Fonctionnement institutionnel

- en pratique : une assemblée générale, un conseil d'administration, un bureau

NB: seule élément imposé : désignation d'un représentant, personne physique, pour exercer les droits de l'association

Régime fiscal

- Gestion selon règle de droit privé
- commissaire aux comptes pour association dont financement public > 150000 euros
- obligations fiscales limitées: impôts locaux, imposition du revenu du patrimoine, charges fiscales, liées au versement des salaires.

- en cas d'activités lucratives, impôt sur les sociétés, TVA, taxe professionnelle

Bilan :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - une liberté de gestion et d'organisation - une structure entre flexibilité et souplesse (siège bloqués, membres de droit au conseil d'administration....) - participation possible des professionnels et des amateurs 	<ul style="list-style-type: none"> - un champ d'action limité - contrôle de la puissance publique pour associations à financement public et/ou gérant un service public

Tableau 30 : Bilan des avantages et inconvénients des associations.

1.4.2.2. Le syndicat mixte

Définition

Établissement public (mais pas EPCI) :

⇒ 2 types de syndicats:

- "ouverts": composés de Communes, Départements, Régions, EPCI,
- "fermés": composés seulement de Communes et/ou EP.

Cadre Juridique

Décret-loi du 30 Octobre 1935 (article 1er).

Objectifs

Extension de la coopération aux collectivités territoriales de niveaux différents et aux établissements publics (NB : à l'exclusion de l'état).

Procédures de création

- Autorisation préfectorale après accord unanime des membres sur les statuts de la structure,
- Statuts librement déterminés par les parties.

Fonctionnement institutionnel

- Un comité syndical représentant l'ensemble des membres (selon les statuts approuvés depuis la loi du 27 Février 2002)
- Un président (élu par le comité syndical)

Régime fiscal

Comptabilité publique

Bilan

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - une volonté d'efficacité affichée par un transfert de compétence sur un domaine donné au profit d'une structure "ad hoc" - Structure fédératrice des acteurs publics et privés - Financements publics importants 	<ul style="list-style-type: none"> - Longueur et lourdeur de la procédure de mise en place

Tableau 31 : Bilan des avantages et inconvénients des syndicats mixtes.

1.4.2.3. Les comités de pêcheurs associés à la collectivité locale :

Cette solution nous semble mieux adaptée aux aménagements en HA. Elle correspond à une gestion « de terrain » proche des besoins des acteurs et des usagers basé sur leur responsabilisation par l'autogestion. En outre les responsabilités incombent à des organismes pérennes, soucieux de la qualité de leur cadre de vie quotidien (comité local des pêches, services communaux).

Définition

Des organismes à compétence locale, les comités locaux des pêches maritimes et des élevages marins, dénommés comités locaux (ou prud'homie). Le comité national, les comités régionaux et les comités locaux sont dotés de la personnalité morale et de l'autonomie financière.

Cadre juridique

Décret no 92-335 du 30 mars 1992 (Legifrance 2008) fixant les règles d'organisation et de fonctionnement du Comité national des pêches maritimes et des élevages marins ainsi que des comités régionaux et locaux des pêches maritimes et des élevages marins.

Objectifs

Pour exercer les missions définies par l'article 2 de la loi du 2 mai 1991, les comités locaux sont, dans leur ressort territorial, chargés:

- a) D'assurer l'information économique de toutes les professions intéressées du secteur des pêches maritimes et des élevages marins;
- b) De fournir une assistance technique aux activités de la pêche maritime et des élevages marins;
- c) De formuler des avis et de faire des propositions sur les questions qui les concernent aux comités régionaux ou, le cas échéant, au comité national;
- d) D'appliquer au niveau local les délibérations du comité national et des comités régionaux rendues obligatoires;
- e) De réaliser des actions en matière sociale, en particulier en ce qui concerne la prévention des accidents, l'hygiène et la sécurité du travail, la formation professionnelle et la garantie contre les intempéries.
- f) De contribuer à des expérimentations, des travaux de recherche, des études socio économiques, ainsi qu'à leurs applications dans le domaine de la mise en valeur de la ressource marine et aquacole dans leur région (avec les Comités Régionaux des Pêches).

En outre, les comités locaux sont auprès des pouvoirs publics les organismes représentant les intérêts de la pêche maritime, et des élevages marins.

Fonctionnement institutionnel

Régime fiscal

Art. 49. - Le règlement comptable et financier du comité national, des comités régionaux et locaux des pêches maritimes et des élevages marins est défini par arrêté conjoint du ministre chargé des pêches maritimes et des cultures marines et du ministre chargé du budget.

Les documents budgétaires prévisionnels des comités doivent être approuvés par l'autorité administrative ayant procédé à la nomination des membres de l'assemblée du comité national et des conseils des comités. Cette approbation vaut autorisation de dépenses et de recettes.

Leurs comptes financiers doivent être approuvés par l'autorité administrative ayant procédé à la nomination des membres de l'assemblée du comité national et des conseils des comités, après certification par un commissaire aux comptes lorsqu'ils excèdent un montant fixé par arrêté conjoint du ministre chargé des pêches maritimes et des cultures marines et du ministre chargé du budget.

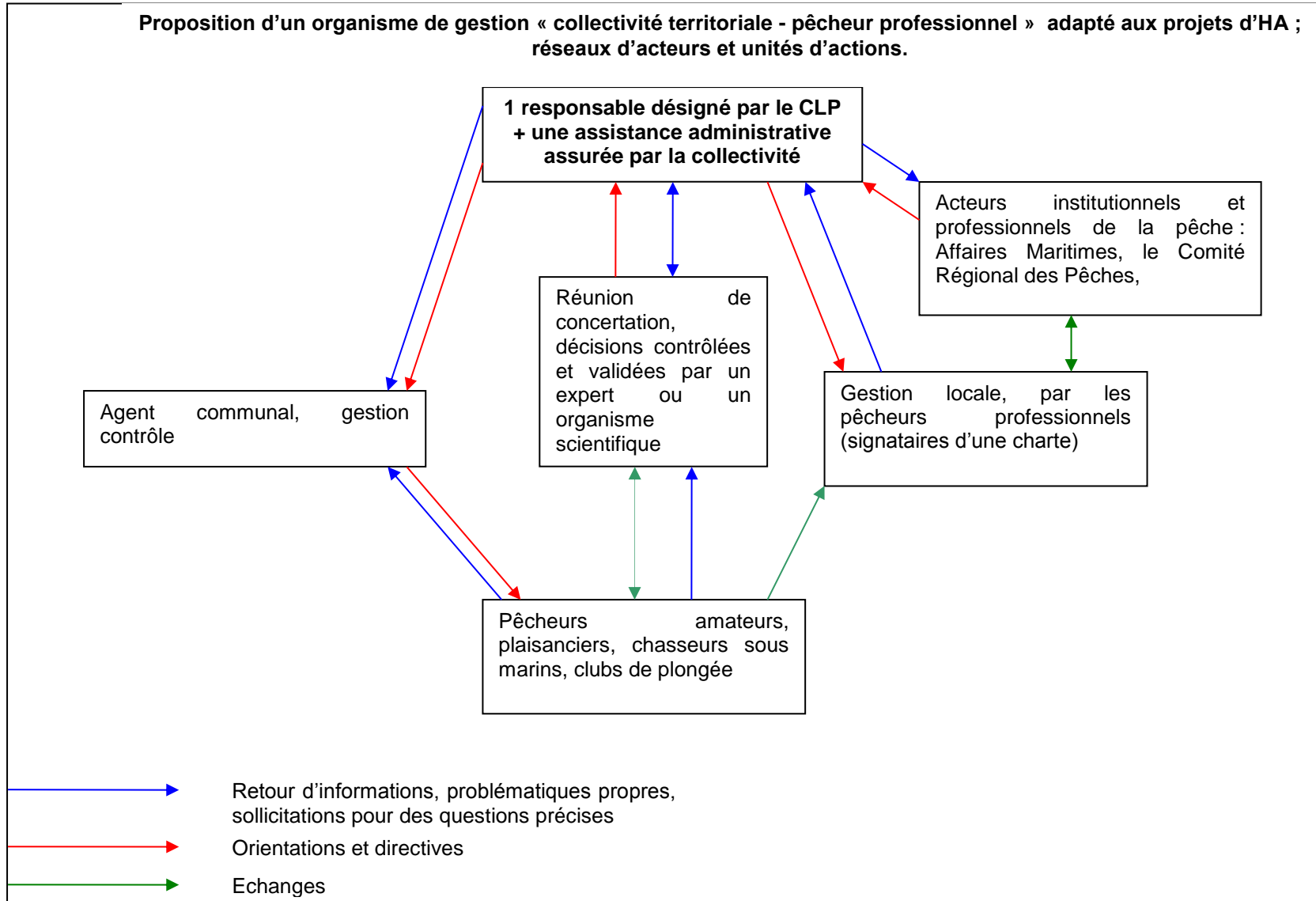
Bilan :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- gestion organisée et créée par et pour les principaux responsables (responsabilisation)- Facilités d'application des règles de gestion- gestion à l'échelon local, le plus pertinent- Régulation et prévention des conflits pêche artisanale côtière et pêche arts trainants (même comité et mêmes objectifs)- agents communaux médiateurs des usagers publics et assermentés (accès, régulation conflits d'usages)	<ul style="list-style-type: none">- organisation avec une collectivité locale à définir- risque de désengagement (renouvellement du comité)

Tableau 32 : Bilan des avantages et inconvénients d'une gestion Commune / pêcheurs professionnels.

Voir page suivante :

Figure 51 : Proposition d'un organisme de gestion constitué d'une collectivité territoriale et des usagers concernés (pêcheurs professionnels), pour les projets d'HA ; réseaux d'acteurs, unités d'actions.



Après avoir défini un avant projet le budget prévisionnel qui permettra au maître d'ouvrage de valider, ou non, la mise en œuvre de l'aménagement peut être estimé. Le coût d'aménagement tiendra compte de la conception, de la réalisation et de la gestion (fabrication, transport, stockage, frais d'aménagement et de repli de chantier, pose, moyens terrestres et nautiques...).

A partir de cette estimation, une phase clé dans l'acceptation sociale du projet débute : le calcul du rapport entre le coût et le(s) bénéfice(s).

1.5. VALIDATION DU PROJET : L'ANALYSE COUT / BENEFICE

Pour s'inscrire dans la durée, il faut que l'aménagement programmé présente une rentabilité économique et financière avérée (Doumenge 2007). L'avant projet défini, le calcul du coût du projet peut être donné. Ce calcul qui comprend l'établissement du budget d'investissement et les bénéfices rendus, est une phase clé, essentielle pour valider la mise en œuvre de l'aménagement (voir Figure 40). C'est d'ailleurs un point souvent largement critiqué en France et source d'incompréhension face à des budgets parfois élevés, sans estimation des bénéfices potentiels attendus.

L'étude de la valeur monétaire estimée, et des services rendus sur le plan social permettent d'évaluer les bénéfices escomptés (retours sur investissements) et par là l'acceptabilité politique du projet. Ces bénéfices peuvent être monétaires directs ou indirects calculés selon une approche comptable relativement simple basé sur la relation coût / bénéfice (gains de la pêche professionnelle, pêche amateur, de la plongée, l'éco-tourisme...). Mais, ils peuvent être en lien avec le service rendu par un bien environnemental sur le plan social ou écologique, plus complexes à estimer car faisant appel à des notions économiques encore récentes (Ami *et al.* 2007). Enfin, les bénéfices sociaux d'un projet d'HA (résolution des conflits d'usages, sécurité et réduction des frais de carburant liés au rapprochement des zones de pêche du port, influence sur les industries locales...), abordés en partie A, seront rappelés (cf. tableaux chap. A « Objectifs principaux et fonctions recherchées par l'installation d'HA » (adapté de Claudet 2005), sans toutefois leur donner une valeur économique qui pourrait devenir polémique (chalutage contre petits métiers, pêche contre éco-tourisme par exemple).

L'objectif de notre approche méthodologique, basée sur une démarche GIZC (géo-systémique), est d'intégrer aux écosystèmes des HA adaptés pour l'installation de la faune et de la flore. Cette augmentation de la biodiversité garantit le développement de la pêche artisanale côtière (Worm *et al.* 2007) ou d'autres usages. En effet, d'après Worm (*et al.* 2006), il existe un lien direct entre un enrichissement de la biodiversité et l'amélioration directe de près de 80 % de la productivité marine (étude compilant les données d'évolution des captures mondiales entre 1950 et 2003).

1.5.1. Exemples des coûts par m³ des habitats artificiels au Japon, au Portugal et en France

Nous ne traiterons pas des coûts de fabrication (création d'un moule, matériaux : béton, acier...), de la pose et de la maintenance des HA (moyens nautiques), car ils sont fortement liés au choix du type et de la localisation du projet. Mais il nous semble intéressant de comparer les coûts moyens par m³ d'HA à vocation halieutique au Japon, au Portugal et en France, afin d'appréhender le calcul coût / bénéfice d'un projet.

Au Japon, les projets sont très disparates tant en volume qu'en types d'HA. Nous nous référons donc à l'audit national réalisé en 2000 par un organisme indépendant auprès de 560 projets (Société Franco Japonaise d'Océanographie 2000 ; M.A.F.F 2007). Il fut réalisé sur des aménagements « ordinaires » (1 200 m³), destinés à une petite pêcherie côtière. Leur coût total était de 50 millions d'€ pour un volume de 672 000 m³. Le coût d'1 m³ représentait environ 75 €. A seul titre d'information, lors de la mission de terrain réalisée à l'université des pêches de Tokyo en 2007, nous avons notamment suivi trois opérations destinées à des petites pêcheries (communes de Tateyama, Oïta et Ieshima). La moyenne des coûts était de **70 € / m³** (Pioch 2007a).

Au Portugal, on compte 102 994 m³ d'HA répartis en 7 sites, posés depuis 17 ans (Santos, 2007). Le montant total de ces aménagements représente un coût de 8 millions d'€. Le coût moyen des aménagements portugais est donc d'environ **77 € / m³**.

En France, les aménagements récents réalisés depuis 2000 et supérieurs à 900 m³ (exploitables) sont : Aigues-Mortes en 1999 et 2005 (1 600 m³ et 1 400 m³, 457 000€ + 500 000€), Gruissan 2002 et 2004 (4 000 m³, 448 200€ + 448 200€), Valras-Plage en 2006 (900 m³ 327 000€), Marseille 2007 (35 000 m³, 6.5 millions d'€) (cf. tableau liste des aménagements Français, (Pary 2004; Beurois 2007). Sans le projet

marseillais hors norme par son volume et son coût, le coût moyen du mètre cube d'un aménagement en HA français est de **275 € / m³**, et le coût moyen total d'un projet d'aménagement est de **436 080 €**.

Remarquons dans ce dernier cas que le coût d'1 m³ d'HA est quatre fois plus élevé en France qu'au Japon ou au Portugal. Cette différence peut s'expliquer par rapport au Japon, par une demande forte jouant sur la concurrence entre fabricant et la fabrication en série des modules entraînant une baisse des coûts à l'achat ou à la pose.

Mais, la différence avec le Portugal, pays voisin de la France, où le marché des HA est équivalent à celui de la France (environ 90 000 m³ posés en France contre 100 000 m³ posés au Portugal) est plus difficile à expliquer. On peut toutefois remarquer que les projets Portugais sont conçus et coordonnés par un même organisme l'IPIMAR ce qui a peut être une influence sur la connaissance des modèles (plans de fabrication pour les entreprises) et la vérification des coûts, en comparaison avec les autres projets déjà réalisés. Cette coordination par l'IPIMAR a peut être également permis de « fidéliser » des entreprises qui peuvent donc pratiquer des coûts décroissants, puisqu'elles réalisent les mêmes chantiers (économie d'échelle). Les coûts de fabrication et de la matière première puis de la pose peuvent également partiellement expliquer cette différence. Peut être également qu'un contrôle plus rigoureux des coûts/ m³ proposés aux maîtres d'ouvrages français par les entreprises (conception fabrication et pose en mer) pourrait être mis en place (rappelons que la rémunération de la maîtrise d'œuvre est au prorata du coût global des travaux). Reste le problème de déterminer quel organisme technico-scientifique aurait en charge le contrôle et la validation des projets pour les collectivités et les pêcheurs ?

1.5.2. Estimation des principaux bénéfices monétaires escomptés : approche basée sur les habitats coralliens

Sans reprendre les évaluations des bénéfices liés à la pêche présentées aux chapitres précédents notamment en ce qui concerne les résultats japonais (production de 27,5 kg/an/m³ d'HA d'après (Nakamura 1985) et portugais (captures d'espèces cibles multipliées par 2,4 en moyenne (Santos 2007), nous proposons une comparaison des retombées potentielles par l'étude des bénéfices monétaires d'une zone marine côtière d'habitats de substrat dur côtière, du type récif corallien. Un tel choix ne peut être satisfaisant d'un point de vue scientifique, il faudrait mener les mêmes études sur un HA. Mais il nous semblait tout de même intéressant de proposer un élément de comparaison concret, permettant de saisir les enjeux et les potentiels des récifs marins (substrats durs créant une rupture avec le fond meuble *lato sensu*). Les études mises en place sont compilées dans un rapport du PNUE¹ (Wells *et al.* 2006). Rappelons que ces chiffres varient considérablement d'une nation à l'autre et que les services économiques offerts par les écosystèmes marins peuvent avoir des valeurs nettement différentes. La moyenne mondiale des bénéfices nets rapportés par les récifs coralliens était comprise entre 100 000 et 600 000 \$ U.S / km² / an (US \$ en valeur 2006, OCDE²). Enfin, de la pêche jusqu'à la commercialisation des poissons d'aquarium les écosystèmes des récifs coralliens exploités offrent des revenus importants et une pérennité socioculturelle structurante pour les pays émergents.

1.5.2.1. Pêche artisanale côtière

La majorité des quelques 30 millions de pêcheurs côtiers artisanaux dans le monde, notamment dans les pays en développement, est dépendante à différents degrés, des récifs coralliens. Aux Philippines, par exemple, plus d'un million de ces pêcheurs dépendent directement des récifs coralliens pour subvenir à leurs besoins quotidiens. Le rapport estime que la pêche dans ces récifs rapporte entre 15.000 \$ et 150.000 \$ / km² / an par la vente des produits frais et transformés (séchés, préparation...). C'est statistiquement le cas dans les régions où de nombreuses personnes vivent avec moins de 2 \$ / j. En Asie du sud-est, le secteur de la pêche artisanale côtière sur les récifs coralliens rapporte environ 2.5 milliards de \$ / an et pour la région Caraïbes, 310 millions \$ / an. D'un point de vue de la pêche mondiale, les poissons de récif corallien côtier représentent 25 % des débarquements, soit une source d'alimentation pour environ 1 milliard de personnes, souvent dépendant à 100 % de cette ressource.

¹ PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

² OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques

1.5.2.2. Plongée récréative

En 2000, les bénéfices annuels nets de l'éco-tourisme en plongée dans les Caraïbes s'élevaient à environ 2 milliards de \$, dont 625 millions de \$ rapportés directement par les activités de plongée dans ces récifs. Le rapport a estimé en Indonésie, que les récifs coralliens, exploités essentiellement à des fins éco-touristiques, ont une valeur de 1 million de \$ / Km² / an. Des valeurs semblables ont été calculées pour les Caraïbes, allant de 2 000 \$ à 1 million de \$. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées dans les pays fortement dépendant du tourisme.

1.5.2.3. Aquariophilie

Environ 1,5 à deux millions de personnes en Europe et en Amérique du Nord ont des aquariums. La grande majorité des poissons et des autres espèces marines qui alimentent ce commerce proviennent d'écosystèmes du type récifs coralliens. Le rapport estime que le Sri Lanka, par exemple, gagne un peu plus de 5.5 millions \$ / an. Les exportations, permettant ainsi à près de 50 000 personnes de subvenir à leur besoin. Pour les auteurs du rapport « le fait que le commerce des poissons d'aquarium soit à haute valeur ajoutée pour de faibles volumes signifie qu'il pourrait, s'il est bien géré, subvenir aux besoins de nombreuses personnes. Un kilogramme de poissons d'aquarium valait presque 500 \$ en 2002 (grossiste sur le marché d'échange international) contre 6 \$ pour un kilo de poissons d'alimentation (marché local), soit une valorisation économique de 8 333 %/kg ».

Enfin, selon Klaus Toepfer, directeur exécutif du rapport du PNUE en 2006: « Jour après jour, à travers les océans et les mers du monde, la nature génère des revenus et des modes de substances pour des millions, voir des milliards de personnes. La tragédie du tsunami qui a frappé l'Océan indien en décembre 2004 a mis au premier plan le débat sur les capacités de maintien de la vie d'écosystèmes côtiers sains. Mais ce rapport va plus loin, soulignant que leur importance économique, culturelle et sociale va au delà de tels événements extrêmes. J'espère que les réalités financières contenues dans cette étude (*in* rapport PNUE (Wells *et al.* 2006)) transformeront radicalement l'attitude et le comportement des gouvernements, de l'industrie, des autorités locales et des individus, de sorte qu'ils apprécient davantage et conservent mieux ce capital naturel ; afin qu'ils réfléchissent à la pollution, aux changements climatiques, au développement peu raisonnable et à d'autres pratiques préjudiciables qui minent rapidement la base économique de tant de communautés côtières à travers le monde ».

Les bénéfices marchant en lien avec un marché sont donc relativement simples à estimer, car ils se réfèrent à un exercice comptable basé sur la valeur marchande d'un produit connu. Mais ces bénéfices peuvent être également non monétarisables, et dans ce cas plus complexes à évaluer (gain de biodiversité, patrimonialisation, préservation des fonds, compensation d'impact).

1.5.3. Comment estimer la valeur monétaire d'un bien environnemental créé avec un aménagement d'HA ?

Dès 1971, George (1971) soulignait qu'"en économie de marché, si l'on veut défendre l'environnement, il faut le transformer en marchandise". Cette nouvelle conscience mondiale du « bien environnemental » fait partie d'un projet lancé en 2001 et initié par Kofi Annan en 2000 appelé le « *millenium assessment* » dont l'objectif est d'estimer l'impact de l'homme sur l'écosystème, notamment en terme de pertes économiques (ONU, études croisées de 1 360 experts internationaux (Millenium Assessment 2001)). Savoir dans quelle mesure les bénéfices environnementaux d'un aménagement justifient un coût à supporter par la société est une question fondamentale pour le décideur public. D'ailleurs en France, le récent rapport du sénat (décembre 2007) destiné à préparer la future loi sur l'environnement (groupe de suivi du Grenelle créé par le Parlement) estime souhaitable d'insérer les services rendus par les écosystèmes dans le calcul économique des projets développant le milieu naturel (Saunier et Laffitte 2007). Afin de répondre à cet objectif il convient de réaliser une analyse « coût – bénéfice », attribuant une valeur monétaire à l'environnement (au sens d'écosystème). Pour cela, les économistes proposent un moyen socialement intéressant et porteur de sens, ils simulent un marché pour monétariser, *i.e.* donner un prix à l'environnement et à la variation de son état (Constanza *et al.* 1997). Le patrimoine naturel, à travers ses multiples fonctions délivre des services qui sont une source de bénéfices pour l'homme (Ennesser 2005). Pourtant, du fait que ces services ne rentrent pas dans un système marchand et de plus comportent une forte dimension collective, leur valeur ne se révèle pas à travers un indicateur commercial comme le prix (Scherrer 2001).

L'absence d'une telle valeur de référence a conduit à surexploiter certaines fonctionnalités et à privilégier systématiquement le cours terme contre le long terme, le développement économique

industriel contre le développement durable, l'usage privé contre l'usage social. La nécessité d'approcher mieux les bénéfices d'un aménagement environnemental ou d'espaces naturels, renvoie à celle de développer les techniques d'identification et de mesure de ces valeurs.

Puisqu'il n'y a pas de démarche spontanée analogue à un marché, il faut en effet révéler et construire ces valeurs et les restituer dans des unités comparables à celles auxquelles on se réfère habituellement dans les choix. L'évaluation de ces services et de leur variation est incontournable dans une perspective d'aide à la décision dans les choix publics et privés. En effet, pour la plupart ces services sont hors marché et ne font pas l'objet d'une révélation automatique de valeur. Cette situation est liée au fait qu'ils sont d'essence collectifs et présentent des indivisibilités (Desaigues et Point 1993). Faute de prix indiquant l'ampleur des sacrifices à faire pour obtenir ou conserver une quantité unitaire de ces ressources, les acteurs économiques ont tendance à se comporter comme si le prix était nul alors qu'il est simplement non apparent. Enfin, le caractère collectif de certains services offerts opposé à des usages productifs de nature plus privative accentue encore l'asymétrie. L'intérêt individuel à court terme l'emporte sur l'intérêt collectif apprécié à plus long terme.

Ceci conduit également la puissance publique à intégrer des fonctions écologiques dans les politiques sectorielles qu'elle met en œuvre.

1.5.3.1. Services délivrés par un bien environnemental : simuler les bénéfices marchands

La valeur économique totale d'un patrimoine environnemental (milieu naturel recréé dans le cas des aménagements en HA), recouvre ainsi la valeur d'usage réel, la valeur d'option (avec la valeur de legs et la valeur altruiste) et la valeur d'existence.

- Les avantages liés à l'usage d'un milieu naturel recouvrent, par exemple, ceux qui découlent des activités de découverte des fonds marins. Même si l'accès reste gratuit, ils peuvent être estimés par les dépenses directes et indirectes consenties par les amateurs de nature (équipement, dépenses d'alimentation et d'hébergement...). Ils peuvent aussi inclure la valeur d'option, c'est-à-dire la valeur accordée à tout usage potentiel de l'environnement. Même celui qui ne se « servira » probablement jamais d'un milieu naturel donné peut accorder une certaine valeur au fait de pouvoir se réserver cette possibilité, la garder pour les générations futures (valeur de legs) ou pour d'autres personnes (valeur altruiste).
- La valeur d'existence traduit le fait qu'en dehors de toute possibilité d'utilisation d'un milieu naturel en tant que bien environnemental, une valeur est accordée à l'existence même de ce bien. Par exemple, beaucoup de personnes accordent de l'importance au fait qu'il existe des baleines dans les océans, même si la plupart n'en ont jamais vu. L'un des signes révélateurs de l'existence d'une telle valeur est le montant des dons versés à des organismes de sauvegarde des espèces¹.

1.5.3.2. Valeur d'usage

Nous présentons plusieurs exemples d'études dans divers pays, sur les milieux marins et les hydro-systèmes, afin d'illustrer la valeur des services non marchands livrés par ces milieux naturels (Barbier *et al.* 1997). Notons que cette évaluation du bénéfice environnemental lié à la création d'un écosystème n'a encore jamais été utilisée dans le cadre d'un projet d'HA français.

• Valeur des dommages évités et d'atteintes au patrimoine

La capacité des récifs coralliens côtiers de protéger le littoral des vagues et des tempêtes varie par son implantation et la géomorphologie des côtes. Néanmoins on estime qu'un récif corallien typique (récif peu immergé où les vagues déferlent) peut absorber 90 % de la force des houles, protégeant ainsi le littoral et les infrastructures contre l'érosion et les submersions catastrophiques (Wells *et al.* 2006). Des études menées au Sri Lanka indiquent qu'un kilomètre carré de récif corallien prévient contre l'érosion de 2.000 m³/an de sédiment (plage).

En 1997, une équipe internationale d'écologues et d'économistes de l'environnement, proposa dans la revue *Nature*, une méthodologie originale pour apprécier la valorisation des actifs naturels et patrimoniaux des grands écosystèmes naturels mondiaux (Constanza *et al.* 1997). En d'autres termes,

¹ WWF reçoit chaque année plus de 100 millions USD pour cette cause

cette équipe de chercheurs détermina la valeur monétaire de 17 grandes fonctions et services apportés à l'homme par les 16 grands types d'écosystèmes mondiaux (voir tableau suivant). Parmi ces fonctions figurent, entre autres, la régulation des climats, le contrôle des écoulements hydrauliques, la fonction d'épuration, la fonction d'habitats pour la faune, la production de nourriture, les fonctions de récréation, culturelles, etc.

Pour les seuls écosystèmes marins, les auteurs chiffrèrent ainsi leur valeur moyenne au niveau mondial à 577 \$ par hectare et par an, avec des fourchettes allant de 252 \$ / ha /an pour la mer ouverte, 4 052 \$ / ha / an pour les écosystèmes côtiers, 6 075 \$ / ha /an pour les récifs coralliens, 19 004 \$ / ha / an pour les champs d'algues et 22 832 \$ / ha /an pour les estuaires. Ces évaluations demanderaient d'être affinées. On manque encore d'études économiques de justification des investissements consentis. A titre d'hypothèse, l'estimation très approximative de la valeur d'un HA côtier pourrait s'approcher de la moyenne entre les valeurs d'un substrat dur de type corallien (relativement similaire à un HA (Tessier 2005)) et d'un écosystème côtier, soit environ 5 063 \$ hectare/an (Bombace *et al.* 1994 ; Claudet 2006). Si l'on prend comme exemple le futur site aménagé du Prado à Marseille (6,5 millions d'Euros), la surface totale de la concession du site est de 220 ha, si l'on considère qu'environ 110 ha (50% du site) seront dans l'aire d'influence proche d'un HA (Sheehy 1982; D'Itri 1985; Seaman 2007a). Ce qui pourrait représenter un bénéfice annuel en terme d'actifs naturels et patrimoniaux de 557 000 \$ / an, soit environ 400 000 € / an (1 € = 1.4 \$ U.S au 1^{er} janvier 2008, OCDE). Bien sur ces estimations n'ont qu'une valeur d'hypothèse approximative, elles sont donc à expérimenter.

Toutefois ces chiffres peuvent nous aider à guider le choix du site et des types d'HA en fonction des valeurs des écosystèmes support et de leur intérêt (support offert aux algues, site choisi en zone estuarienne très productive, etc.). Sur la base de ces valeurs indicatives qui demandent évidemment à être précisées en fonction des caractéristiques des écosystèmes locaux concernés, la valeur annuelle des actifs naturels et patrimoniaux de 10 km de côte sur une largeur de 100 m, peut donc représenter 25 000 € /an, mais "monter" jusqu'à 2 262 650 € / an, si cette côte est située à l'intérieur d'un estuaire.

N°	Ecosystem service	Ecosystem functions	Examples
1	Gas regulation	Regulation of atmospheric chemical composition	CO ₂ /O ₃ balance, O ₃ for UVB protection and SO _x levels
2	Climate regulation	Regulation of global temperature, precipitation and other biologically mediated climatic processes at global local levels	Greenhouse gas regulation, DMS production affecting cloud formation
3	Disturbance regulation	Capacitance, damping and integrity of ecosystem response to environmental fluctuations	Storm protection, flood control; drought recovery and other aspects of habitat response to environmental variability mainly controlled by vegetation structure
4	Water regulation	Regulations of hydrological flows	Provisioning of water for agricultural (irrigation) or industrial processes or transportation
5	Water supply	Storage and retention of water	Provisioning of water by watersheds, reservoirs and aquifers
6	Erosion control and sediment retention	Retention of soil within an ecosystem	Prevention of loss of soil by wind, runoff, or other removal processes, storage of silt in lakes and wetlands
7	Soil formation	Soil formation progresses	Weathering of rock and the accumulation of organic material
8	Nutrient cycling	Storage, internal cycling, processing and acquisition of nutrients and compounds	Nitrogen fixation, N, P and other elemental or nutrient cycles
9	Waste treatment	Recovery of mobile nutrients and removal or breakdown of excess or xenic nutrients and compounds	Waste treatment, pollution control, detoxification
10	Pollination	Movement of flora gametes	Provisioning of pollinators for the reproduction of plant populations

11	Biological control	Trophic-dynamic regulations of populations	Keystone predator control of prey species, reduction of herbivory to top predators
12	Refugia	Habitat for resident and transient populations	Nurseries, habitat for migratory species, regional habitats for locally harvested species or overwintering grounds
13	Food production	That portion of gross primary production potentially extractable as food	Production of fish, game, crops, nuts, fruit by hunting, gathering, subsistence farming or fishing
14	Raw materials	That portion of gross primary production extractable as raw materials	The production of lumber, fuel or fodder
15	Genetic resources	Sources of unique biological materials and products	Medicine, products for materials science, genes for resistance to plant pathogens and crop pests, ornamental species (pets and horticultural varieties of plants)
16	Recreation	Providing opportunities for recreational activities	Eco-tourism, sport fishing and other outdoor recreational activities
17	Cultural	Providing opportunities for non-commercial uses	Aesthetic, artistic, educational, spiritual and/or scientific values of ecosystems

Tableau 33 : Services rendus par les écosystèmes et fonctions évaluées dans l'étude de Constanza *et al.* (1997).

- **Identification de la productivité en valeur du service environnemental comme facteur de production**

S'agissant de la pêche, on peut établir la valeur d'un hectare de marais, de lagune ou d'estuaire, sur la base de la valeur halieutique de quelques espèces couramment pêchées.

Espèce	Valeur en € / ha / an (en 1992)
crevette grise	25,30
crabe bleu	15,24
huître	18,75

Tableau 34 : Valeur halieutique d'une lagune pour quelques espèces couramment pêchées (d'après Barbier *et al.* 1997)

- **Référence à un substitut marchand**

Le coût de ce substitut renseignera sur la valeur du service rendu par l'écosystème. Les organismes marins contiennent souvent des composés pharmaceutiques utiles. À ce jour, les organismes vivant dans un récif corallien ont jusqu'ici révélé un agent anticancéreux et promettent aujourd'hui de grandes avancées dans le traitement du VIH (Wells *et al.* 2006).

On a également pu établir qu'un hectare de marais représente un potentiel d'épuration de 21,7 kg de DBO¹ par jour (Bremond et Perrodon 1979). En rapprochant ce chiffre du coût moyen d'épuration de 1 kg de DBO (0.16 € en moyenne en 1992), dans une station de traitement, on obtient une évaluation du bénéfice de l'ordre de 1 219.5 € / ha / an.

¹ Demande Biologique en Oxygène : la demande biologique en oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène, exprimée en mg/l consommée par voie biochimique pendant 5 jours dans des conditions standard. Cet oxygène est utilisé par les micro-organismes vivant. C'est la voie biologique de l'épuration.

De la même façon, l'alimentation en eau potable d'une région du Massachusetts a fait l'objet d'une comparaison entre le pompage dans des marais et l'alternative technique la moins chère. En supposant qu'un hectare de marais produise 950 m³ d'eau filtrée par jour, les bénéfices annuels par hectare de cette épuration naturelle ont été évalués à 16 616.94 € / ha. Il convient de remarquer que dans les deux cas, l'approche reste sommaire et conserve une valeur significative uniquement si l'on peut vérifier qu'il existe une demande locale pour ce type de service.

- **Coût de déplacement, consentement à payer (CAP)**

Nombre de services bénéficient directement aux individus en particulier au travers des activités récréatives. Des méthodes basées sur l'analyse du coût de déplacement ou sur l'étude du consentement à payer permettent d'approcher la valeur de ces services (Tableau 35).

Activités récréatives	Fourchette par jour (€ 1992)
Promenade, découverte sentier bord de l'eau	5 à 19
Pêche	12,50 à 20
Chasse (gibier d'eau)	17 à 29
Canotage	17 à 53

Tableau 35. : Quelques valeurs traduisant la fonction récréative des milieux naturels (Laurans et Dubien 1996).

1.5.3.3. Valeur d'existence : comment mesurer ce type de valeur ?

Au-delà de ces valeurs d'usage actif, on sait qu'il existe des valeurs d'usages passifs. Le souci de voir conserver une zone marine ou une zone humide dans la perspective d'une plongée ou une ballade ultérieure (valeur d'option) ou bien le désir de la conserver pour les générations futures (valeur patrimoniale) témoignent d'une valeur dont l'expression ne passe pas par un usage visible. Une association qui refuse la construction d'un parking sur l'emplacement d'une zone humide, par exemple, accorde une valeur certaine à la pérennité de cet espace. Si son engagement est déjà une indication de leur préférence pour un environnement sans parking, le mesurer en termes monétaires permet en plus d'évaluer son degré de préférence. La valeur mesurée exprime ainsi l'accroissement de l'utilité qu'attribue un individu à la zone humide. Comment mesurer ce type de valeur ? L'absence de marché, les incertitudes sur les effets, ainsi que la difficulté d'évaluer et d'actualiser les effets différents rendent les méthodes de monétarisation difficiles. La mesure monétaire des dommages est très complexe. Etant donné que les biens d'environnement ne s'échangent pas sur les marchés, il est nécessaire de recourir à des méthodes spécifiques (évaluation contingente, coût de trajet, prix hédonistes) qui ont cependant toutes leurs limites.

- La **méthode de l'évaluation contingente** consiste à demander directement à un échantillon d'individus, par enquête d'opinion, ce qu'ils sont prêts à payer pour conserver un site naturel qu'ils ne consomment pas forcément ou bénéficier d'un meilleur environnement (meilleure qualité de l'eau, amélioration de la biodiversité, préservation d'espèce). Elle permet d'évaluer des valeurs qui ne sont pas liées à un usage.
- La **méthode du coût de trajet** consiste à estimer le consentement à payer pour l'amélioration de l'environnement sur un site naturel donné, sur la base d'une estimation du temps et de l'argent que les individus ont consacré à se rendre sur ce site. Le coût du trajet tiendra compte du coût monétaire du transport mais aussi du coût d'opportunité du prix du temps pour l'argent. Pratiquement, l'approche consiste à déterminer le nombre de visites sur le site en prenant en compte les différents agréments qui peuvent s'attacher au site (loisirs, faune, flore...).
- La **méthode des prix hédoniques** tente d'estimer les demandes individuelles pour des caractéristiques écologiques qui ont la nature de biens collectifs. Cette méthode s'appuie sur l'hypothèse que les indicateurs de valeurs tels les salaires ou les prix de l'habitat reflètent la variation spatiale des caractéristiques de biens publics de différentes communautés. Au centre de cette méthode, se trouve souvent l'analyse des valeurs foncières ou des salaires comme source

d'information sur les bénéfices liés à l'environnement. Par exemple, deux maisons sont identiques dans deux rues voisines et se vendent à des prix très différents. Si la maison la moins chère se situe dans une rue sans vue sur la mer, on peut raisonnablement penser que la différence de prix reflète, du moins en partie, la valeur que des gens accordent à cette vue.

1.5.3.4. Comment intégrer ces valeurs ?

Soulignons d'abord que toute fonctionnalité environnementale qui n'est pas valorisée explicitement, l'est toujours implicitement : ne pas intégrer les coûts environnementaux dans les calculs d'investissement revient en effet à leur donner une valeur nulle. Plusieurs options s'ouvrent si l'on veut prendre en compte ces coûts. Comme les projets d'investissement se caractérisent par des flux de dépenses et de bénéfices qui interviennent à des périodes différentes, on peut comparer les coûts et les bénéfices¹. Internaliser les coûts externes signifie que l'on modifie les prix pour prendre en compte les aspirations des gens à un environnement de qualité, tout en leur signalant que ces exigences ont un coût. La prise en compte de l'environnement est alors effectuée en deux temps :

- la première est celle de la fixation par les pouvoirs publics de prescriptions de nature réglementaire destinées à réduire l'impact environnemental. Aux coûts directs, le décideur rajoutera donc dans son calcul, le coût des sujétions liées à un cahier des charges environnemental.
- la seconde étape intervient quand le décideur s'aperçoit que les prescriptions réglementaires ne suffisent pas à satisfaire la clientèle ou les citoyens. L'analyse intègre alors dans ses calculs le fait qu'en dépit des mesures réglementaires, il existe un dommage résiduel. La valeur du préjudice (variation du bien être lié à l'impact environnemental du projet) est intégrée dans le calcul des coûts et des bénéfices.

Avec cette première démarche, les coûts environnementaux sont réellement internalisés, mais son application nécessite une certaine expérience. La mise en application de ces approches mérite donc de « faire l'essai », par exemple dans le cadre d'un projet pilote d'aménagements en HA, puis d'ajuster ce calcul en fonction des résultats obtenus (avec les méthodes décrites en *supra*).

¹ L'analyse coût / avantage est une méthode d'identification et de mesure systématique des coûts et bénéfices d'un programme ou d'un projet. Conçue comme une aide à la décision, elle doit fournir des repères pour une meilleure allocation des ressources qui sont rares.

1.6. UNE METHODOLOGIE REpondant AUX ETAPES DE LA LOI CADRE DES MAITRISES D'OUVRAGES PUBLIQUES (LOI MOP)

Les étapes méthodologiques de l'aménagement sont hiérarchiquement et temporellement organisées. Elles peuvent ainsi être classées en trois phases, regroupant trois catégories d'études, (représentées par colonnes du tableau proposé au chap. 1.1), qui sont : phase préliminaire « PRE », phase d'avant projet « AVP » et la phase « PRO ».

Ces phases répondent à l'organisation logique d'une opération de maîtrise d'œuvre, elles peuvent donc s'entendre au sens de la loi MOP¹.

Etudes de définition :

1. Etudes préliminaires (PRE),
2. Avant-projet (AVP),
3. Projet (PRO).

Etudes d'exécution :

1. Dossier de consultation des entreprises (DCE),
2. Suivi de la réalisation des travaux (DET),
3. Opérations de réception (OPC).

Les éléments de définition de cette loi sont disponibles sur le site www.marche-public.fr/Marches-publics/Textes/Lois/loi-MOP.htm.

C'est d'ailleurs dans le cadre d'un appel d'offre de marché public que nous avons pu appliquer la méthodologie présentée. Cette expérience pratique de nos propositions nous a permis de valider les choix méthodologiques présentés en *supra*. Après une présentation du cadre du projet, puis une synthèse des paramètres écosystémiques et socio-économiques, nous présenterons et analyserons les résultats ainsi que les points de blocages.

¹ loi MOP, loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 : Maitrise d'Ouvrage Publique codifiée, les éléments de mission des phases d'une opération de maîtrise d'œuvre, suivant les études de conception puis en phase travaux d'exécution.

2. APPLICATION DE LA METHODOLOGIE : LE CAS D'ETUDE DE SAINT-LEU A L'ILE DE LA REUNION

En mai 2007, notre candidature dans le cadre d'un appel d'offre public relatif à l'étude de faisabilité d'un aménagement en HA pour la commune de Saint-Leu, département de la Réunion, a été retenue parmi cinq autres offres. Le choix du maître d'ouvrage a été justifié par son intérêt pour notre mémoire présentant notre « démarche méthodologique basée sur une analyse systémique » et « le caractère complet et innovant des études proposées » (rapport du dossier de consultation des entreprises, Direction des Services Techniques, commune de Saint-Leu).

L'objectif de l'étude n'était pas de concevoir un projet d'HA complet (sur la base des phases PRE, AVP et PRO définies au chapitre précédent), mais de définir sa faisabilité en répondant à deux questions :

- existe-t-il un ou des sites adaptés face au territoire communal ?
- est-il possible de trouver un outil de gestion du site consensuel ?

Ces deux aspects constituaient les éléments déterminant la faisabilité future d'un projet, auquel la Commune souhaitait que nous apportions une réponse.

Nous nous sommes donc basés sur les éléments de notre méthodologie pour répondre à ces questions. Cette application a révélé un aspect primordial à tout projet d'aménagement, qui est la différence entre d'une part la demande telle qu'elle est publiée dans un cahier des charges public, et d'autre part les attentes qui émergent lors des enquêtes de terrain et des réunions. Un projet d'aménagement est en lien avec une vision politique autant que physique d'un territoire (la pose d'HA) où s'expriment, sur la base de propositions, les craintes et les souhaits. Ce rapport entre la demande « officielle » et l'attente sociale sera analysé et critiqué à travers les réactions des acteurs face à nos propositions lors de la réunion finale présentant nos propositions et la faisabilité du projet.

L'appel d'offre concernait l'étude de faisabilité d'un aménagement en terme de sites potentiels d'objectifs et de gestion. Si l'on se réfère à notre méthodologie, cela correspond aux phases « PRE », et partiellement l'« AVP ». L'aide d'un outil cartographique du type SIG¹ est apparue évidente pour déterminer le choix du site. L'outil SIG utilisé est le logiciel Arc-gis-Arc-info®. Les modèles conceptuels de données et les requêtes spatiales ont été réalisées en partenariat avec le docteur Jean Claude Raynal² (Raynal 2004).

¹ Système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace. (*Société française de photogrammétrie et télédétection 1989*)

² Ecole des Hautes Etudes de Sciences Sociales, ingénieur d'étude en représentation des données en référence spatiale

2.1. UN TERRITOIRE A HAUTE VALEUR ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE, SUJET DE CONFLITS POUR L'ACCES AUX RESSOURCES

Après la présentation de l'appel d'offre public, nous nous intéresserons aux motivations socio-économiques révélées au cours de nos enquêtes de terrain. En effet, ce projet est en lien avec un conflit d'usages apparu lors de la mise en place de mesures réglementaires de protection des fonds marins dans le cadre de la création d'une Aire Marine Protégée (AMP) du parc marin de la Réunion. La finalité politique de la Commune est de réussir à assurer la continuité de la pêche, tout en organisant la protection et la mise en réserve de fonds patrimoniaux.

2.1.1. Appel d'offre, l'attente officielle

Appel d'offre du maître d'ouvrage : « Dans le cadre de sa politique de gestion des espaces naturels sensibles, la Commune de Saint-Leu s'est engagée dans une réflexion d'aménagement et de valorisation de ses fonds marins. Au titre de la politique précitée mais également de celle du développement des activités traditionnelles de pêche côtière, la commune de Saint-Leu souhaitait installer des HA favorisant la pêche. Ces HA seront installés dans des zones dédiées à la pêche, en continuité de zones protégées où cette activité ne sera plus autorisée. La Commune – avec l'appui des collectivités territoriales – a réalisé une réserve marine dont l'objectif est la conservation du corail et des espèces inféodées à ce milieu tropical particulier. Les fonds les plus attractifs pour la faune et la flore, et donc la pêche, sont constitués de substrats durs : corail et roches basaltiques. Ces zones côtières peu profondes (0 à 30 / 40 m), naturellement riches en poissons de fond, sont à présent en réserve et sont ôtées de l'espace de pêche. La Commune veut donc offrir de nouveaux espaces aux espèces coralliennes (essentiellement poissons de fonds) et aux usagers qui bénéficieront de ces ressources, plus particulièrement les pêcheurs à la palangrotte et les chasseurs sous-marins en apnée. Le souci de la Commune était de proposer à l'ensemble des usagers de la mer un espace riche et intéressant ».

L'étude devait identifier :

1. Les besoins et attentes des pêcheurs professionnels et amateurs (palangrotte et apnée), les espèces cibles, la structure des sites préférentiels, les techniques...
2. Les contraintes écologiques (biotiques et abiotiques)
3. les espèces halieutiques locales susceptibles de s'installer sur les HA.
4. des zones potentielles optimales pour l'installation de HA, en regard des contraintes biologiques des espèces cibles, physico océaniques, réglementaires et halieutiques.
5. Les configurations par rapport au milieu environnant
6. Les modalités de gestion, et de suivi de l'exploitation
7. Le coût estimatif des aménagements préconisés
8. Les conditions réglementaires et administratives de mise en œuvre
9. Les retombées socioéconomiques et halieutiques de l'exploitation (estimation)

Si l'on se réfère à notre méthodologie, les points numéros 1, 2 et 3 correspondent à la phase PRE et les points numéro 4, 5, 6, 7 et 8 à l'AVP, enfin une approche de la phase PRO est abordée avec le point numéro 9. Cette présentation était celle formulée dans le cadre de l'appel d'offre.

2.1.2. Un conflit spatial en attente de solution consensuelle

L'attente sociale locale, révélée lors des enquêtes de terrain, se situe dans un contexte conflictuel de partage de l'espace. En effet, l'enjeu est la mise en réserve d'une zone corallienne patrimoniale constituée d'une barrière de corail riche en poissons et de grande valeur écologique. Ce site est un enjeu multi-acteurs pour : les scientifiques, les associations écologistes, les touristes et les pêcheurs. En effet, cette activité s'exerce traditionnellement par des professionnels comme des plaisanciers en tant qu'une activité vivrière importante. Le site naturel est passé d'un statut local (valeur d'importance économique limitée mais traditionnelle) à celui d'un patrimoine mondial supranational (la conservation de la nature et des coraux à l'échelle planétaire, et française à travers des programmes comme « *CRISP* » de l'Agence Française de Développement initié en 2002 (CRISP 2008). L'activité de pêche artisanale côtière comme revenu d'appoint et source d'aliment est confrontée à la mise en place du Parc Marin de la Réunion (légitime exigence de conservation du patrimoine mondial écologique), à laquelle la Commune doit apporter une réponse.

Le contexte électoral (étude initiée en juin 2007, élections municipales en mars 2008) renforce qui plus est la voix des usagers locaux face à la mise en place d'une réserve, dont les objectifs écologiquement justifiés, sont ressentis comme imposés par l'Etat et l'Europe malgré l'important travail de concertation et de débats publics préalables au projet (com. pers. Tessier, directeur du Parc Marin de la Réunion) (Commission Européenne 2005).

Le jeu d'acteurs institutionnels et des usagers (voir Figure 52) est arbitré par la Commune, qui en se faisant porte parole des pêcheurs, doit également répondre à l'exigence de la Région Réunionnaise, de l'Etat et de l'Europe (politique de conservation de la biodiversité avec la création d'aire marine protégée à hauteur de 10% des ZEE françaises en 2012, (Commission des communautés européennes 2006).

Les enjeux d'échelles étant posés, la solution d'un outil tel que les HA pour initier le dialogue entre les différents protagonistes n'était pas, *a priori*, aisée. Nous verrons comment à travers son objectif d'aide à la pêche et la réflexion engagée pour sa gestion (droits d'usages envisagés), il a joué un rôle transactionnel et consensuel où le politique, les usagers, la direction du Parc Marin et l'Etat ont pu dialoguer et montrer que leurs objectifs étaient convergent (mais exprimés différemment).

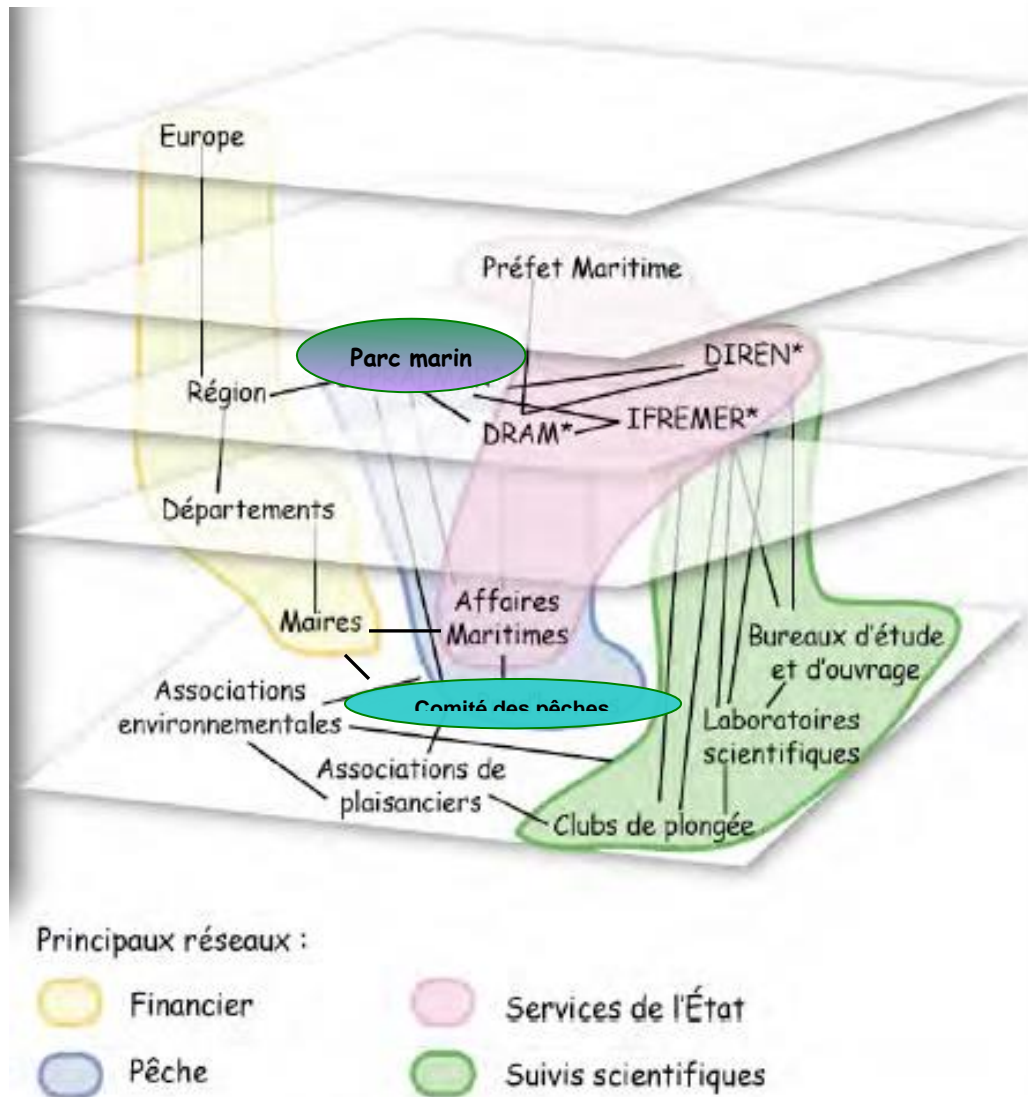


Figure 52 : Réseaux relatifs à la création d'HA couplés à la création du parc marin de la Réunion sur la commune de Saint-Leu (AMP) (adapté de Cadoret 2007)

Après avoir rappelé les objectifs des phases d'étude, tels que formulés par le maître d'ouvrage, nous étudierons la faisabilité de créer un projet adapté aux paramètres socio-économiques et biophysiques.

2.1.3. Reformulation des objectifs

La première phase a consisté en un « aller/retour » avec la Commune (maître d'ouvrage), afin de reformuler les objectifs et de définir ses attentes. Cet exercice a permis de valider les objectifs de l'aménagement avec la Commune.

Etude de faisabilité pour l'implantation d'habitats artificiels adaptés à la pêche professionnelle et en apnée	Cette étude à l'échelle de la commune de Saint-Leu s'inscrit dans une triple approche : <ul style="list-style-type: none">▪ Préserver la faune et la flore côtière en offrant une nouvelle zone de ponte, nourriture et abris aux espèces locales (Bolopion, Forest <i>et al.</i> 2000).,▪ Proposer une nouvelle aire de pêche professionnelle et récréative pour les usagers de la Commune et le tourisme,▪ Accroître à terme la ressource halieutique.
Les objectifs attendus	L'étude doit permettre, de manière partagée avec la Commune de Saint-Leu : <ol style="list-style-type: none">1. Phase 1 : De connaître les besoins et les pratiques de la pêche et des pêcheurs à la palangrotte et en apnée, D'identifier les paramètres biologiques (espèces cibles, types de récifs coralliens naturels colonisés...) et physico-océaniques du milieu2. Phase 2 : D'émettre des propositions d'aménagements: localiser un site optimal pour la pêche et sa gestion. Seules les activités de pêche côtière professionnelle et de pêche en apnée concernées par la mise en réserve de la zone corallienne de Saint-Leu seront analysées dans le cadre de cette étude de faisabilité.

L'étude s'articule donc autour de deux résultats attendus par le maître d'ouvrage :

1. Proposer une sélection de sites adaptés
2. Proposer un projet de gestion du site, (accepté par les acteurs).

Ce projet s'ancre dans un projet global de politique locale et régionale.

2.1.3.1. Objectifs initiaux : créer des habitats pour les espèces cibles de la pêche

Les zones sableuses réunionnaises sont celles qui ont la production biologique marine la plus faible (Gabrié et Montaggioni 1985). La seule ressource exploitable sur les fonds sableux de 0 à 300 m est le crabe girafe (*in* Suivi Halieutique réunionnais I.F.R.E.M.E.R 2007). La baisse des ressources en espèces cibles de la pêche (loisir ou professionnelle) est un phénomène général, résultant d'une exploitation forte et du manque d'habitats nécessaires au renouvellement d'espèces qui pourraient s'y installer et s'y reproduire (Tessier 2005). La Commune, face à ce problème, a formulé le besoin d'être aidée dans sa réflexion pour la mise au point de moyens visant à trouver un équilibre entre création de nouvelles aires de pêche et la gestion des espèces cibles. Pour cela, la mise en place d'HA, accompagnés de mesures de gestion appropriées, est une proposition intéressante. En effet, les premiers essais réalisés par Tessier en 2003 menés dans la baie de Saint Paul, (Nord Ouest du département de la Réunion), furent positifs, avec des concentrations de poissons très importantes autour et dans les habitats, et notamment des juvéniles (Tessier 2005).

2.1.3.2. S'intégrer dans un schéma d'aménagement régional

Suite aux divers essais réalisés avec des HA dans le département de la Réunion, et au vu des résultats concluants de ces pilotes, le souhait des gestionnaires réunionnais est de progresser de manière coordonnée en incluant cette demande dans le SAR Réunion (Schéma d'Aménagement Régional). L'objectif est en lien avec le dernier rapport de l'Ifrecor¹ incluant « la stratégie locale » et un « Nouveau plan d'actions », pour la période 2006-2010, (validé lors du comité local Ifrecor/juin 2006), qui rappelle la nécessité de continuer la démarche d'aménagement en récifs artificiels (HA adaptés) pour le développement de la pêche réunionnaise (voir extraits ci-après)

2.2.1 En complément des dispositifs d'évaluation de l'effet réserve dans le périmètre de la Réserve naturelle marine, mise en place d'un suivi des ressources halieutiques récifales à l'extérieur du périmètre afin de mesurer l'effet "débordement" lié à la Réserve Naturelle Marine.

2.2.2 Favoriser le développement des récifs artificiels dans les zones non-coralliennes

2.1.3.3. Compléter les réserves de pêche créées par le Parc Marin de la Réunion

A partir des choix du SAR, visant l'aménagement équilibré des fonds côtiers, le souhait de la Commune est d'assurer un développement pérenne de la pêche côtière. Cet élément participe au patrimoine du littoral de l'île car il est fortement ancré dans la vie sociale et culturelle réunionnaise, et Saint-Leusienne. C'est pourquoi, en prenant appui sur la création récente du Parc Marin et de la protection des zones coralliennes RMN (Réserves Marines Naturelles), un réseau d'HA créés sur le sable, permettrait, selon son organisation, d'offrir des habitats aux espèces « exportées » de la réserve. L'effet réserve jouerait un rôle positif, en permettant de bénéficier de l'installation d'espèces adultes pour la pêche sur des zones autorisées avec des HA adjacents.

Le choix de créer une aire aménagée en HA en complément de la réserve est donc important pour la commune de Saint-Leu. L'objectif de l'aménagement est de permettre aux pêcheurs à la palangrotte et en apnée de continuer leurs activités (captures de poissons de fonds et d'espèces benthiques).

2.1.3.4. Participer au renouvellement de l'écosystème marin réunionnais

En zone tropicale, les lagons, les récifs coralliens ou les baies les plus abritées jouent souvent le rôle de nourriceries pour les espèces dont une partie du cycle vital se déroule en zone côtière. Diverses catégories de ressources s'y développent et y sont exploitées. Le littoral réunionnais est bordé sur sa côte Ouest de formations coralliennes discontinues représentant une longueur de 12 km, mais d'une largeur ne dépassant pas quelques centaines de mètres au maximum. L'importance des récifs coralliens dans la mise en place des peuplements de poissons, y compris ceux présentant un intérêt halieutique (mérus) a été démontrée par l'IFREMER (Bolopion *et al.* 2000)

2.2. MATERIEL ET METHODE

Rappelons que l'objectif de l'étude n'était pas de concevoir un projet d'HA « complet », mais de définir sa faisabilité en déterminant des sites potentiels et la possibilité de gérer le site de manière consensuelle.

La démarche et les études retenues sont issues du chapitre « méthodologique ». Mais la demande ne nécessitait pas et ne permettait pas (coût et délai limités) de réaliser la totalité des études et enquêtes préconisées, nous avons donc identifié une sélection d'études, extraites de notre méthodologie,

¹ L'IFRECOR est une action nationale en faveur des récifs coralliens des collectivités de l'outre-mer, engagée en mars 1999 sur décision du Premier ministre. Elle est portée conjointement par le ministère de l'écologie et du développement durable et le ministère de l'outre-mer. Elle recouvre toute action et mesure prises en faveur des récifs. Les enjeux en sont la protection et la gestion durable des récifs coralliens des collectivités de l'outre-mer français.

permettant de répondre aux questions posées. Les résultats du choix du site seront présentés et commentés ci-après. En ce qui concerne la dimension sociale de la mise en place d'un système de gestion du site, nous avons choisi de la traiter dans le chapitre suivant, afin de détailler les réponses apportées et la réaction des acteurs.

La carte proposée en page suivante présente le site d'étude et sa situation dans l'océan indien.

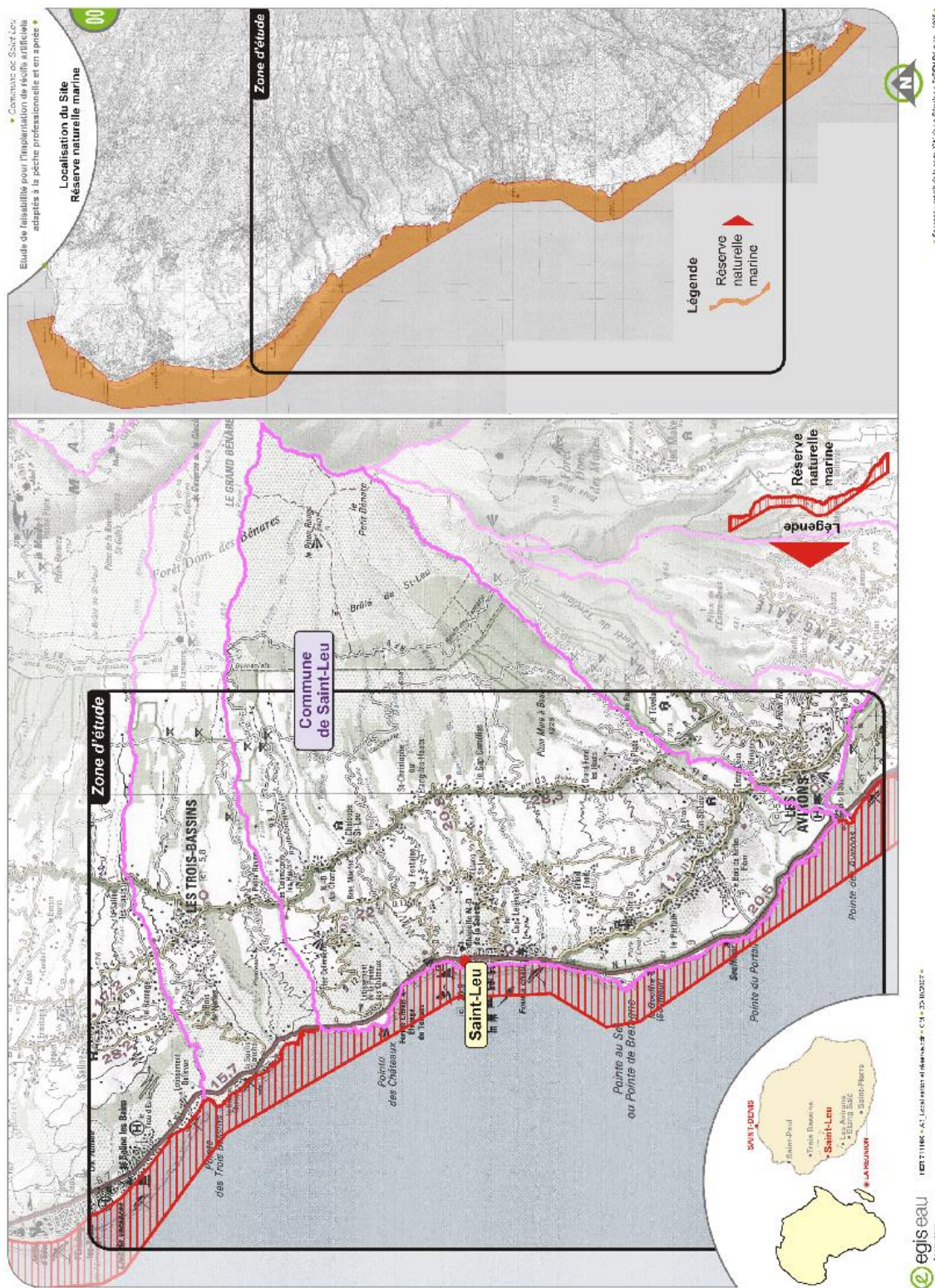


Figure 53 : Localisation du site d'étude commune de Saint-Leu et du parc marin de la Réunion, Département de la Réunion

2.2.1. Identification du contexte socio-économique local

Les logiques et les pratiques sont souvent différentes, voire contradictoires, il convenait donc dans cette première phase de les identifier. Les enquêtes de terrain ont débuté par l'audition des acteurs institutionnels et professionnels en charge de la gestion des milieux et des pêches (Conseil Régional, Affaires Maritimes) et des acteurs partageant cet espace (clubs de plongée, sociétés nautiques, plaisanciers). L'objectif est de créer une démarche d'écoute active et de contacts préliminaires informant sur la nature, l'objet et la consistance de l'étude. Il fut réalisé sur la base d'un questionnaire semi-ouvert (voir Annexe 5).

Nous avons réalisé une première série d'entretiens ou d'envoi de questionnaires par courrier avec les acteurs pré-identifiés dans la Tableau 36:

- Représentant(s) du Comité Local des Pêches de Saint-Leu et du président du Comité Régional des Pêches, (G. Zitte)
- Comité Régional des Pêches de la Réunion (D. Guyomart)
- Association de pêcheurs en apnée fréquentant le site, (G. Gazzo, A. Ruodolpho)
- Services techniques de la Commune de Saint-Leu, (K Lechlech)
- Direction du parc marin de la réunion (E Tessier),
- Conseil régional de la Réunion, (M Jatob)
- Organismes de recherche (H. Grizel, directeur du laboratoire régional d'IFREMER, L. Bigot lab. Ecomar Université de la Réunion, G. David IRD),
- DIREN (P. Talec Délégué en charge de la mer)
- Affaires maritimes (L. Courtois)
- Direction de l'équipement, services maritimes (D. Lahore)
- Agence Régionale de Valorisation de la Mer (J.P. Quod)

L'objectif de ces entretiens était de :

- Dégager et présenter les attentes et les besoins des pêcheurs en précisant les enjeux pour la pêche en apnée et à la palangrotte
- Confirmer et préciser le travail présenté, au sujet des espèces cibles de la pêche locale, lieux de capture et les techniques utilisées
- Les principales attentes et freins par rapport à cette démarche d'aménagement des fonds de la Commune de Saint-Leu.

2.2.2. Identification des paramètres physico-chimiques

La liste des études physico-océaniques répondant aux besoins de l'étude est présentée dans le tableau suivant (adapté au contexte local) :

CONNAISSANCE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

de l'Ile de la Réunion et du site de Saint-Leu

- Site d'étude
- Climatologie
- Régime des vents
- Cyclones et dépressions tropicales
- Températures, salinité
- Pression atmosphérique
- Morphologie et dynamique côtière
- Bathymétrie
- Conditions d'agitations
- Niveaux de la mer
- Courantologie
- Marée
- Qualité des sédiments
- Qualité des fonds du Sud au Nord

Cette liste est adaptée de la méthodologie proposée à la page 133.

2.2.3. Identification des paramètres biologiques

La liste des études biologiques répondant aux besoins de l'étude est présentée dans le tableau suivant (adapté au contexte local)

CONNAISSANCE DES PARAMETRES BIOLOGIQUES

- Espèces réunionnaises
- Espèces présentes à Saint-Leu (caractéristiques et paramètres vitaux)
- Localisation
- Corridors biologiques
- Espèces colonisatrices des habitats artificiels réunionnais
- Espèces cibles de la pêche
- Types d'espèces cibles de la pêche

Cette liste est adaptée de la méthodologie proposée à la page 133.

2.3. RESULTATS

Le tableau reprenant les enquêtes socio-économiques menées auprès des acteurs en lien avec le projet, et deux fiches de synthèse au sujet de la pêche locale sont reportés ci-après. Enfin les cartes, figures et tableaux des résultats des études des paramètres biologiques et physico-océaniques sont présentés puis analysés en utilisant un SIG (Raynal 2007).

2.3.1. Synthèse des paramètres socio-économiques

Les comptes-rendus rédigés à l'issue de ces auditions et des retours de questionnaires courriers, sont reportés dans le tableau présenté ci-après.

Les avis de la DIREN, de la Direction de l'Équipement (maritime) et des Affaires Maritimes ne sont pas reportés dans le tableau suivant, car ces entretiens se sont déroulés directement avec la Commune (suivant les souhaits de la Commune). D'après la Commune, leur position a été de rappeler que le respect des procédures juridiques (loi eau, études d'impact, concessions du DPM) serait exigé. Leur avis formel s'est limité au respect du droit appliqué au littoral et au domaine maritime, sans jugement (opposition, ni accord) sur le principe.

Tableau 36 : Entretiens avec les acteurs locaux et institutionnels impliqués, sur la commune de Saint-Leu et sur le département de la Réunion

Organismes	Association pêcheurs professionnels de la Réunion	CRPME	Pêcheurs en apnée	Arvam	Parc Marin (association)	Organismes de recherche	IFREMER	Conseil Régional
Avis par rapport au projet	(Positif) +	+	+	+	+	+	+	+
Moteurs	<ul style="list-style-type: none"> - Dialogue ouvert avec les autres usagers - Motivation pour engager une charte d'utilisation - Souhait d'une gestion partagée - Attentes forte en complément du parc marin 	<ul style="list-style-type: none"> - Prêt à s'associer et à porter le projet avec les pêcheurs de Saint-Leu - Aide administrative et technique possible 	<ul style="list-style-type: none"> - Motivation des représentants des associations - Dynamique de gestion possible et souhaitée 	<ul style="list-style-type: none"> - Souhait d'une réflexion régionale - les suivis sont jusque là positifs, il faut continuer 	<ul style="list-style-type: none"> - Axe de développement très important en complément du Parc marin, - appui pour un suivi coordonné - solutions préconisées pour la pêche - plan de gestion et surveillance auto-gérée par les usagers 	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratoire <i>Ecomar</i> déjà engagé dans une dynamique de recherche sur le sujet. - Collaboration à des projets de recherche (thèse, projets de l'université de la Réunion) 	<ul style="list-style-type: none"> - prêt à suivre scientifiquement le projet - les espèces de fond sont menacées, intérêt de créer des habitats - personnes ressources à l'IFREMER - associer le CRPM et affaires maritimes à la gestion 	<ul style="list-style-type: none"> - Dynamique socio-économique très importante pour la Réunion - Aide possible pour un projet fédérateur - Gestion au niveau d'un syndicat mixte régional, souhaitable - suivi environnemental large
Freins	<ul style="list-style-type: none"> - Partage temporel de l'espace week-end plaisance / semaine professionnelle - Braconnage 	<ul style="list-style-type: none"> - Non respect des besoins des pêcheurs professionnels en terme de production - utilisation non contrôlée d'un nouveau site de pêche 	<ul style="list-style-type: none"> - non prise en compte des besoins spécifiques aux pêcheurs en apnée - les HA ne doivent pas être trop « faciles » structurellement à pêcher, pour préserver les espèces installées (espèces peu vulnérables) 	<ul style="list-style-type: none"> - Etude d'impact à préparer pour estimer correctement les effets du projet 	<ul style="list-style-type: none"> - mode de gestion consensuel à définir très rapidement, - vigilance sur l'exploitation et les possibles abus à anticiper 	<ul style="list-style-type: none"> - braconnage - partage de l'espace et conflit avec les autres usagers doit être discuté et accepté par tous (professionnels, plongeurs, plaisanciers), avant la création du site 	<ul style="list-style-type: none"> - pillage d'une zone qui peut servir de relais aux réserves marines - contrôle des pêches - gestion par les professionnels 	<ul style="list-style-type: none"> - Mode de gestion et d'exploitation à proposer et à discuter le plus largement (professionnels, usagers, administrations...) - insertion au Schéma de Mise en Valeur de la Mer (SAR volet marin)

Nous avons également réalisé des fiches de synthèse de la pêche pour décrire l'activité.

Le port de Saint-Leu est le quatrième port de pêche de la Réunion par le nombre des embarcations professionnelles inscrites. Saint-Leu est dans la zone Sud Ouest (S.O.) de pêche côtière Réunionnaise la plus fréquentée avec 123 navires sur zone, soit 1374 mois d'activité cumulés. Le projet d'implantation est donc majeur pour l'économie locale et Réunionnaise. Sur le port de Saint-Leu, la flotte est à 100% constituée de navires côtiers.

Tableau 37 : Fiche de synthèse au sujet de la pêche locale à la palangrotte

Fiche des caractéristiques de la petite pêche artisanale côtière à la palangrotte		
Réunion / commune de Saint-Leu		
Matériel	Embarcations	des barques ou canots non pontées en bois ou en plastique
	Longueur	inférieure à 7 m
	puissance	4 à 18 kW
	Equipage	un à trois hommes
	Engins de pêche	Palangrotte, ligne à main et ligne morte avec flotteur (fil et hameçon)
Profondeur		Jusqu'à 80 m de fond. Préférence pour des petits fonds de 20 m / 50 m
Durées et distances de pêches		Moins de 12 h en mer et généralement demi-journée. Moins de 5 milles d'un abri côtier.
Techniques de la pêche côtière de fond (artisanale et traditionnelle)		<ul style="list-style-type: none"> - Lignes à main, - palangres horizontales et verticales de fond, - nasses
Pression de pêche côtière		Total : 997 T en 2005. Pour les poissons de fond cibles du projet : 90,4 T et plus forte valeur ajoutée (I.F.R.E.M.E.R 2007)
Poids socio-économique		Prix moyen 5 €/Kg soit CA de 5 000 k€ pour 490 emplois (CRPMEM Ile de La Réunion 2007). Le prix des poissons de fond « rouges » est trois fois supérieur à cette moyenne.
Technique particulière à Saint-Leu		Palangrotte à 3 hameçons + lignes mortes posées en début de pêche et relevées en fin de pêche

La commune de Saint-Leu, était un des sites les plus importants pour les pêcheurs en apnée de par la diversité et la qualité des fonds, avant la mise en place du Parc Marin. En outre, le site comptait parmi les zones de compétition de chasse sous marine les plus importantes de l'île (avant la mise en réserve en 2007).

Tableau 38 : Fiche de synthèse sur l'activité de pêche sous-marine en apnée

Fiche des caractéristiques de la pêche sous marine en apnée		
Réunion / commune de Saint-Leu		
Matériel	Embarcations	des barques ou canots non pontées en bois ou en plastique, souvent sans embarcation, propulsion avec palmes
	Longueur	inférieure à 7 m
	puissance	4 à 18 kW
	Equipage	- Un à trois hommes sur les embarcations. - Deux si la pêche se pratique avec une bouée (un « raleur » de bouée et le chasseur)
Profondeur		Moyenne de 15 à 30 m (0 à 40 m pour l'ensemble des pêcheurs)
Durées et distances de pêches		- 4 h en mer pour les pêcheurs en bateau et généralement une demi-journée. - 1 à 5 h pour les pêcheurs à la palme Moins de 5 milles d'un abri côtier.
Techniques de la pêche en apnée		<ul style="list-style-type: none"> - Agachon - Agachon de pleine eau - Pêche à trou - Coulée - Indienne
Pression de pêche		0,6 kg /heure/pêcheur (données moyenne de compétition)
Poids socio-économique		Important, en lien avec l'achat de matériel et la notoriété touristique. Activité traditionnelle fortement identitaire.
Technique particulière pour Saint-Leu		Techniques spéciale pour la capture des « capucins » et des « gueules pavées ».

Les contraintes réglementaires et la localisation de l'activité de pêche sont présentés sur les deux cartes suivantes : réglementations du Parc Marin et zones de pêche (concertation d'espèces cibles)

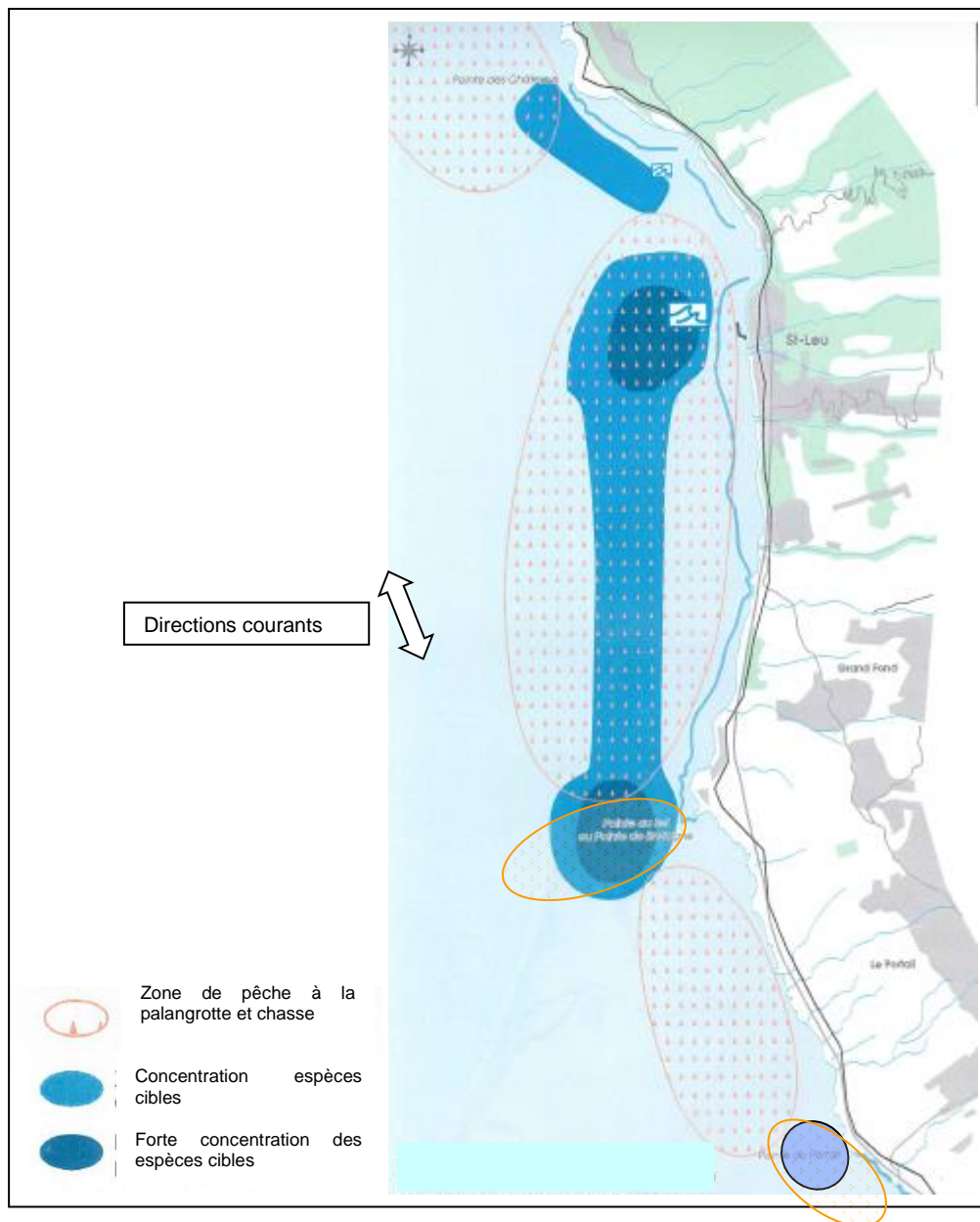


Figure 55 : Zones de pêche (palangrotte et à la chasse sous marine) et zones de concentration des espèces cibles (Michel *et al.* 1995).

2.3.2. Synthèse des paramètres physico-océaniques

Les résultats des études physico-océaniques sont présentés sous forme d'une synthèse des contraintes principales et de cartes (Pioch et Pary 2007) :

La limite de la zone d'action des houles, hors conditions cycloniques exceptionnelles, se situe à l'isobathe - 20 m (NGR¹). Les courants marins sont bidirectionnels et orientés parallèlement à la côte, suivant un axe Sud-Est / Nord Ouest. Sur la zone de Saint-Leu, les courants les plus forts et dominants sont orientés Sud-Est jusqu'à 1 m/s, particulièrement au Sud dans une zone comprise entre la pointe au Sel et les Avirons. La période présentant les moyennes de valeur des houles et des vents les plus faibles s'étend du mois de novembre à avril (accalmie météorologique estivale).

¹ Nivellement Général Réunionnais

Quatre zones de substrat meuble (sableux) ont pu être identifiées à partir des cartes marines et des indications des chasseurs sous marins de Saint-Leu, au large de la « Petite Ravine », devant le « Cimetière », devant l' « Eglise Requin / Cap Malizé », et enfin entre la « Ferme Tortue » et le pont d'entrée de la commune de Saint-Leu.

Ces zones feront l'objet d'une étude SIG, en superposant les paramètres socio-économiques et biophysiques, afin de déterminer les sites adaptés aux objectifs et aux possibilités techniques.

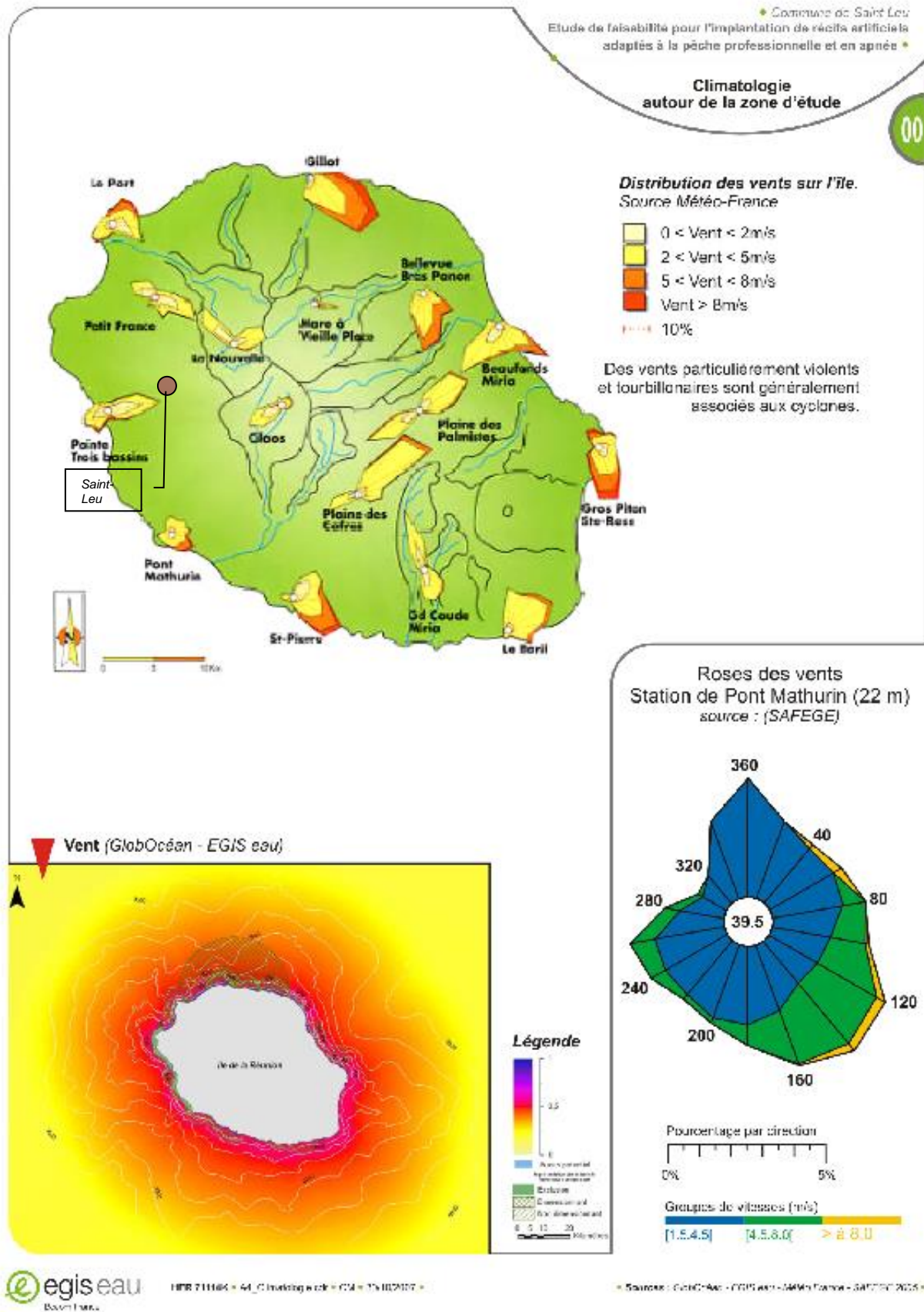


Figure 56 : Paramètres climatologiques du département de la Réunion

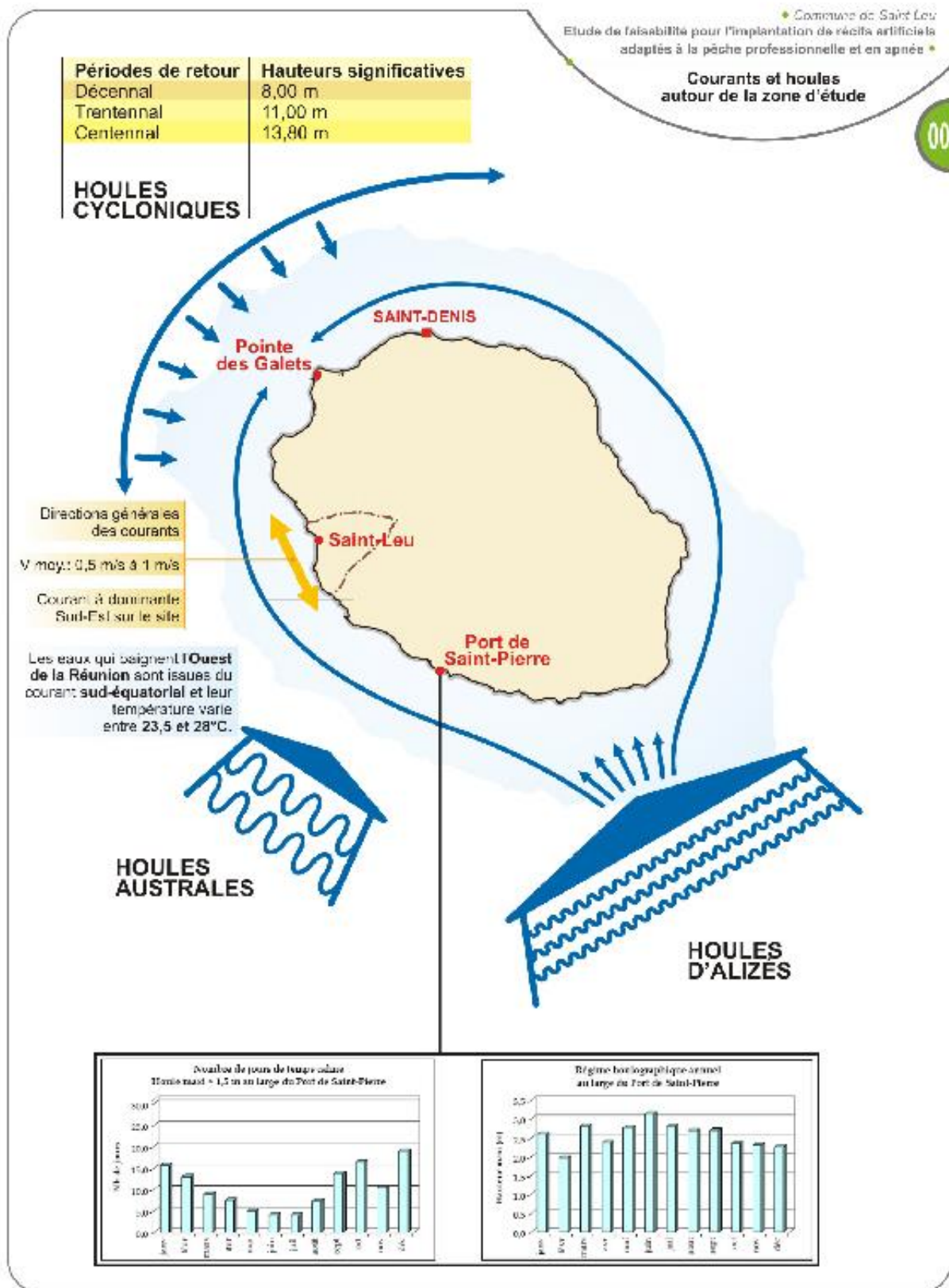


Figure 57 : Régimes des courants et des houles, la Réunion

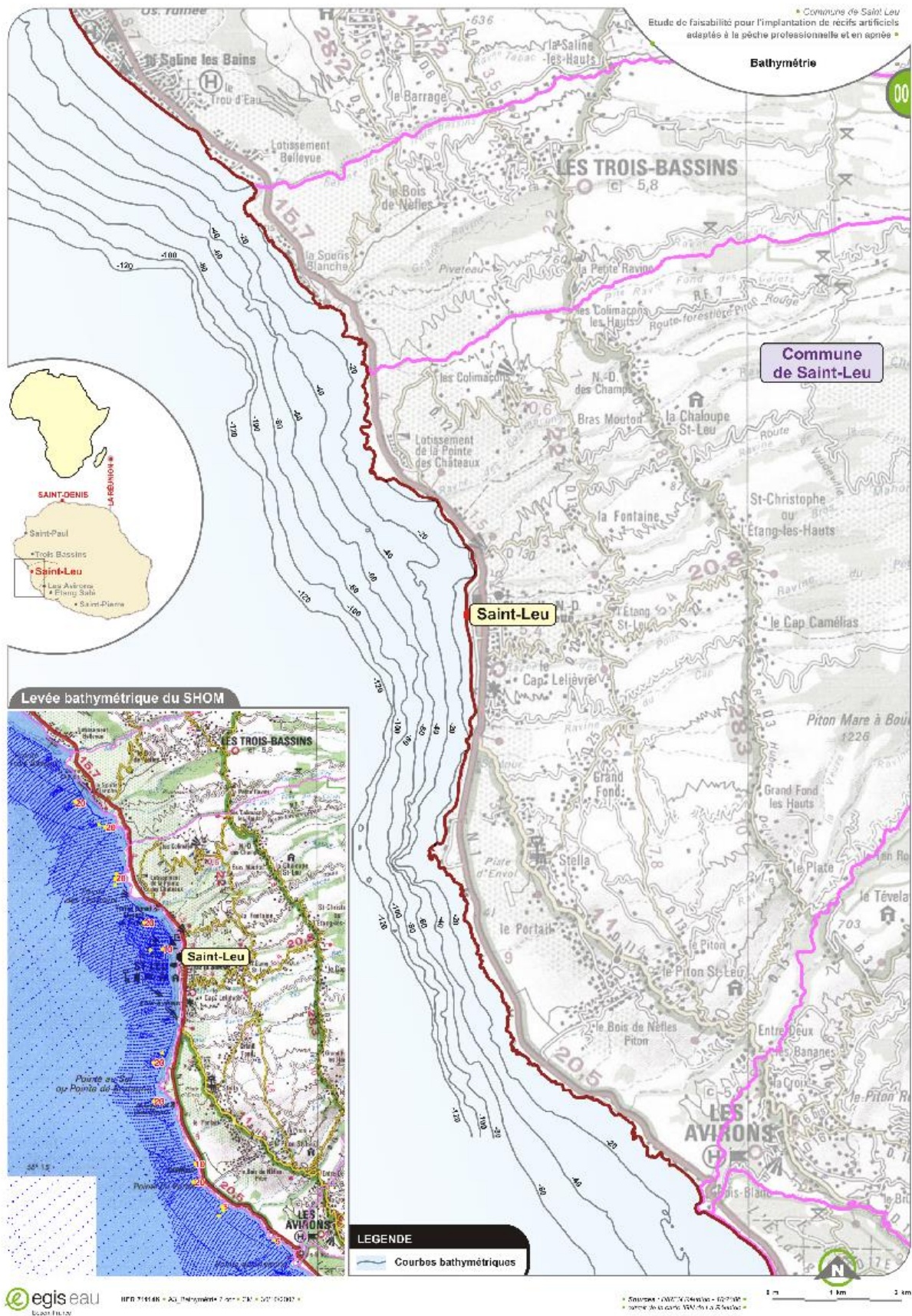


Figure 58 : Bathymétrie au droit de la commune de Saint-Leu

2.3.3. Synthèse des paramètres biologiques

Les trois principaux types de biotopes présents dans les fonds réunionnais sont les récifs coralliens de type frangeant d'une longueur d'environ 25 km de linéaire côtier, ainsi que les côtes rocheuses représentant 100 km de linéaire côtier et enfin les côtes sableuses, constituées de sable basaltique mélangé à de petits blocs basaltiques sur 90 km de linéaire côtier.

Le récif corallien est une nurserie très importante. La création d'habitats artificiels va contribuer à augmenter la diversité du biotope sous-marin, très faible sur le département de la Réunion (Tessier 2005). La bathymétrie vitale moyenne des adultes cibles est comprise dans la zone de - 15m à - 200 m de fond (enquête auprès des pêcheurs à la palangrotte). Par contre, la bathymétrie vitale moyenne des juvéniles cibles est beaucoup plus réduite, car comprise entre quelques mètres et environ - 20 m (enquête auprès des pêcheurs en apnée).

Les espèces cibles communes à la palangrotte et à la chasse en apnée sont des espèces qui vivent principalement en contact avec le fond à faible déplacement ou de grande importance à l'échelle locale : principalement les mérours (voir planche dessins ci-après).

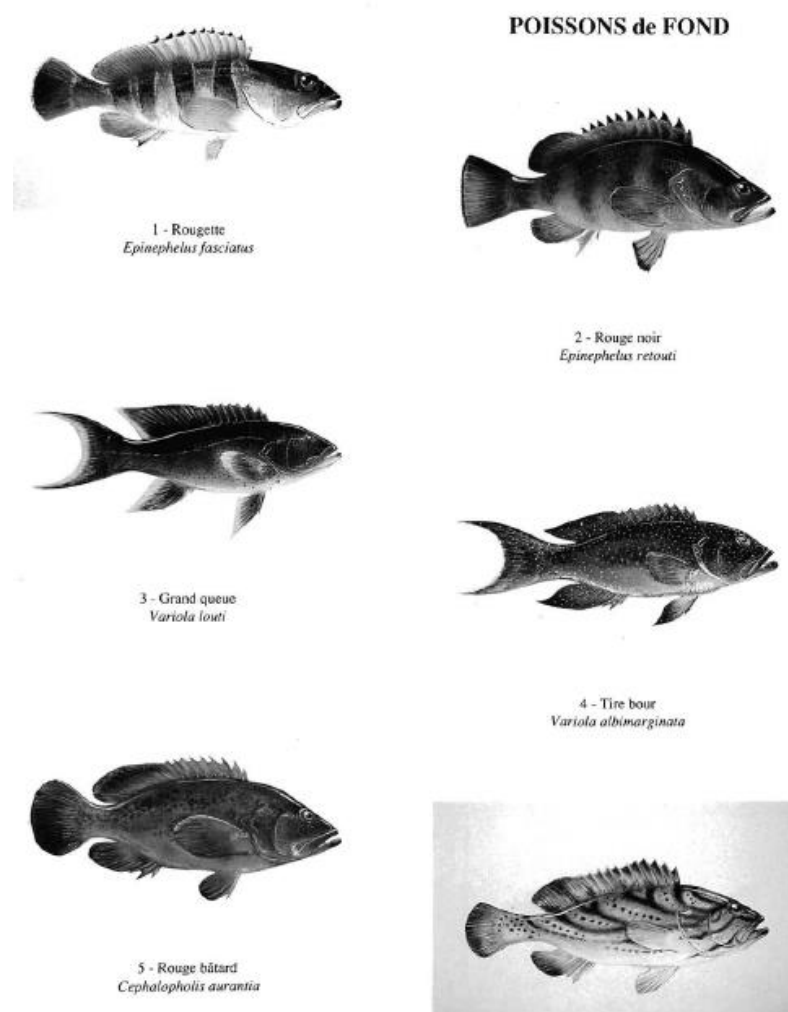


Figure 59 : Les mérours, espèce cible principale des pêcheurs à la palangrotte et en apnée de la zone de Saint-Leu (Taquet 2005)

Les espèces de couleur « rouge » sont les plus prisées, notamment au niveau des mérours, comme le « grand queue » (*Variola louti*), et accessoirement les autres « rouges » (Beauclair, Cardinaux : *Myripristis m.*, *Sargocentron spiniferum*), ou la langouste (*Palinurus Elephas*). Il s'agit **d'espèces benthiques** ou necto-benthiques souvent cryptiques dont l'**habitat** naturel est un substrat dur présentant des cavités sombres et complexes, dans le cas présent le récif corallien. Leur abri naturel est en général abrité du courant (perpendiculaire au courant). En se référant à la typologie proposée, il s'agit du groupe des espèces de type A (Kakimoto 2004).



Photo 10 : Espèces cibles de la pêche « rouges » et colonisatrices des HA réunionnais (photos de Tessier 2005)

Dans le cas spécifique de la chasse en apnée, les espèces cibles sont de type A mais également des espèces vivant à proximité du fond (dont notamment la gueule pavé, *Monotaxis grandoculis*), il s'agit d'**espèces démersales** côtières vivant sur ou à proximité du fond dont l'**habitat** naturel est un substrat dur ou meuble. Dans le cas du substrat dur les sites les plus attractifs sont ceux présentant un relief et une ou des cavités moyennes à grandes (décimétriques à plurimétriques). Ces espèces sont regroupées au sein du type B.

Les aménagements devront donc être conçu pour des espèces de type A sur des sites partagés par la pêche en apnée et à la palangrotte ou uniquement pour cette dernière. Et de type B pour les sites dédiés à la pêche en apnée.

2.3.4. Expertise du site optimal d'aménagement : utilisation d'un SIG

Nous proposons à partir de ces contraintes d'identifier, grâce à un outil SIG, le choix d'un site potentiel. Le SIG permet de hiérarchiser et de visualiser ces données complexes pour rendre compte au maître d'ouvrage des variables biophysiques et socio-économiques qui contraignent ou facilitent les possibilités du projet.

Elles sont classées hiérarchiquement par niveau de contrainte sur le projet (du plus fort au plus faible) et par type d'étude : biologique, physique et socio-économique. L'intégration de paramètres éthologiques n'a pas été nécessaire dans l'objectif spécifique de cette étude : *i.e.* la faisabilité d'aménagement des fonds de Saint-Leu (elles le seraient pour sa validation).

La question était : existe-t-il un site potentiellement adapté à l'installation d'HA ?

Niveau de contrainte	Type de paramètre	Objectifs des études et enquêtes	Résultats
1.	Physico-océanique	Agitation : limite d'action des houles	La limite d'action des houles se situe à la profondeur de – 20 m
2.	Socio-économique	Réglementations, lois, arrêtés et obligations maritimes	Zones interdites du Parc Marin
3.	Physico-océanique	Topographie des fonds	Sélection de fonds plats
4.	Socio-économique	Bathymétrie d'exploitation (profondeur adaptée aux techniques de pêche)	D'après enquête la pression de pêche se situe entre – 20 m et – 80 m de fond (les apnéistes s'arrêtant à – 30 m)
5.	Biologique	Habitat, bathymétrie vitale adultes cibles moyenne (Présence / absence)	D'après les pêcheurs les adultes cibles se situent entre – 15 et – 200 m de fond
6.	Biologique	Habitat, bathymétrie vitale juvéniles cibles moyenne (Présence / absence)	D'après les pêcheurs les juvéniles se situent entre – 0,1 m de fond et - 20 m
7.	Physico-océanique	Nature sédimentaire (pose et stabilité des habitats artificiels)	Sélection de sites présentant un fond sableux, à sablo-graviers
8.	Socio-économique	Distance au port de pêche (consommation de carburants, risques navigation)	La zone de pêche a été découpée en cercle concentriques par tranches de 300 m depuis la sortie du port

Tableau 39 : Synthèse des contraintes permettant d'identifier le site optimal d'aménagement

Le résultat de l'analyse spatiale réalisée avec un outil SIG est présenté à la page suivante.

La représentation par SIG a permis d'exclure, en les superposant, les zones de l'espace à aménager ne répondant pas à la faisabilité et aux besoins du projet. Les carrés de couleur représentés sur la carte indiquent les sites répondant aux objectifs de la Commune (en brun pour la pêche à la palangrotte, en rouge pour la pêche en apnée). Ils sont la représentation spatiale des résultats des études et enquêtes (voir Tableau 39). En effet, ils localisent les sites potentiels adaptés à la pose d'HA dans le contexte socio-économique, biologique et physique de la commune de Saint-Leu.

Les cercles concentriques rouges au départ du port de pêche renseignent sur la distance au port des sites potentiellement aménageables. Le découpage par « tranches » de 300 m permet d'évaluer le coût en carburant et la dangerosité relative pour se rendre sur un site potentiel en fonction de la distance et donc de la durée estimée du trajet.

Les éléments figurés par les carrés colorés représentent une surface de 100 m² (aires de 100 m de côté à l'échelle 1/1), ceci dans un souci d'utilisation postérieure éventuelle de la planification d'un aménagement comprenant plusieurs unités d'HA (groupes et unités).

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?
 CONFIDENTIEL - Troisième partie - Application d'une stratégie de gestion intégrée de la bande côtière -
 Essai d'une méthodologie d'aménagement en habitats artificiels

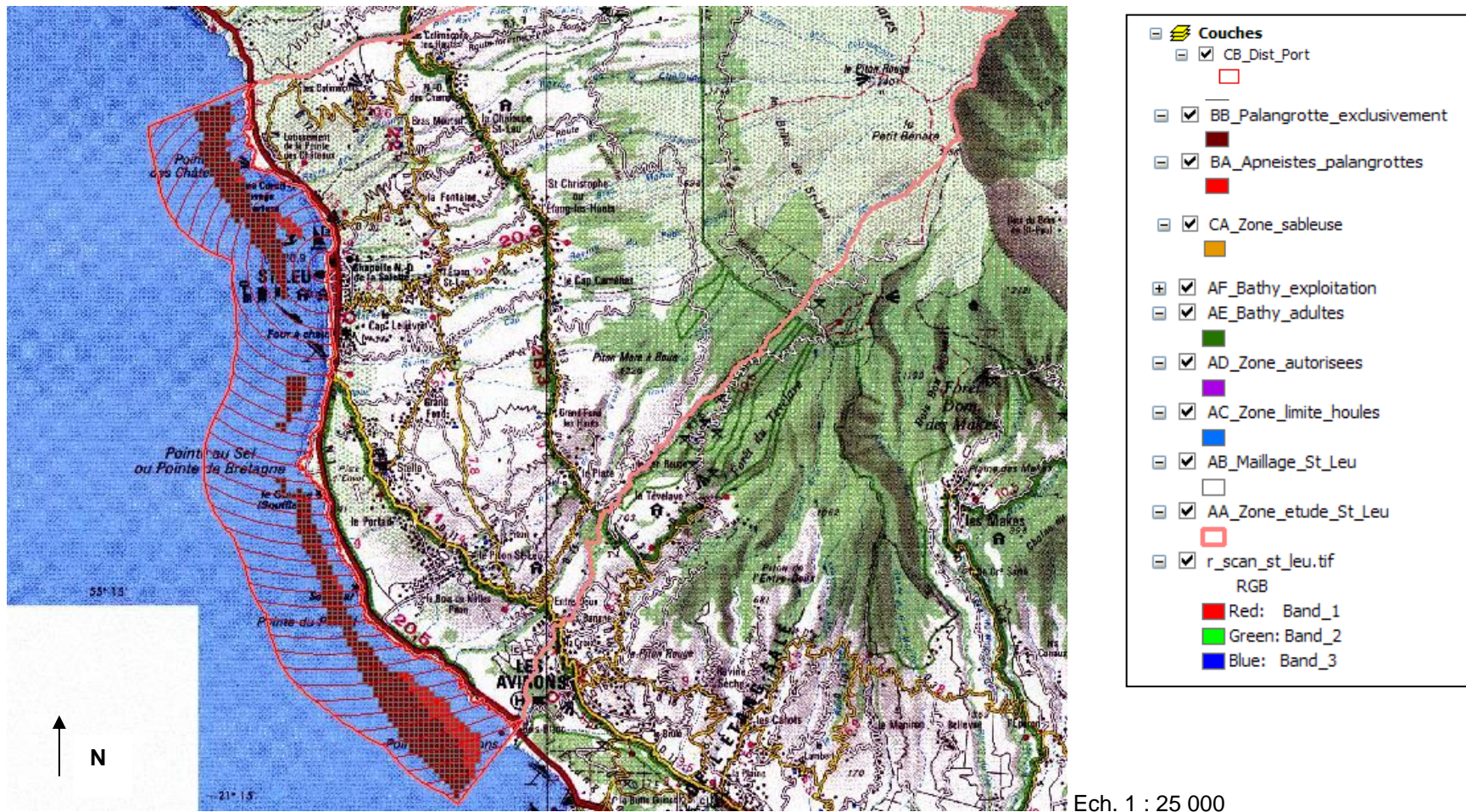


Figure 60 : Sites potentiels identifiés en fonction des paramètres socio-économiques, biologiques et physico-océaniques

2.3.5. Expertise de la planification, du volume et du type d'habitats artificiels optimaux

Les paramètres socio-économiques et biophysiques nous ont également permis de sélectionner d'un point de vue général (des études de détails sont nécessaires comme précisé en *supra*) un aménagement adapté aux espèces cibles, aux objectifs d'exploitation et aux attentes des pêcheurs à la palangrotte et en apnée de Saint-Leu.

2.3.5.1. Volume et plan d'aménagement adaptés aux espèces cibles

La planification de l'aménagement adaptée aux espèces cibles est en relation avec les réservoirs biologiques naturels, afin de préserver et de créer des échanges (flux biologiques) entre ces récifs naturels et les zones d'habitats artificiels créés (voir Figure 61).

Le volume doit répondre à une exploitation permettant d'assurer une partie allant de 30 à 5 % (si l'on se base sur les études japonaises réalisées dans des eaux moins productives, en milieu tempéré) des débarquements d'une petite pêcherie d'environ 20 pêcheurs professionnels. Il pourrait augmenter en fonction du nombre de pêcheur enregistré sur la charte d'usage (potentiel de 123 navires dont le 1/3 pourrait être intéressé par les objectifs du projet).

Le volume minimum total des groupes d'HA préconisé sera « ordinaire », soit 1 200 m³ (organisés en plusieurs « villages »), car le souhait de la Commune est de développer un site permettant une exploitation par la pêche.

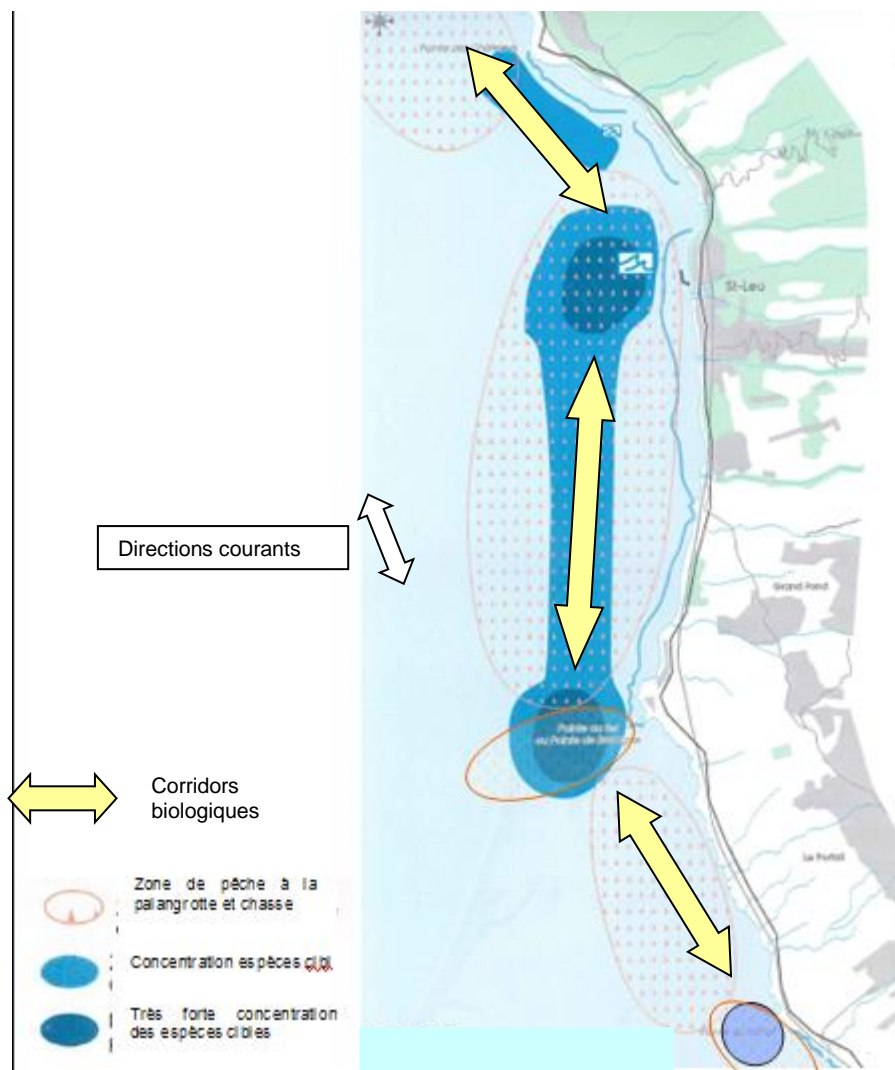


Figure 61 : Carte des zones côtières de pêche, indiquant les zones de concentration et les corridors biologiques de déplacement des espèces cibles.

A partir de cette carte des réservoirs et des corridors des déplacements biologiques du site, l'implantation des HA doit également tenir compte des besoins vitaux des espèces cibles afin d'être disposés sur le fond selon un plan d'aménagement optimal (accueil d'espèces cibles). (Voir schéma ci après).

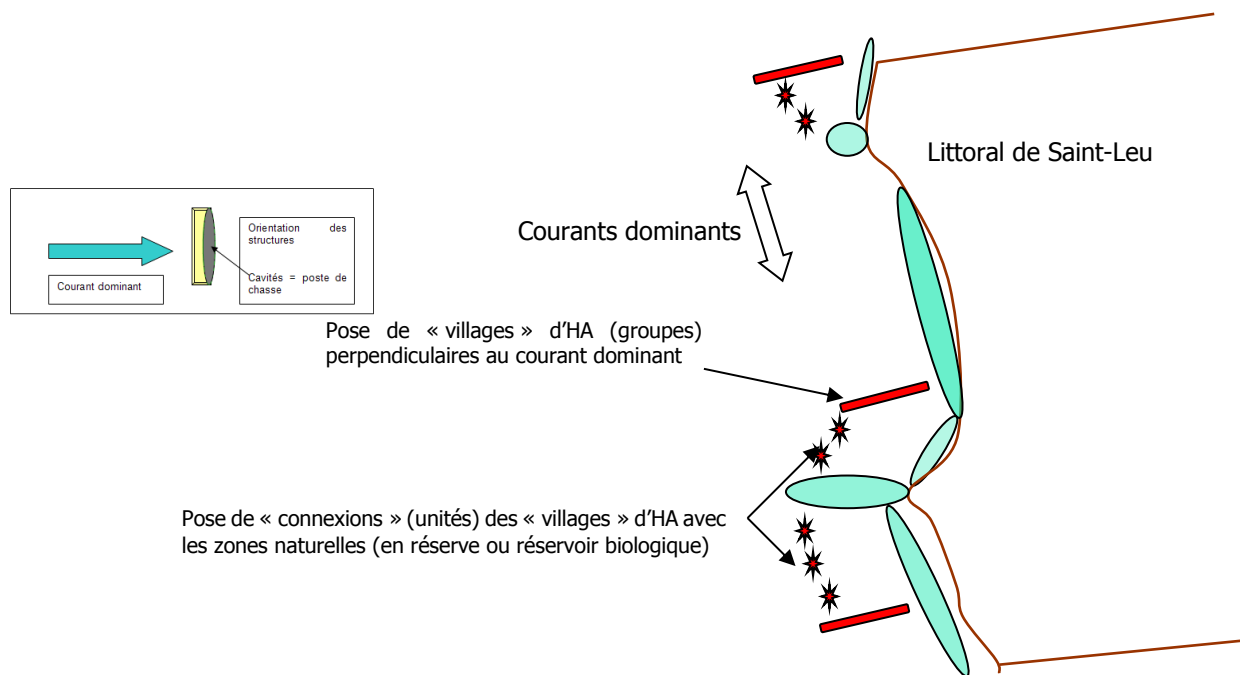


Figure 62 : Représentation schématique du principe d'organisation spatiale générale des HA préconisés pour la commune de Saint-Leu.

L'objectif est de conserver et de développer les « corridors biologiques » naturels d'échanges (créés par les unités d'HA représentées par les étoiles rouges sur le schéma) entre les zones naturelles de concentrations de poissons cibles (zones bleues sur le schéma) et les groupes d'habitats créés, organisés en « villages » pour optimiser la surface et le volume d'accueil (rectangles rouges sur le schéma). Ceci permettra une meilleure colonisation des substrats durs artificiels, mais également un renouvellement amélioré des sites exploités depuis les sites mis en réserve (réservoir d'espèces pour la pêche).

Le plan d'implantation a quant à lui respecté les besoins des espèces coralliennes cibles, en ce qui concerne la recherche d'abris au courant dominant (parallèles à la côte). L'implantation des HA et leur alignement est perpendiculaire aux courants afin d'offrir un maximum de zones abritées (« postes » de chasse ou abris des espèces cibles).

2.3.5.2. Les types d'espèces cibles : A et B

Les espèces cibles identifiées sur le site de Saint-Leu sont :

Types d'espèces cibles Saint-Leu	Groupes	Habitats naturels
Type A (ou I)	Espèces benthiques ou necto-benthiques souvent cryptiques de substrat dur.	Substrats durs présentant des cavités sombres et complexes.
Type B* (ou II et IV*)	Espèces démersales fréquentant ou vivant sur ou à proximité des substrats durs.	Substrats durs présentant un relief et des cavités moyennes à grandes.

Tableau 40 : Espèces cibles de la pêche à la palangrotte et en apnée de Saint-Leu.

Les espèces de type A sont la cible des pêcheurs en apnée et à la palangrotte, celles de type B uniquement en apnée. A partir de ce tableau, le choix de la catégorie d'HA peut être proposé.

2.3.5.3. Les catégories d'habitats artificiels : 1 et 2

Les deux catégories d'HA adaptés aux espèces cibles A et B sont 1 et 2 (selon la typologie définie en *supra*) :

- Les HA de la catégorie 1 sont adaptés aux types d'espèces cibles A (pêche à la palangrotte et en apnée),
- Les HA de la catégorie 2 sont adaptés aux types d'espèces cibles B (pêche en apnée).

Types d'espèces cibles à Saint-Leu	Hauteurs de l'HA	Catégories 1		Catégories 2	
		Blocs de roche	Modules petits entassés	Modules petits assemblés	Module moyen
A	Faible 0 à 5 m	X	X		
B	Moyenne 2 à 10 m	(x)	(x)	X	X

Tableau 41 : Deux catégories 1 et 2 d'habitats artificiels adaptés aux paramètres et objectifs locaux.

Les préconisations pour le site de Saint-Leu quant au choix de la morphologie des HA adaptés au site sont proposées dans le tableau ci-après, extrait de notre méthodologie. Une illustration de la morphologie d'HA correspondant à ces choix est proposée, à partir du catalogue d'HA défini et proposé en Annexe 4).

Acteur /usage pour Saint-Leu	Types d'espèces cibles	Comportements	Habitats naturels recherché	Catégories d'HA adaptés	Morphologies			Comportements sur l'HA
					Abris	Hauteur	Espaces internes	
Pêche côtière artisanale à la palangrotte et à la chasse sous marine (bon niveau)	A	Benthiques. Faible déplacement à l'échelle locale	Substrats durs présentant des cavités sombres et complexes.	1	Abris nombreux et complexes	Hauteur faible	Espaces internes proches de la taille des espèces benthiques (cavités étroites et souvent cryptiques).	Majorité ou partie du corps en contact avec l'habitat artificiel.
Casse sous marine en apnée	B	Démersales. Déplacement moyen à important, à l'échelle régionale à nationale	Substrats durs présentant un relief et des cavités moyennes à grandes	2	Abris peu complexes	Hauteur moyenne	Espaces internes suffisamment grands pour que les poissons demersaux puissent visuellement s'identifier entièrement et se déplacer dans les cavités sans contact avec l'HA.	Peu de contact physique avec l'habitat artificiel. Mais nage à proximité

Tableau 42 : Synthèse des catégories d'HA préconisés pour la commune de Saint-Leu

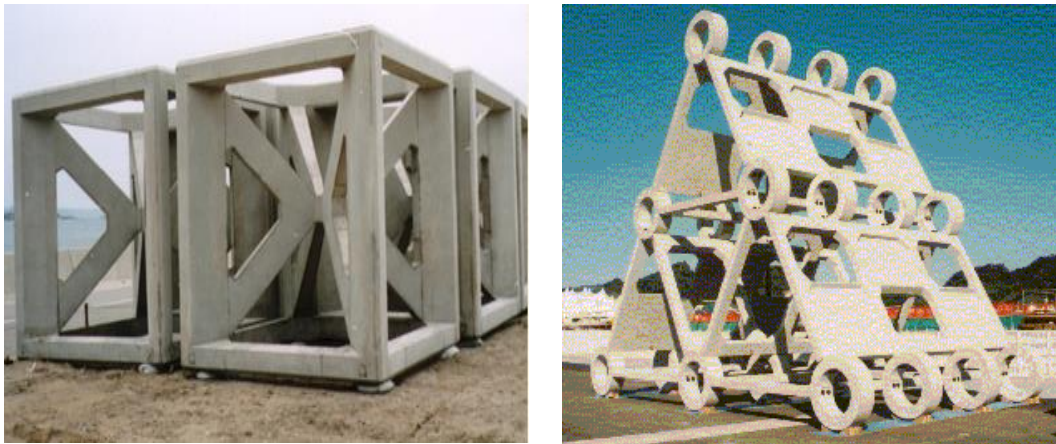
Figure 63 : Exemples de morphologies adaptées au site de Saint-Leu, d'après le catalogue et la typologie proposés

Catégorie 1 pour la pêche à la palangrotte



Espèces A

Catégorie 2 pour la pêche en apnée



Espèces B

Espèces B

2.4. PROPOSITION DE SOLUTIONS POUR UNE GESTION DURABLE ADAPTEE AU SITE

Il est important de noter que le mode de gestion doit être défini en fonction des objectifs du projet d'immersion, c'est-à-dire « offrir un nouvel habitat adapté aux espèces coralliennes (essentiellement poissons de fonds) et aux usagers qui bénéficieront de ces ressources (pêcheurs à la palangrotte et chasseurs sous-marins) ».

Rappelons que si aucune mesure de gestion n'est établie en parallèle de l'immersion, le risque est grand, notamment à faible profondeur, de voir ces HA exploités de façon trop intensive. Ce qui serait préjudiciable non seulement pour les financeurs du projet, mais surtout pour le maintien d'une activité durable. D'ailleurs, les interlocuteurs interrogés (voir entretiens) se rejoignent sur la nécessité d'une régulation des activités dans les zones aménagées.

Cette régulation peut se faire à trois niveaux :

- Le premier est spatial et technique, il s'applique à la conception même du plan d'aménagement et des types de récifs
- Le deuxième est temporel et se base sur le partage des usages dans le temps
- Le troisième est social et se base sur un consensus qui passe par la mise en place d'une gestion acceptée du site.

Nous exposerons tout d'abord les solutions techniques structurelles et spatiales puis temporelles apportées à la Commune. Puis nous aborderons plus longuement la mise en place d'une solution de gestion du site, basée sur l'auto-responsabilisation sociale et le principe de « bottom-up » (principe souvent associé aux projets d'HA pour des pêcheries côtières artisanales (Nikijuluw 1999).

2.4.1. Régulation spatiale *in situ*

L'analyse de la situation et les difficultés de cohabitation actuelles ont conduit les personnes interrogées à envisager une « gestion structurelle et spatiale ». Cette gestion fait appel à des critères physiques objectifs liés à l'architecture même du récif et à sa profondeur d'immersion. Ces propositions, citées par les acteurs locaux eux-mêmes, conscients des difficultés de cohabitation des activités de pêche professionnelle et de plaisance sur certaines zones, devront être validées de façon prioritaire par un comité de pilotage, avant le dépôt du dossier de demande de concession, puisqu'elles concernent l'opération d'immersion elle-même et sa pérennité. Elles sont liées à :

- La structure même du récif, avec un « cœur de récif » qui resterait inaccessible aux pêcheurs, qu'ils soient apnéistes ou pêcheurs à la palangrotte, afin d'éviter la surexploitation des récifs. Cette disposition est notamment préconisée dans les profondeurs comprises entre 20 et 30 mètres, les plus accessibles et fréquentées (Kakimoto 2004, Charbonnel 2007).
- la profondeur d'immersion, avec une partie des modules immergés dans des zones non accessibles aux techniques de pêche des apnéistes, au delà de 35 mètres, et l'autre partie dans des fonds compris entre 20 et 35 m (zone d'activité principale des pêcheurs apnéistes de Saint-Leu).

Or, les conditions physiques et biologiques présentées dans la partie 2 ont permis d'identifier des zones intéressantes pour l'immersion, principalement dans des profondeurs oscillant entre 20 et 50 m (voir fiches présentées en *supra*). Pour ces zones en particulier, une gestion par et avec les divers usagers eux mêmes est intéressante, selon des modalités simples, définies en concertation et pouvant être inscrites dans un document de référence, plan de gestion ou charte des usages.

Ce texte pourra notamment prévoir des périodes d'activités pour les différents usagers (semaine ou *week-end* par exemple) ou limiter le nombre de pêcheurs travaillant aux mêmes périodes sur le même site (comme sur les DCP voisins). Seules les personnes ayant signé la charte pourront accéder aux zones aménagées.

2.4.1.1. Gestion structurelle

La zone des 20 à 30 mètres est la plus accessible pour toutes les catégories de pêcheurs. Son aménagement nécessite donc une réflexion accentuée afin de limiter les risques de « surexploitation » des sites, principalement par des pêcheurs non respectueux des règles de gestion (braconnage nocturne en plongée très fréquent sur le site, com. pers. avec Zitte représentant des pêcheurs locaux, 2007).

Ainsi, les modules utilisés pourraient être conçus avec un « cœur » inaccessible à la pêche, fonctionnement comme une « réserve », à la manière des HA « chicanes » conçus par Charbonnel (2007) dans le cadre du projet Prado de Marseille.

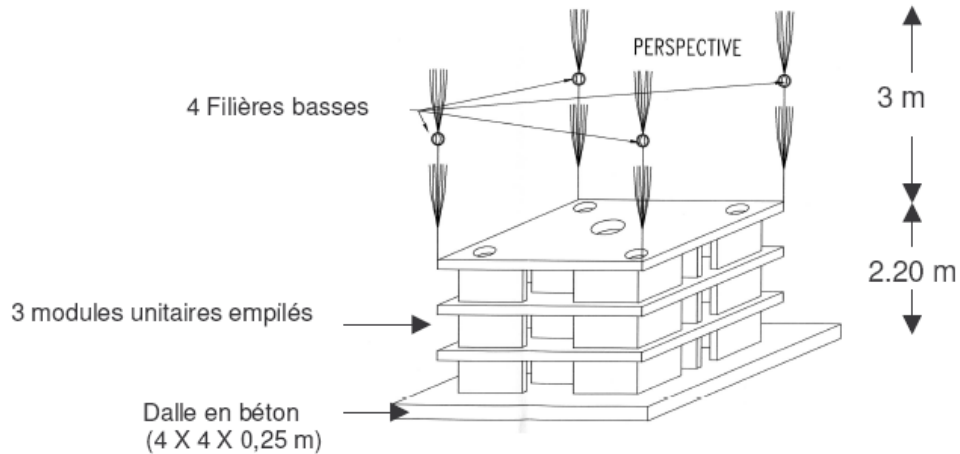


Figure 64 : Principe d'un HA « chicane », le poisson est caché et devient inaccessible pour les pêcheurs (Charbonnel 2007)

2.4.1.2. Gestion sur le plan vertical

Suite aux propositions figurant dans la partie 2 de ce rapport, trois zones d'immersions ont été proposées, dont une aux alentours de - 50 / - 55 mètres. Inaccessible aux plongeurs en apnée, elle est donc de fait réservée aux pêcheurs à la palangrotte. C'est un mode de gestion passif particulièrement efficace. (voir schémas de principe ci-après).

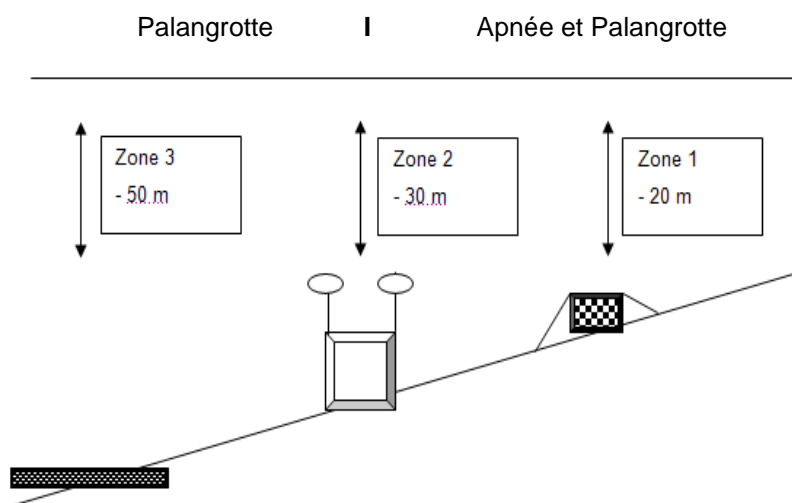


Figure 65 : Principe de gestion par la profondeur de pose des HA (Pioch et Pary 2007)

Enfin, certains partenaires ont également proposé la mise en place d'une sorte de réservoir biologique au cœur de ce site profond. Le but est de conserver un *pool* d'espèces afin de favoriser l'installation de reproducteurs et l'essaimage des juvéniles sur l'ensemble du site. Cette idée induirait une forme de mise en « réserve » volontaire d'une part du site.

Toutefois, pour les aménagements situés dans des profondeurs de 20 à 30 mètres, d'autres moyens de faire cohabiter les activités doivent être envisagés.

2.4.2. Régulation temporelle

En tenant compte des règles existantes (système mis en place pour les DCP côtiers) et des propositions des acteurs locaux, la gestion basée sur une régulation de l'activité dans le temps pourrait être instaurée.

2.4.2.1. Organisation des accès pour la pêche professionnelle

Compte tenu de leur importance pour l'économie locale et du fait que les HA pourraient être immergés avec des moyens financiers issus du FEP (Fonds Européen pour la Pêche), les pêcheurs professionnels pourraient disposer d'une autorisation permanente de pêche sur les zones aménagées.

Toutefois, afin de favoriser leur cohabitation et l'exploitation durable du site, une hypothèse pourrait être établie pour la pêche sur la zone : limiter à deux le nombre de professionnels pêchant simultanément à la palangrotte sur chaque site aménagé. Cette proposition devra être validée par la profession et pourra être intégrée dans la charte.

Un calendrier d'activité nominatif (oral ou écrit) pourrait alors être établi par les instances professionnelles ou par la structure spécifiquement mise en place pour la gestion de l'aménagement.

2.4.2.2. Organisation des accès pour la pêche professionnelle et amateurs

La pêche en apnée s'exerce de façon plus importante durant les fins de semaine. Pour faciliter la cohabitation entre pêcheurs professionnels et pêcheurs amateurs (à la palangrotte et apnéistes) et éviter ainsi tout incident sur les zones aménagées, l'accès des plaisanciers à ces zones pourrait être limité aux samedis et aux dimanches. La décision finale doit, de toute façon, faire l'objet de discussions où les objectifs de gestion et les moyens pour les atteindre seront appréciés.

2.4.2.3. Principe de précaution biologique

Pour certaines espèces présentant un intérêt économique reconnu mais une certaine fragilité au niveau des stocks exploités, l'accès aux zones pourrait être interdit durant la période de frai.

Cette option est à faire valider par les pêcheurs usagers du site qui connaissent bien les saisons de pêche de femelles grainées. Les relevés liés aux connaissances empiriques pourraient être validés par l'IFREMER. A terme, les périodes de frai bien identifiées dans les profondeurs et sur les sites connus feraient l'objet d'une « fermeture » temporaire bénéfique au renouvellement de la ressource.

2.4.3. Régulation sociale : la charte d'usage de l'utilisateur à l'acteur gestionnaire

La première idée d'une mise en jachère totale ou partielle de ces zones, proposée par les gestionnaires du Parc Marin, au moyen d'un cantonnement formel (au sens de l'arrêté ministériel du 4 juin 1963) ne semble pas envisageable *a priori*. D'une part parce qu'une vaste réserve existe déjà à proximité et que des zones nouvelles doivent être accessibles aux pêcheurs. D'autre part parce que la mise en jachère temporaire conduit souvent à une exploitation massive au moment de l'ouverture des zones, et qu'un contrôle strict des captures à cette période est particulièrement délicat à mettre en œuvre. Sans revenir sur les différents modes de gestion et les types de structures gestionnaires déjà proposés et comparés, nous nous intéresserons à une proposition dont le concept revient aux pêcheurs professionnels, qui est la mise en place d'une charte d'usage (proposée par les pêcheurs locaux et basée sur les règlements prud'homaux méditerranéens). En effet, cette charte est très tôt apparue comme une réponse et un souhait de la part des différents usagers (l'idée faisant l'objet d'un consensus social). Elle a de plus été acceptée sur son principe par les autres acteurs et l'Etat (notamment pour sa simplicité et l'autorité autogestionnaire qu'elle sous-tend). Notre proposition s'appuie donc sur l'acceptation par les usagers d'un « contrat de gestion » qui les associe à sa régulation et son fonctionnement. Son fonctionnement se base sur notre proposition de création d'un organisme regroupant une collectivité locale et un comité local de pêcheurs (Figure 51). C'est une garantie supplémentaire vers l'appropriation d'un espace commun. La charte permet d'engager une démarche de « privatisation » de l'espace par le système de contrôle d'accès mis en place et de créer ainsi une conscience de « propriétaire » bénéfique à la gestion. Cette approche est bien sûr inspirée des pêcheries japonaises, mais également du système des prud'homies méditerranéennes détentrices de droits d'usages territorialisés et autogérés (Cazalet 2007).

Le chapitre suivant présente la charte, telle qu'elle a été validée à l'issue de la réunion finale du projet, avec un large consensus.

2.4.3.1. Objectifs

Parmi les objectifs de la charte qui ont fait l'objet d'un accord de principe des parties concernées, on peut citer :

1. Sensibiliser et responsabiliser les utilisateurs de la zone pour l'autogestion,
2. réaliser un autocontrôle par les usagers qui organisent la surveillance et le contrôle sur zone.
3. faciliter la cohabitation des activités, en particulier de la pêche à la palangrotte et de la pêche en apnée,
4. préserver la diversité biologique en évitant une surexploitation des zones aménagées,
5. définir les règles pour l'exploitation des zones aménagées au moyen de HA sur le territoire de la commune de Saint-Leu,

2.4.3.2. Un contrat passé avec les usagers

Cette charte unique devra être signée par la collectivité locale et les représentants des différentes organisations concernées (pêcheurs professionnels, amateurs, apnéistes ...). L'engagement individuel, souhaité par la Commune pour des raisons d'acceptation et de coût, paraît porteur de plus de sens, avec une signature par chaque pêcheur ou apnéiste souhaitant accéder aux zones aménagées. Cela implique alors une structure porteuse de la charte prenant en compte la diversité des activités et des partenaires :

- l'une propre aux pêcheurs professionnels à la palangrotte, nécessitant la signature du maire ou de son représentant, du directeur régional des Affaires Maritimes, du président du CRPM et du pêcheur professionnel ayant sollicité l'accès,
- l'autre pour les pêcheurs amateurs (à la palangrotte et en apnée) nécessitant la signature du maire ou de son représentant, du directeur régional des Affaires Maritimes, du président de l'association des pêcheurs plaisanciers (pêche à la ligne et chasse sous-marine) et du pêcheur ayant sollicité l'accès,

Seuls certains articles seraient différents, mais la signature individuelle serait possible. La signature peut également donner droit à une licence individuelle. Ce document peut ainsi être contrôlé à tout moment, sur zone ou lors du débarquement, par les Affaires Maritimes, la police municipale ou des gardes jurés. Ces instances pourraient être sensibilisées à la nécessité de contrôler la zone pour limiter d'éventuels conflits et de donner suite aux procès verbaux dressés par ces « gardiens » assermentés (voir chapitre suivant, relatif aux gardes jurés).

2.4.3.3. Contenu

Cette charte comprendra en préambule un exposé du contexte, précisant :

- les objectifs de l'aménagement,
- les règles simples permettant une pêche responsable et durable, au moyen des habitats artificiels
- la nécessité de participer à une gestion concertée de cette zone dans l'intérêt de tous les usagers.

Nota Bene : C'est notamment cette solution qui a été adoptée avec succès dans des zones où la régulation de l'accès à une ressource territorialisée est possible : les aires marines protégées (les eaux du Parc National de Port Cros, en région Provence Côte d'Azur). Même si elle contraint les pêcheurs à changer leurs techniques et leurs habitudes (pêcher par « coup ») dans un premier temps, elle est un avantage sur le long terme (com. pers. Philippe Robert, responsable scientifique du Parc National de Port Cros).

Nous proposons dans le tableau suivant les éléments de sa mise en place. La charte a été élaborée à partir des propositions formulées lors des réunions et enquêtes réalisées auprès des pêcheurs, des gestionnaires locaux, des acteurs déjà cités consultés dans le cadre du projet, ainsi qu'avec la collaboration de Béatrice Pary (ancienne coordonatrice des projets d'aménagements en HA de la Région Languedoc Roussillon et du Cépralmar entre 1990 et 2005).

Proposition générale du contenu de la charte		
	A Charte pêche professionnelle	B Charte pêche apnée
Signataires	<ul style="list-style-type: none"> - Commune de Saint-Leu, organisme scientifique désigné - Directeur régional des Affaires Maritimes - Président du Comité Régional des Pêches Maritimes - Patron pêcheur 	<ul style="list-style-type: none"> - Commune de Saint-Leu, organisme scientifique désigné - Directeur régional des Affaires Maritimes - Président d'une structure représentative - Pêcheur amateur
Personnes concernées	La présente charte s'applique à la pêche professionnelle à la palangrotte	La présente charte s'applique à la pêche en apnée et à la pêche plaisancière à la palangrotte
Intérêt de la charte	Seuls les patrons pêcheurs signataires de cette charte pourront avoir accès aux zones aménagées en habitats artificiels sur la commune de Saint-Leu (préciser les coordonnées)	Seuls les plongeurs apnéistes et pêcheurs plaisanciers signataires de cette charte pourront avoir accès aux zones aménagées en habitats artificiels sur la commune de Saint-Leu (préciser les coordonnées)
Calendrier d'activité	Seuls deux pêcheurs professionnels pourront être présents sur un même site. Un calendrier de rotation pourra être établi au sein du CRPM ou de l'association locale des pêcheurs. Il sera consultable en commune et auprès du CRPM	La pêche dans la zone aménagée n'est autorisée que les samedis et dimanches.
Validité de la charte dans l'espace : zone aménagée	La charte s'applique sur le territoire de la commune de Saint-Leu . Les pêcheurs signataires de la charte reconnaissent avoir pris connaissance de la carte annexée, faisant apparaître précisément les coordonnées des zones aménagées avec les habitats artificiels.	
Licence	La signature de la charte permet la délivrance au pêcheur signataire d'un document de type licence qui pourra être demandé à tout moment sur la zone.	
Suivi	Les signataires de la charte s'engagent à transmettre une estimation de leurs prises dans les zones aménagées, à un organisme scientifique chargé de contrôler l'état de la ressource selon des fiches de pêche spécifiques et anonymes (à définir dans le suivi)	
Poursuite de la concertation	Les partenaires signataires s'engagent à se rencontrer au moins une fois par an (de préférence 2 fois) pour évaluer le fonctionnement de la charte et faire éventuellement évoluer ses conditions d'application (en fonction du suivi halieutique de la zone).	
Validité dans le temps	La présente charte est valable pour une durée de (un) an à compter de sa signature	

Tableau 43 : Proposition des éléments d'une charte d'usage (Pioch et Pary 2007)

En outre des mesures optionnelles ont été proposées afin d'assurer la bonne gestion du site.

Mesures optionnelles pouvant être incluses dans la charte		
	Charte pêche professionnelle	Charte pêche de loisir et plongée
Mesures biologiques :	Des contraintes liées à la biologie des espèces peuvent conduire à interdire toute activité pendant périodes de frai (ex : rougette, langoustes). Poids minimums sont à l'étude, basé sur les règles nationales et ambitieuses (pds min. 500 gr).	La pêche peut être interdite - en période de frai (ex <i>Variola louti</i>) - pour des espèces sensibles (ex. langouste) - poids minimaux de 500 gr. Et 5 prises par espèces (calqués sur les compétitions de chasse sous marine car bien accepté)
Mesures techniques	Conditions sur la longueur du navire ou le nombre d'engins	Conditions sur le type de pêche = interdiction de tirer dans le récif, uniquement à l'extérieur
Logo « pêche responsable »	Les pêcheurs professionnels et apnéistes signataires de la charte peuvent bénéficier d'un signe distinctif (logo).	
	≅Pêcheurs Gestionnaires ≅	
	≅Habitats artificiels de Saint-Leu ≅	
	L'attribution de ce logo est conditionnée par la signature et le respect de la charte.	

Tableau 44 : Mesures optionnelles de la charte d'usage (Pioch et Pary 2007)

Le fonctionnement de cette charte est basé sur l'usager, sa vitalité suppose qu'elle fonctionne de manière responsable, relativement démocratique à travers une transparence des prises de décision. Ces préalables ne peuvent être acquis que par une autodiscipline, avec la conscience que l'avenir du site passe par leur fermeté et l'efficacité de leur contrôle. Pour préserver la ressource, les pêcheurs ont bien conscience qu'ils ont plus souvent intérêt à agir qu'à laisser faire, mais encore faut-il pouvoir s'exprimer à travers un cadre laissant autant d'autonomie que de responsabilités. C'est le pari de l'aménageur en créant un site en HA et du pêcheur en le gérant grâce à un outil du type de cette charte. Nous reviendrons dans le dernier chapitre de cette partie sur les bénéfices sociaux de l'émergence d'une telle prise de conscience, à travers ce type de gestion pour pérenniser l'activité pêche et les écosystèmes.

Même si l'engagement des usagers est le pivot fonctionnel d'une gestion et d'un usage raisonnables, il est nécessaire de prévoir une organisation permettant d'animer et d'encadrer cet outil de gestion.

2.4.3.4. Le contrôle interne

Afin de faire respecter le contenu de la charte, chaque catégorie de pêcheurs nomme un responsable ayant en charge la diffusion d'information, le recueil de doléances éventuelles ou de dysfonctionnements mais aussi le contrôle sur zone. Il peut également dresser des procès-verbaux, à transmettre aux Affaires Maritimes pour suite à donner. C'est en quelque sorte un garde juré interne, qui pourrait être dédommagé pour ses déplacements, par un budget spécifique, mis en place dans le cadre de suivi du projet (commission ou structure de gestion cf. paragraphe 5)

Cette personne peut être nommée pour une durée de 1 an (ou de 6 mois reconductibles). En cas de difficulté pour trouver un volontaire par type d'activité, il serait possible de tirer au sort cette personne dans la liste des signataires de la charte, moyennant accord préalable des parties.

2.4.3.5. Le contrôle externe

Le comité local des pêches a mentionné la possibilité de créer des emplois de gardes jurés, spécialisés dans le contrôle des zones aménagées. Leur rôle serait la surveillance de la zone et le contrôle des

licences. Assermentés, ils pourraient signaler les infractions et dresser des procès-verbaux, qu'ils adresseraient aux Affaires Maritimes pour suite à donner, verbalisation et jugement.

Des emplois de ce type ont été mis en place avec succès pour réguler les conflits liés à la pêche à pied de coquillages : ils sont généralement autofinancés par les organisations professionnelles (e.g. CRPM des Pays de la Loire, CRPM de Bretagne) grâce au prix élevé de la licence donnant accès à ces stocks. Dans ce cas, le garde juré est directement employé par l'organisation professionnelle (CRPM de la Réunion).

Dans d'autres situations, du personnel des collectivités locales peut être mobilisé à temps partiel, en particulier lors de certaines périodes d'activité plus intense : c'est actuellement le cas pour des « gardes verts » qui, dans certaines Communes, patrouillent dans les sites protégés, éventuellement en zone littorale. Toutefois, à ce jour, il ne semble pas exister d'exemple en mer.

2.4.4. Emergence d'une nouvelle conscience côtière : s'approprier pour mieux gérer, les unités de gestion territoriales

Lors de la présentation publique des résultats de l'étude, les acteurs présents (Comité Régional des Pêches, Comité Local des Pêches, Commune de St Leu, pêcheurs amateurs, Parc Marin de la Réunion) ont validés les résultats au plan technique : choix des sites adaptés aux objectifs et aux paramètres locaux. Les demandes furent principalement liées aux rendements prévisibles sur le site, mais en l'absence de données comparables sur d'autres sites exploités, les seules comparaisons avec les expériences sur des aménagements japonais ou portugais ont été évoquées.

La production est également liée à la mise en place d'un système de gestion du site. C'est donc la question de la pérennité de l'aménagement, en lien avec la mise en place d'une gestion du site, qui suscita quelques « remous », sous l'œil averti des gestionnaires du parc marin (la création du parc marin fut source de conflits, car elle touchait à un espace jusqu'ici libre d'accès et commun, riche en ressources). Ces réticences « de principe » ont été le fait de certains représentants d'acteurs bénéficiant souvent du flou ou du manque d'efficacité des systèmes de contrôle. C'est finalement l'évocation des effets néfastes d'un accès déréglé en regard des bénéfices potentiels d'une gestion régulée (abordés par le comité des pêches), qui débloqua la situation.

Comment, et sur quels aspects porteurs de sens pour les acteurs principaux cet outil de gestion a finalement été validé (professionnels et loisirs) ? C'est ce que nous allons tenter d'expliquer.

Tout d'abord, cet outil se fonde sur les principes de subsidiarité et de précaution, moteurs d'après Henocque (2006), de l'évolution effective d'une stratégie de gestion durable des ressources (du type GIZC). La subsidiarité est le principe démocratique qui consiste à penser que les décisions devraient être prises à la base par les acteurs locaux, en accord avec les intérêts de la société civile en général.

Le principe de précaution veut que lorsqu'il y a menace de dommages sérieux ou irréversibles, le manque de connaissance ne soit pas utilisé comme une excuse de non action (pas de gestion entraînant un risque fort d'impact négatif du projet sur l'environnement et les espèces cibles pêchées). Ces deux aspects fondamentaux sont sous-jacents au concept de charte, ils guident l'approche « *bottom-up* » visant la mise en place de droits et donc en retour de devoirs.

Comment ?

En pratique, la charte organise le « bon usage » du site à partir des connaissances et des propositions des pêcheurs (Nikijuluw 1999). Ils passent du statut d'usager à celui d'acteur d'un territoire borné (avec des HA) dont ils connaissent le fonctionnement. C'est cet aspect qui est également intéressant, car le pêcheur connaît son milieu, mais il doit, dans un contexte de « non droit » sur la ressource (bien commun), l'exploiter avant un autre et non au mieux. On peut d'ailleurs constater que les cas de gestion de la part des pêcheurs sont liés à la connaissance de « bons coins » dont ils sont les connaisseurs exclusifs (et dont ils protègent farouchement les routes d'accès).

Cette notion de « quasi propriétaire » générée par la charte en lien avec une unité territoriale participe à la création d'un droit exclusif sur un « domaine » et ses ressources (certains ont accès, d'autres non, les premiers font alors tout pour conserver cet accès, si le site est productif). En outre, la conception d'une charte régulant les « usages » des « usagers » signataires à partir de leur avis met en place des règles communes, de fait l'autogestion qu'elle induit est perçue de manière moins contraignante qu'un outil de gestion issu de l'« Etat » (SMVM, réserves, Natura 2000). Elle permet de sortir du mécanisme

classique d'un usager qui se perçoit comme victime ou coupable face à « la loi imposée d'en haut » qui le gère, limitant tout échange ou appropriation. Il devient otage d'une situation provoquant bien souvent un rejet contestataire. C'est en déplaçant l'origine et le processus décisionnel que l'on a pu dans le cas de Saint-Leu, permettre aux acteurs de la base les plus concernés (les pêcheurs) de proposer et par là même de s'approprier les règles qui émanent de leur vision de bon gestionnaire. L'HA en tant qu'aménagement côtier complémentaire aux AMP est donc, dans ce cas, un excellent instrument transactionnel inscrivant l'usager dans un processus participatif consensuel. Notons que ces règles sont au final souvent mieux en phase avec les contraintes locales (Clarke *et al.* 2002). Bien sûr, comme toute décision engageant l'environnement et le bien commun, l'encadrement par le scientifique et la collectivité dans le respect des équilibres écologiques et sociaux est nécessaire (principes biologiques, contrôle). Le système consensuel proposé par la charte d'usage en lien avec une unité de gestion territoriale, l'aménagement en HA, peut favoriser une gouvernance¹ généralement mieux respectée et acceptée, du type « *bottom up* ». La réussite du site tient tant à la productivité de l'HA mis en place (méthode adaptée) qu'à la bonne gestion qu'il favorisera, la ressource et le pêcheur sont les principaux gagnants d'un tel système (en théorie).

Plus généralement, cette approche semble bien adaptée aux contraintes socioculturelles et spatio-temporelles des aménagements côtiers :

- espace vaste (mais partage conflictuel),
- difficulté à contrôler par les pouvoirs publics,
- forte compétition des acteurs,
- réglementations inadaptées
- traditions fortement ancrées
- usages très variés et spécifiques.

Un point également important au niveau social est le rôle pédagogique engendré par l'attitude d'autogestion (et non l'inverse). Cette attitude favorise et facilite la transmission des règles, car elle est socialement respectable. La notion à transmettre d'un acteur exploitant la nature vers celle d'un acteur gestionnaire du patrimoine est profitable à un système visant un développement durable au sens où il s'inscrit dans le temps.

On peut remarquer que les services de l'Etat ont laissé aux services communaux et aux gestionnaires en lien avec les acteurs de la base un rôle moteur. En validant un projet sur le plan juridique, dès lors que l'acceptation sociale est acquise, l'aspect pourtant central de la concertation et de la médiation, via une stratégie de GIZC par les services de l'Etat, n'a pas réellement eu lieu. C'est sans doute pour cela, qu'à l'instar de nombreux autres aménagements de l'espace côtier, les projets d'HA sont animés par les acteurs locaux (Cadoret 2006). Les usagers expriment ainsi leur souhait de s'impliquer dans la gestion de l'environnement, porteur de sens pour eux, mais également dans les processus décisionnels lorsque l'Etat s'en retire, puisque son rôle est d'être garant des règles du jeu sans avoir à les imposer impérativement à chacun.

Plusieurs questions restent posées ou ont été révélées par l'application de notre méthodologie, et par les jeux d'acteurs impliqués dans la gestion des zones côtières.

Est-ce que l'absence d'outil décisionnaire méthodologique coordonnateur soumet l'Etat à un rôle extérieur dans le guidage des projets en HA ?

S'agit-il d'un nouvel élan local vers une forme de démocratie participative au sujet du patrimoine naturel ?

L'acceptabilité de projets territoriaux en lien avec une ressource naturelle implique-t-elle la participation des acteurs de base aux processus d'élaboration et de gestion, grâce notamment à des instruments les engageant (comme les HA) ?

Est-ce qu'un outil de gestion à l'échelle locale garantit son application, est-il porteur de solutions consensuelles aux conflits locaux ?

¹ Dans l'usage devenu le plus courant, d'un terme général qui se rapporte aux relations entre l'État et la société civile. Nous l'entendons comme l'ensemble des processus et des institutions qui participent de la gestion politique d'une société.

Nous reviendrons sur ces questions en tentant d'y apporter des pistes en réponse, dans la discussion relative à nos travaux, proposée en conclusion.

CONCLUSION

1. CONTRIBUTION A LA MISE EN ŒUVRE D'UNE METHODOLOGIE D'AMENAGEMENT DES FONDS MARINS

Cette thèse vise à proposer une méthodologie d'aménagement des fonds marins en habitats artificiels à vocation halieutique. Cette méthodologie prend en compte les principaux paramètres bio-physiques et socio-économiques afin de guider les projets vers des habitats artificiels intégrés au milieu côtier. Les habitats artificiels au centre du présent débat peuvent être perçus comme un élément de réponse à la surexploitation de certains stocks halieutiques. Pour ces aménagements conçus de manière intégrée, les utilisateurs (notamment au Japon et au Portugal) et les scientifiques s'accordent sur les bénéfices apportés aux écosystèmes. Ainsi, les habitats artificiels peuvent être un des éléments favorisant le développement des ressources tout en permettant une exploitation halieutique, à condition qu'elle fasse l'objet d'une gestion adaptée. En cela, cet outil peut remplir des fonctions plus larges car l'aménagement physique des fonds côtiers peut être utilisé pour la mise en place d'une gestion des zones côtières. En effet, en délimitant une unité spatiale, il crée un territoire, préalable bénéfique à l'émergence d'un droit d'usage d'une ressource « patrimoniale ». L'HA peut également jouer un rôle dans les processus de concertation (gestion des conflits) en tant qu'instrument transactionnel inscrivant l'usager dans un processus participatif consensuel. La méthodologie proposée tente de répondre aux attentes plus ou moins formalisées des professionnels et des responsables politiques et administratifs en charge des territoires maritimes pour la gestion des écosystèmes côtiers. Enfin elle devrait permettre une harmonisation et une évaluation des aménagements futurs, afin d'en dégager les avantages ou les inconvénients sur la base de projets intégrés aux géo-systèmes côtiers.

1.1. QUELLES SONT LES REPONSES APORTEES AUX PROBLEMATIQUES DE NOS RECHERCHES ?

En France, on dénombre 11 projets d'habitats artificiels en cours ou à venir. Cette demande importante s'exprime de la part des professionnels de la pêche ou des collectivités. Durant le temps de préparation de cette thèse, nous avons été sollicités pour 8 études de faisabilité ou de conception d'habitats artificiels et nous avons déposé 5 brevets portant sur de nouveaux modèles.

C'est un fait, les « choses de la mer » captent de plus en plus l'attention de nos contemporains. Il n'est qu'à voir en France le nombre d'émissions consacrées à la mer et la gestion des ressources marines.¹

Le développement équilibré des géo-systèmes côtiers est bien au cœur de cette demande sociale et de notre problématique parce que ces systèmes sont convoités et exploités par une part croissante de la population mondiale. Pour compenser ces effets, la vision renouvelée des habitats artificiels peut s'apparenter à une « greffe » sur des fonds de faible profondeur, afin d'y développer la faune et la flore. Les projets d'implantation méritent donc d'être définis à bon escient. C'est pourquoi leur intégration aux géo-systèmes côtiers est au cœur de notre approche méthodologique d'aménagement.

1.1.1. Les habitats artificiels une composante évolutive de la stratégie de gestion intégrée des zones côtières

L'objectif initial de cette thèse, commun à l'entreprise et au laboratoire, était de proposer un outil capable de protéger et/ou produire de la ressource (l'habitat artificiel), visant à compenser partiellement la diminution sensible de certaines ressources marines par suite d'une surexploitation des stocks par la pêche. Ces HA devaient permettre de catalyser l'émergence d'une conscience de gestionnaire par l'appropriation d'un territoire « connu », en créant de véritables unités de gestion

¹ Thalassa, par exemple, est une émission au sujet du monde maritime qui existe depuis plus de 30 ans, elle est le rendez-vous hebdomadaire de près de 4 millions de téléspectateurs en moyenne sur France 3. Un reportage entièrement dédié à nos recherches sur les habitats artificiels japonais a été diffusé le 18 avril 2008. Il a été réalisé en collaboration avec l'Université Montpellier 3 et Egis Eau.

délimitées par un aménagement physique. En tant qu'instrument de développement des ressources, il s'agissait de proposer cet aménagement pour engager la prise d'initiative des usagers (pêcheurs) dans un processus participatif bénéfique pour la concertation. Enfin, il était intéressant de comprendre comment ils pouvaient induire une réflexion dans l'élaboration de cadre de gestion proche des acteurs régulant l'exploitation des ressources. La finalité étant de pérenniser ses effets par et avec l'implication des pêcheurs dans les processus décisionnels. Pour cela nos travaux visaient à identifier un cadre d'exploitation du milieu naturel par une société, grâce à une approche géo-systémique (de type GIZC) (Henocque 2006; Meur-Férec 2006 ; Meur-Férec 2007). En effet, la seule démarche écosystémique d'EAF (FAO 1995), souvent centrée sur le fonctionnement des écosystèmes marins, ne prend pas suffisamment en compte l'élément de la dimension socio-économique des activités de pêche, pourtant nécessaire à la pérennité et à la réussite du projet d'aménagement en HA et de la gestion des zones côtières.

L'objectif était également, au sein d'une stratégie de GIZC, de valoriser la connaissance de l'« habitat » pour le renouvellement et le développement des écosystèmes marins et de la pêche (relation entre type d'habitat et type d'espèce) (Magnuson et Stevens 1996). Cette approche par « l'habitat » devait permettre de dépasser l'ancienne notion de « récif artificiel » (outil de recyclage : épaves, carcasses de voitures, pneus usés...) fournissant un support hasardeux pour le développement de la faune et de la flore. L'objectif était de proposer la notion d'« habitat artificiel » comme élément adapté à l'écosystème, au développement de la biodiversité et ainsi participer à l'amélioration des ressources halieutiques.

Notre démarche a consisté à étudier l'expérience des pays ayant acquis une solide réflexion au sujet de l'aménagement en habitats artificiels pour la pêche, notamment le Japon et le Portugal. L'analyse comparée de ces deux pays, leaders mondiaux pour ce type d'aménagement, a permis de discerner un manque d'harmonisation et d'objectifs prédéfinis en comparaison avec l'expérience française, et ce aux différentes étapes du montage des projets engagés. Ce constat semble lié à l'absence d'une méthodologie proposant une « standardisation » des étapes menant aux choix d'aménagement. L'objet de cette thèse a donc été de répondre à cette carence en proposant une méthodologie d'aménagement en « habitats artificiels intégrés ».

Notre proposition de méthodologie est basée sur l'exemple japonais mais elle s'appuie également sur nos connaissances des habitats naturels marins et de l'éthologie de certaines espèces cibles, grâce à la pratique de la chasse sous-marine à haut niveau, ainsi que de notre expertise des projets d'habitats artificiels français (8 études réalisées au sein du bureau d'ingénierie). Elle guide l'aménageur dans les différentes étapes du projet, et préconise également une charte d'usage permettant de gérer l'aménagement avec les différents acteurs concernés dans le temps. Le projet de la commune de Saint-Leu à la Réunion, nous a servi de cas d'application. Enfin, elle est complétée par un catalogue d'habitats artificiels organisé selon une typologie basée sur la relation : type d'espèce / catégorie d'habitat.

1.1.2. Les habitats artificiels : des ouvrages utiles aux espèces cibles, aux pêcheurs et à la valorisation des fonds côtiers

L'usage des HA doit être développé à partir de l'évaluation du potentiel naturel des zones à aménager en termes de potentiel pour le frai, d'abris ou de nourricerie. En effet, créer des HA adaptés peut permettre l'installation d'espèces cibles (pour la plupart des producteurs secondaires ou tertiaires) dans des milieux où la diminution de leur effectif favorise l'augmentation du potentiel biotique (production primaire), suivant la théorie des « carrés blancs » (Masuda et Tsukamoto 1998). La finalité est de rétablir le déséquilibre engendré par l'homme (exploitation par la pêche, dégradation physique des habitats naturels côtiers, pollution) en créant de nouveaux habitats permettant d'augmenter la biodiversité et la résistance de certains écosystèmes marins côtiers (substrats durs).

Il s'agit également de participer aux côtés des maîtres d'ouvrage au choix d'aménagement adapté aux attentes sociales, en rapport avec les écosystèmes d'implantation. En effet, la minutie à apporter sur tout territoire à la confection d'un « état des lieux », puis au « diagnostic » de ses difficultés de développement et donc à la nécessité d'amélioration de l'existant est bien au cœur de la problématique d'aménagement durable. En outre, pour faire l'objet d'un large consensus, ces aménagements souvent onéreux doivent être validés par une analyse « coûts / bénéfices ». Pour cela, nos recherches ont porté sur des solutions à développer vers une nouvelle approche de la valeur d'un aménagement marin, liée non seulement aux bénéfices directs d'exploitation des sites créés (pêche, loisir) mais également aux bénéfices environnementaux appréciés par leur

monétarisation (valeur d'un bien environnemental). Mais la garantie de valorisation de ces sites passe, selon nous, par des propositions de gestion pérenne. C'est l'objet des outils de gestion proposés, basés sur une autogestion de type « *bottom up* » contractualisée par une charte d'usage entre les usagers / acteurs, encadrés par le scientifique et soutenus par les collectivités territoriales.

1.2. VERS LA MISE EN ŒUVRE D'UN PROCESSUS D'AMENAGEMENT INTEGRE : LES PERSPECTIVES D'APPLICATION DE NOTRE THESE

Le travail engagé dans le cadre de cette thèse nous semble ouvrir de nombreuses perspectives pratiques qui permettraient de prolonger les réflexions engagées :

- L'un des principaux freins à l'application effective d'une stratégie de **développement durable dans le domaine des infrastructures marines côtières** reste le manque de solutions techniques permettant de « concevoir » l'aménagement dans sa dimension d'amélioration de l'environnement (De Pippo 2006). Les habitats artificiels que nous développons peuvent apporter une réponse à cette problématique. En effet, des applications ont d'ores et déjà été proposées pendant la réalisation de cette thèse dans le cadre de notre travail dans le bureau d'études Egis Eau. Nous avons proposé de développer de tels habitats artificiels sur différents types d'ouvrages marins existant. Par exemple, des modules d'habitats artificiels ont été conçus pour équiper les ouvrages maritimes tels que des digues, des canalisations sous-marines ou des pieds de mats d'éoliennes off-shore. Plusieurs brevets ont été déposés dans ce sens. Ces ouvrages correspondent à une nouvelle approche consistant à « compenser » notre emprise et nos impacts sur le milieu marin, en développant l'écosystème par l'installation d'habitats artificiels.
- Notre méthodologie ne pourra être efficace que si un **organisme public technico-scientifique** en charge du milieu marin organise, en l'améliorant, son application systématique sur tous les projets d'HA, puis l'évaluation, le contrôle et la validation des projets futurs sur les plans biophysiques et socio-économiques. Pour la France, IFREMER nous semble en première approche l'organisme le plus à même de remplir cette mission. En effet, sa mission de suivi et de développement des milieux marins et de la pêche, sa vocation de service public et ses compétences scientifiques lui permettraient de jouer ce rôle.
- A partir de cette méthodologie « standard », il pourrait être intéressant, dans le cadre d'un « **projet pilote** », de mettre en place un aménagement encadré afin d'obtenir des réponses empiriques, et éclairer des points encore en débat dans le contexte français. Il conviendrait d'étudier les relations entre usagers, les réponses sociales (résolution des conflits, pérennité d'une charte) et économiques (évaluation coût / bénéfice) et les effets sur l'écosystème (biodiversité, ressources exploitées) en fonction des objectifs pré-identifiés. Un tel projet pourrait (porté par un organisme national à déterminer) aider les collectivités locales dans leurs choix futurs, car il permettrait le **contrôle et l'échange des données, en capitalisant les expériences**. En effet, les résultats d'un tel projet, ainsi que les résultats des autres projets menés avec la même base méthodologique, permettront de la faire évoluer. Le principe de l'intégration des retours d'expériences augmentera notre connaissance au sujet des habitats artificiels et de leur efficacité (principe d'implémentation). Les relations entre la nature et la société s'inscrivent dans le temps, sans recul suffisant sur les choix définis et proposés (voir projet de Saint-Leu) une **quelconque appréciation à priori des résultats proposés est complexe**. Il sera intéressant, dans le cadre par exemple d'un audit complet des projets réalisés avec cette méthodologie, de critiquer dans 10 ans les préconisations et les aménagements réalisés. Il pourrait également être intéressant de réfléchir à une **certification** de notre méthodologie, de type ISO 14001, par exemple visant l'amélioration des processus décisionnels et de la qualité des résultats.
- A un niveau plus large, une réflexion pourrait être menée sur **une organisation des projets d'aménagement** en habitats artificiels planifiée par des documents régionaux ou suprarégionaux. En effet, les habitats artificiels peuvent répondre aux objectifs de développement et de répartition équilibrée des équipements territoriaux ou de la faune sauvage

visés par ces documents (de type SRADD¹ ou de schéma régional de gestion de la faune sauvage, eux-mêmes intégrés au sein de schémas nationaux d'aménagement (DTA), ou de gestion de la faune sauvage. Le cadre des projets de créations d'**Aires Marines Protégées**, par leur démarche de gestion et les outils préconisés, nous semble également approprié pour développer des projets d'habitats artificiels répondant aux objectifs décrits dans cette thèse (*i.e.* gestion des ressources côtières, développement de la biodiversité).

- La mise en place de systèmes de gestion de la nature (avec une stratégie du type GIZC) basés sur de « bonnes pratiques », en rupture avec l'approche commune d'exploitation libre des ressources marines, est source de conflits entre gestionnaires et usagers. En outre, les zones côtières sont de plus en plus attractives et concentrent des activités récentes de loisirs avec des activités traditionnelles souvent professionnelles, sources de nombreux conflits spatiaux d'usages. La concertation, si elle a vocation à trouver des solutions durables, passe dès lors nécessairement par un consensus entre des acteurs attachés à leurs acquis (pêcheurs professionnels, riverains...) et ceux en réclamant (touristes, protection de la nature...). L'HA peut engager en tant **qu'instrument participatif transactionnel**, dès lors que le dialogue est difficile et conflictuel, un **processus de concertation** (gestion des conflits) entre les usagers et être le support de la mise en place consensuelle d'une gestion intégrée.
- Une autre proposition visant à encourager « les bonnes pratiques environnementales » serait de coupler l'aménagement en HA avec des mesures de **labellisation d'une pêche durable** sur les sites gérés (*e.g.* par une charte d'usage). Cette démarche nous semble porteuse d'intérêt en termes de communication, de valorisation et de fierté pour les pêcheurs impliqués. Nous pourrions notamment réfléchir à la possibilité d'accéder à l'écolabel de pêche responsable « MSC » (*Marine Stewardship Council*) (FAO 2008) pour des sites aménagés en habitats artificiels gérés. Cette labellisation pourrait permettre une harmonisation des projets à l'échelon européen et peut-être les encourager par une fiscalité appropriée, en fonction des bonnes pratiques constatées (qualité, quantité des prises, gestion des juvéniles, repos biologiques en période de frai des espèces cibles...).
- Enfin, il nous semble intéressant de réfléchir à l'échelle spatiale de gestion de tels aménagements. En effet, l'unité de gestion d'un aménagement en habitats artificiels pourrait utilement couvrir **l'échelle vitale des espèces accueillies** et donc le territoire des usagers concernés (Cazalet 2007). Ainsi l'échelle de gestion des ressources pourrait être définie à partir de l'échelle de mobilité des espèces cibles (éco-régions). Ces échelles pourraient faire l'objet, selon la taille du domaine vital des espèces (habitat naturel), d'une gestion partagée par des directives locales, des orientations régionales ou des directives européennes. Elles permettraient également de mettre en place et de valoriser une vision « communautaire » de l'espace en lien avec les déplacements d'une ressource partagée. D'une approche de « chasseur-cueilleur », le pêcheur, à travers l'aménagement des fonds avec des habitats artificiels et les processus de réflexion pour la gestion pérenne des sites qu'ils engendrent, s'engage dans une démarche pro-active de « mariculteur ».

¹ Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable

2. LES PERSPECTIVES DE RECHERCHE A PRENDRE EN COMPTE POUR LA GESTION INTEGREE DES ZONES COTIERES

Au-delà des perspectives pratiques développées en *supra*, qui sont des cas d'application ou des intégrations de nos recherches à des procédures administratives, cette thèse nous semble ouvrir également des perspectives de recherche, que nous décrirons suivant deux axes.

2.1. VERS DES « HABITATS ECO-INTEGRES »

En passant du concept de « récif » à celui d'« habitat », nous avons également tenté de faire évoluer une image parfois négative qui est associée à ces édifices sous marins. En effet, ces projets ayant permis dans le passé un recyclage de matériaux de récupération, leur image s'en trouve péjorée. Bien souvent des récifs artificiels furent l'occasion d'installer des structures non adaptées aux besoins des espèces sous-marines. Leur installation étant plus particulièrement destinée à protéger les fonds du chalutage, et non de créer par leur organisation et l'utilisation de leur morphologie des fonctions d'habitat : nourricerie, ponte, protection. Nous pourrions également nous interroger sur le terme « artificiel », qui peut choquer pour des aménagements insérés dans la mer, un milieu associé à une image symbolique de naturel et de pureté.

C'est pourquoi deux éléments nous semblent intéressants à explorer au terme de recherche et d'éco-ingénierie pour améliorer l'intégration des habitats créés pour le milieu marin : les matériaux, et leur intégration aux paysages sous marins.

2.1.1. Les matériaux biogènes : des perspectives prometteuses :

Le béton classique et plus encore l'acier sont associés à des images symboliques de production industrielle et de construction humaine, bien éloignées des images accordées à la nature marine. Dans le cadre de cette thèse, un brevet et un projet ANR ont été déposés pour créer un matériau conforme aux nécessités écologiques marines en **intégrant des composants biogènes** (projet PRECODD¹ nommé « BECOMAR » groupement Egis Eau, Ecole des Mines d'Alès-CMGD, CNRS-EPHE et Buesa TP). Ce matériau a pour vocation de répondre à la question du « comment favoriser le développement de supports de l'écosystème côtier au travers des aménagements portuaires et littoraux ? ». L'objectif de ce matériau pourrait être de favoriser le développement de la biodiversité en mer ouverte, comme en milieu confiné (portuaire). Pour cela, le projet aura soin de définir plusieurs applications. La première est de créer des habitats artificiels pour la production d'espèces cibles de la pêche. La seconde application vise à créer des supports favorisant l'amélioration de la qualité de l'eau et la dépollution organique des fonds portuaires par la fixation d'animaux filtreurs naturels des eaux riches en matière organique. De manière plus générale, ce béton pourrait être spécifiquement utilisé pour toutes les surfaces des ouvrages en contact avec le milieu marin, pour son effet positif sur le développement de la biodiversité.

2.1.2. Des paysages sous-marins à revaloriser

Répondre aux besoins « classiques » de l'aménagement répond à des règles de l'art précises, faisant actuellement l'objet de cahiers des charges intégrant des valeurs d'esthétique et de confort, car le « beau » et le « bon » sont toujours au centre des préoccupations des hommes, lorsqu'ils ont l'ambition de voir durer leurs créations, et lorsqu'ils ont les moyens financiers pour assumer pleinement cette ambition (Doumenge 2007). Les morphologies de certains éléments immergés comme récifs ou habitats

¹ Projet ANR déposé le 23 mars 2008.

artificiels sont résolument humaines, et éloignées des formes douces habituellement rencontrées sous la mer. Les épaves de bateaux sont mieux intégrées, de par leur imaginaire attaché à une culture « de la mer » mais ne constituent pas un summum écologique. Il semblerait donc qu'une approche paysagère des habitats artificiels, par exemple par « éco-mimétisme » avec les récifs naturels, permettrait une meilleure intégration visuelle de ces aménagements sous les mers, et sans doute une meilleure acceptation des projets par les acteurs concernés et par le grand public.

Le seul outil actuellement utilisé pour qualifier le paysage sous-marin fait partie des indicateurs utilisés pour le réseau national REférentiel BENThique (REBENT) mis en place par l'IFREMER dans le cadre de sa stratégie « Benthos » pour rejoindre la demande de surveillance et de suivi instaurée par la Directive Cadre Eau Européenne (www.rebent.org). La définition du paysage prise en compte pour cette évaluation qualitative est la suivante : « Un paysage désigne un lieu ou un espace, tel que perçu par les habitants du lieu ou les visiteurs, dont l'aspect et le caractère résultent de l'action de facteurs naturels et/ou culturels » (La Convention européenne du paysage 2000).

En milieu marin, les interventions anthropiques ne peuvent être que limitées ; seules les approches géomorphologiques (formes et relief du substrat), écologiques (assemblage de peuplements) et psychosociologiques (perception du paysage) sont généralement retenues pour décrire les paysages sous-marins (Palmisani 2002). Mais, remarquons que le champ de vision réduit de l'observateur sous-marin donne une importance particulière à la notion d'échelle du paysage. Pour quantifier la qualité paysagère, la proposition de « l'indice plongeur », qui est celui que la perception du paysage concerne le plus, comprend deux indicateurs : l'indice biologique (espèces remarquables, menacées et invasives) et l'indice topographique, fonction du type de substrat rencontré par les plongeurs (Dutrieux et Thorin 2004). Cette approche pourrait donc être étudiée lors du choix des types habitats, comme nous le proposons (voir ci-dessous) avec cet habitat artificiel créé avec un souci d'intégration à un paysage sous marin donné (tombant et grotte à corail rouge) (Pioch et Michel 2008).

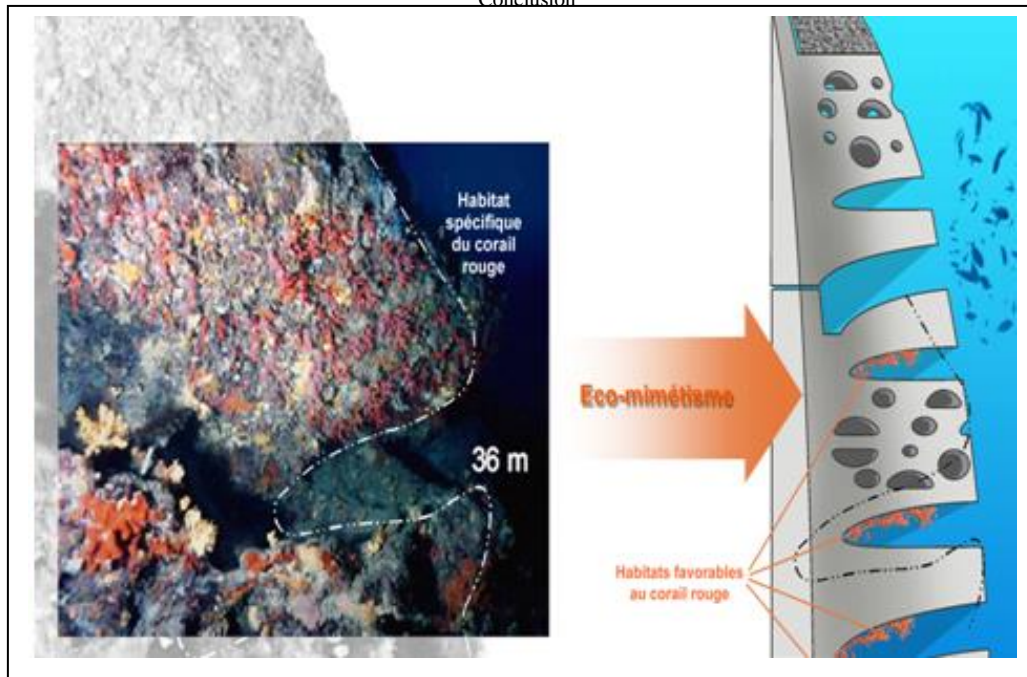


Figure 66 : Eco-mimétisme visuel et fonctionnel d'un habitat à corail rouge, dessin Feron Brevet Egis Eau (Pioch et Michel 2008).

Ainsi, l'obligation de mener une **étude paysagère** dans le cadre de tout projet de construction d'habitats artificiels nous semble être bénéfique à l'acceptation de ce type de projet.

2.2. VERS LA REALISATION D'HABITATS ARTIFICIELS « MULTI-USAGES »

Il n'en reste pas moins qu'une question inquiète les gestionnaires du milieu marin : quel avenir sur le littoral pour la pêche artisanale côtière, si le tourisme et ses activités progressent sans cesse ? Est-ce un problème de production de ressources ou de partage de l'espace qui est à résoudre ? En d'autres termes, peut-on concilier pratiques du tourisme et de la pêche sur les littoraux ?

Comme le rappelle Tanguy (2006) dans son rapport au Premier Ministre : « Nous possédons des produits de qualité exceptionnelle, [...] renforçons l'information auprès du consommateur sur les conditions de pêche, les ports, le terroir, car c'est aussi une image forte qui est liée aux produits de la mer » (*in* « Les Pêches maritimes françaises, entre le défi du marché et le défi de l'aménagement du territoire »).

Les sociétés maritimes en prise directe avec des éléments naturels difficiles ont ainsi constitué tout au long de nos côtes de France des populations de « production ». Elles se sont forgées une identité forte, comme les paysans attachés à la terre, dont la culture vivante s'est transmise jusqu'à nous pour structurer fortement nos territoires, nos références et nos valeurs. Le plan d'avenir pour la pêche française (initié par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche le 17 octobre 2005) reprend d'ailleurs les conclusions du rapport Tanguy (2006).

Dans cette thèse, nous avons fait le choix de nous focaliser sur les habitats artificiels à vocation halieutique destinés à la pêche artisanale côtière professionnelle, choix justifié par la nécessité de réflexion sur des solutions complémentaires aux mesures de gestion actuelles (quotas, TAC) pour lutter contre la raréfaction de la ressource, et tenter de satisfaire la demande des consommateurs. Mais nous avons également vu que les récifs artificiels avaient aussi un usage récréatif dans certains pays et qu'une demande sociale pour ce type d'activité émergeait peu à peu en France et en Europe (Lukens 1997; Jensen 2002; Beurois 2007; Challinor et Hall 2008).

En Australie ou aux Etats-Unis, la vocation des HA est essentiellement ludique (plongée et pêche de loisir) ou liée à la conservation et/ou la restauration de la biodiversité marine (Murray et Betz 1994; Murray *et al.* 1999; Ditton *et al.* 2002). Ils sont financés soit au titre de mesure compensatoire (« *mitigation banking* » instruments proposés pour compenser des dommages environnementaux), soit par des opérateurs privés ou publics qui les gèrent, encadrés par un suivi scientifique (NOAA Fisheries 2006 ; Etat de Floride 2008). Les caractéristiques de ces aménagements sous marins sont définies par leur intention de mimétisme avec l'environnement sous marin, au moins dû au relief qu'ils créent sur le fond (Seaman 1995). D'un point de vue pratique les aménagements en « récifs » artificiels incluent « les modules en bétons et/ou acier et d'autres structures spécifiquement fabriquées ; produits naturels comme les blocs de roche ; les matériaux fabriqués par l'homme comme ceux de construction en béton (*e.g.* immeubles en démolition, ponts) ; et les structures en acier de stockage (container), les plateformes pétrolières ainsi que les bateaux coulés en tant qu'épave » (Seaman et Sprague 1991). En fait, le « produit » récif artificiel obéit aux lois d'un marché, sur lequel plus l'offre est diversifiée, plus la demande augmente.

On peut ainsi évoquer le cas de la Floride où depuis 1920 environ 2 400 projets ont été réalisés (de 1920 à août 2007) et où actuellement plus de 300 permis d'exploitation de sites sont actifs (Etat de Floride 2008). On peut également citer la création de « jardin d'épaves », pour les plongeurs amateurs de découvertes insolites et d'images poétiques fortes attachées à l'imaginaire maritime du galion attaqué, de naufrage lors de tempêtes ou d'attaques violentes, finalement habités de poissons derniers gardiens du sinistre vaisseau (Seaman 2002; Seaman 2007a). En développant ce type d'approche, l'aménagement des fonds marins pourrait être considéré à terme comme un élément stable de découverte et d'observation de la faune et de la flore sous-marine, pouvant jouer un rôle d'« écomusée » côtier, si toutefois l'impact sur l'écosystème marin fait l'objet d'un suivi précautionneux.

Ces différents usages des habitats artificiels permettraient d'abonder utilement les financements des collectivités tout en élargissant leur vocation « halieutique ». En effet, les nouveaux acteurs et usagers pourraient participer au financement et à la gestion de ces projets (clubs de plongée, associations de plaisanciers, opérateurs d'éco-tourismes, fonds de compensation environnementaux...). Notons par exemple que récemment en Angleterre plusieurs projets d'aménagements sous marins couplant plusieurs fonctions et usages sont conçus dans une approche de développement de la pêche professionnelle, des loisirs (plongée, pêche récréative) ainsi que de lutte contre l'érosion des plages (Challinor et Hall 2008). Le but est d'associer plusieurs usages à l'aménagement créé : pêche grâce aux habitats créés, lutte contre l'érosion par l'effet « brise-lames » et loisir par une conception ménageant un parcours sous marin destiné à la plongée. Concilier les impératifs de la pêche professionnelle, les pratiques récréatives d'observation de la nature marine et la protection des littoraux n'est pas un projet facile à mener à bien, mais cette démarche d'aménagement pourrait être une des pistes permettant de donner un nouveau contenu concret et fédérateur à la « gestion intégrée des zones côtières ».

C'est pourquoi, nous réfléchissons à des possibilités de recherches futures (applications, retours d'expériences) auprès d'un pays investi dans une approche élargie de l'aménagement des fonds marins : les Etats-Unis. L'objectif serait d'enrichir notre expérience avec une approche multi-usage d'aménagements sous marins intégrés, dans la perspective d'un développement des écosystèmes côtiers et du bien-être des sociétés qui y vivent.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A.G.L.I.A (2004). "Récifs artificiels, outils de gestion de la bande côtière ?" Nantes, Association du Grand Littoral Atlantique. 87p.
- Agardy, T. (1998). "Effects of fisheries on marine ecosystems : a marine conservationist's perspective." ICES Journal of Marine Science 57: 761-765.
- Akeda, S. (2007). "Overview on Japanese artificial habitats". Chôshi, Japon.
- Alevizon, W. S., J. C. Gorham (1989). "Effects of artificial reef deployment on nearby resident fishes." Bulletin of marine science 44: 646-661.
- Aliaume, C., C. C. Monteiro, T. Lam Hoai, M. Louis, G. Lasserre (1993). "Spatial and temporal dynamics of fish assemblages in coastal lagoons: Ria Formosa of Portugal and Grand Cul-de-Sac Marin of Guadeloupe." Oceanologica Acta 16: 291-301.
- Aliaume, C., M. Santos, G. Lasserre (1998). "Artificial reefs as ecological experimental". The European Artificial Reef Network workshop, Olhao, Portugal.
- Allen, P. M., J. M. McGlade (1986). "Dynamics of discovery and exploitation: the case of the Scotian Shelf groundfish fisheries." Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1187-1200.
- Amanieu, M., G. Lasserre (1981). "Niveau de production des lagunes littorales méditerranéennes et contribution des lagunes à l'enrichissement des pêches démersales." Symposium sur l'aménagement des ressources vivantes dans la zone littorale de la Méditerranée, Palma de Majorque, Etude Rev. Cons. Gen. Pêches Méditer.
- Ambrose, R. F., S. L. Swarbrick (1989). "Comparison of fish assemblages on artificial and natural reefs off the coast of southern California." Bulletin of Marine science 44: 718-733.
- Ami, D., N. Udumyan, J. Rouchier (2007). "Évaluation de l'impact économique de l'opération d'immersion de récifs artificiels dans la baie du Prado, Marseille". Aix-en-Provence, GREQAM, Université de la Méditerranée. 12p.
- Ardizzone, G. D., A. Belluscio, M. F. Gravina, A. Somaschini (1996). "Colonization and disappearance of *Mytilus galloprovincialis* Lam. on an artificial habitat in the Mediterranean Sea." Estuarine, Coastal and Shelf Science 45: 665-676.
- Ardizzone, G. D., A. Somaschini, A. Belluscio (1996). "Biodiversity of European artificial reefs". First Conference of the European Artificial Reef Research Network, Ancona, Italy.
- Ashcrete Corporation (2007). Disponible sur le site <http://www.ashcrete.co.jp/>.
- Babcock, E. A., E. K. Pikitch, M. K. McAllister, P. Apostolaki, C. Santora (2005). "A perspective on the use of spatialized indicators for ecosystem-based fishery management through spatial zoning." ICES Journal of Marine Science 62: 469-476.
- Baillie, J., B. Groombridge (1996). "IUCN, Red List of Threatened Animals". Gland, Switzerland.
- Bailly, D. (1985). "Compétition entre différents usages de l'espace du littoral : analyse des pratiques et des institutions dans un secteur géographique au Japon". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- Bailly, D. (1989). "Pêche et aquaculture au Japon". Nantes, IFREMER. 24p.
- Bailly, D., K. Kase (1989). "Introduction aux problèmes socio-économiques de la mariculture extensive : expériences japonaises". Cons. Int. Explor. Mer., IFREMER. 22p.
- Baine, M. (2001). "Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance." Ocean and Coastal Management 44: 241-259.
- Bakis, H. (1993). "Les réseaux et leurs enjeux sociaux". Paris, Que sais-je?, PUF: 128p.
- Barbier, E., M. Acreman, D. Knowler (1997). "Évaluation économique des zones humides: Guide à l'usage des décideurs et planificateurs". Gland, Suisse, Bureau de la Convention de Ramsar.
- Barnabé, G., R. Barnabé Quet (1997). "Ecologie et aménagement des eaux côtières". Paris, Tec & Doc, Lavoisier: 390p.
- Barnabé, G., E. Charbonnel, J. Y. Marinero, D. Ody, P. Francour (2000). "Artificial reefs in France : analysis, assesment and perspectives". Artificial Reefs in European Seas: 167-184.
- Becet, J. M. (2004). "Quelques réflexions à propos de quatre nouveaux décrets sur le littoral." Droit maritime français 648: 468.

- Bell, M., M. Buchanan, R. Kasprzak, J. Culbertson, J. Dodrill, W. Tatum (1997). Guidelines for Marine Artificial Reef Materials. Disponible sur le site http://www.gsmfc.org/pubs/SFRP/Guidelines_for_Marine_Artificial_Reef_Materials_January_1997.pdf.
- Berque, A. (2000). "Médiance de milieux en paysages". Paris, Belin /Reclus (1ère éd. 1990), 160 p.
- Beurois, J. (2007). "Le projet P.R.A.D.O, comm. pers." La Ciotat.
- Biais, M., M. Taquet (1992). "La pêche locale aux abords de la Réunion". Le Port, Ifremer, Ifremer, 81p: 81p.
- Blondel, J. (1995). "Biogéographie. Approche écologique et évolutive". Paris., Masson: 297p.
- Bodiguel, M. D. (1997). "Le littoral, entre nature et politique". Paris, Editions l'Harmattan, 233p: 233p.
- Bohnsack, J. A. (1989). "Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preference?" Bulletin of Marine Science 44(2): 631-645.
- Bohnsack, J. A., D. E. Harper, D. B. McClellan, M. Hulsbeck (1994). "Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off southern Florida." U.S.A. Bull. Mar. Sci. 55(2-3): 796-823.
- Bohnsack, J. A., D. L. Sutherland (1985). "Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities." Bulletin of Marine Science 37: 11-39.
- Bolopion, J., A. Forest, L. J. Sourd (2000a). "Rapport sur l'exercice de la pêche côtière dans la zone côtière de la France", Ifremer, Ifremer, 137p.
- Bombace, G., G. Fabi, L. Fiorentini, S. Speranza (1994). "Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea." Bulletin of marine science 55(2-3): 559-580.
- Bombace, G. e. c. (2000). "Artificial reefs in the adriatic sea", A. P. M. A.C, Kluwer Academic Publisher, 31-63.
- Bortone, S. A. (2006). "A perspective of artificial reef research, the past, the present and the future." Bulletin of marine science 78(1): 1-8.
- Bouyer, C. (2004). "Le littoral français : situation et tendances". Construire ensemble un développement équilibré du littoral: 11-13.
- Bowen, R. E., C. Riley (2003). "Socio-economic indicators and integrated coastal management." Ocean and Coastal Management 46: 229-312.
- Bregliano, P., D. Ody (1985). "Structure du peuplement ichtyologique de substrat dur à travers le suivi de récifs artificiels". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- Bremond, R., C. Perrodon (1979). "Paramètres de la qualité des eaux". Paris, Deuxième édition, Chastrusse: 259p.
- Brotto, D. S., F. G. Araujo (2001). "Habitat Selection by Fish in an Artificial Reef in Ilha Grande Bay, Brazil." Brazilian archives of biology and technology 44(3): 319-324.
- Brown, A. K., W. Neil Adger, E. Tompkins, P. Bacon, D. Shim, K. Young (2001). "Trade-off analysis for marine protected area management." Ecological economics 37: 417-434.
- Brundtland, G. H. (1987). "Notre futur commun", Communauté Européenne. 318p.
- Brunet, R., R. Ferras, H. Théry (1995). "Les mots de la géographie". Montpellier/Paris, 4e éd., R.-L. d. française: 518p.
- Burel, F., J. Baudry (2001). "Ecologie du paysage, Concepts méthodes et applications", T. Doc: 348.
- C.A.R.A.H (1999). "Proceedings of the 7th international Conference on Artificial Reefs and related Aquatic Habitat", San Remo, Italy.
- C.R.P.M.E.M (2007). Disponible sur le site internet du C.R.P.M.E.M de La Réunion, www.crpm.re.
- C.S.P symposium (1995). "Le poisson et son habitat", Lyon/Villeurbanne, Conseil supérieur de la pêche.
- Cabane, F. (2005). "Lexique d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral", Documentation sur l'Environnement et de l'Aménagement du Littoral, IFREMER: 257p.

- Cadoret, A. (2006). "Conflits d'usage liés à l'environnement et réseaux sociaux : en jeux d'une gestion intégrée?" Géographie. Montpellier, Université Paul Valéry, Montpellier 3. 591p.
- Cady, J. F., S. M. Garcia (1986). "Fisheries thematic mapping - A prerequisite for intelligent management and development of fisheries." Océanogr. trop. 21(1): 31-52.
- Castera, M., V. Collin, S. Ferrer (1996). "Les récifs artificiels marins", Université IUP biologie appliquée. 65p.
- Castilla, J. C. (2000). "Roles of experimental marine ecology in coastal management and conservation." Experimental marine biology and ecology 250: 3-21.
- Catry, P., J. Attard (2002). "Le code Vagnon de la chasse sous-marine".
- Cazalet, B. (2007). "Les droits d'usage territoriaux, de la reconnaissance formelle à la garantie juridique. Le cas des aires marines protégées ouest-africaines." Mondes en développement 138: 61-76.
- Ceccaldi, H. J. (1988). "Le Japon et la mer." Problèmes politiques et sociaux 609-610: 65-71.
- Ceccaldi, H. J. (1988). "Récifs artificiels: le Japon donne le ton". Océanorama, Fondation Océanographique Ricard. 12: 20-26.
- Ceccaldi, H. J. (1994). "Valorisation du milieu marin par implantation de constructions écologiques immergées : Les récifs artificiels". Marseille, Maison des associations, ville de Marseille: 120p.
- Challinor, S., H. Hall (2008). "Multifunctional artificial reefs scoping study". London, Environment Agency. 80p.
- Charbonnel, E., P. Francour, J. G. Harmelin, D. Ody, F. Bachet (2000). "Effects of artificial reefs design on associated fish assemblages in the Côte-Bleue marine park (Mediterranean sea, France)." Artificial Reefs in European Seas. A.C. Jensen et al. NL: 365-377.
- Charbonnel, E., D. Ody, L. Le Direac'h, S. Ruitton (2001). "Effet de la complexification de l'architecture des récifs artificiels du parc national de Port Cros, sur les peuplements ichtyologiques". Sci. Rep. Port-Cros natl. Park. 18 : 163-217.
- Charbonnel, E., J. G. Harmelin, C. Serre, S. Ruitton, A. Jensen (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.
- Charbonnel, E. (2007). Les récifs artificiels au secours des poissons. Disponible sur le site www.futura-sciences.com.
- Chaussade, J., J. P. Corlay (1988). "Atlas des pêches et des cultures marines", FAO, FAO, 104p.
- Chaussade, J., J. Guillaume (2006). "Pêche et aquaculture : Pour une exploitation durable des ressources vivantes de la mer et du littoral", Presses Universitaires de Rennes, 559p.
- Cicin-Sain, B., R. W. Knecht (1998). "Integrated coastal and ocean management, concepts and practises", Island Press, 517p.
- Clarke, S., A. W. Y. Leung, Y. M. Mak, R. Kennish, N. Haggan (2002). "Consultation with local fishers on the Hong Kong artificial reefs initiative." ICES Journal of Marine Science 59: S171-S177.
- Claudet, J. (2006). "Aires marines protégées, Récifs artificiels: Méthodes d'évaluation, protocoles expérimentaux et indicateurs". Biologie, Environnement, et Sciences pour l'ingénieur. Perpignan, Université de Perpignan. 257p.
- Claudius-Petit, E. (1950). "Pour un plan national d'aménagement du territoire". France, Brochure verte, La Documentation française.
- Claval, P. (1984). "Géographie humaine et économique contemporaine". Paris, PUF, 448p.
- Code de l'environnement (2007). Disponible sur le site <http://www.legifrance.gouv.fr>. Dalloz.
- Coll, J., J. Moranta, O. Reñones, A. García-Rubies, I. Moreno (1998). "Influence of substrate and deployment time on fish assemblages on an artificial reef at Formentera Island (Balearic Islands, western Mediterranean)." Hydrobiologia 385(Numbers 1-3): 139-152.
- Collart, D., E. Charbonnel (1998). "Impact des récifs artificiels de Marseillan et d'Agde sur le milieu marin et la pêche professionnelle – Bilan du suivi 1996/1997. CEGEL & GIS Posidonie publ." Contrat Conseil Régional Languedoc-Roussillon & Conseil Général de l'Hérault. 168p.

- Collins, K. J., A. C. Jensen, A. P. M. Lockwood, S. J. Lockwood (1994). "Coastal structures, waste materials and fishery enhancement." *Bulletin of Marine Science* 55: 1240-1250.
- Comité Interministériel pour l'Aménagement et le Développement du Territoire (2004) Rapports du CIADT du 9 juillet 2001 et du 14 septembre 2004, disponibles sur le site www.diact.gouv.fr
- Commission des Communautés Européennes (2006). "Livre Vert - Vers une politique maritime de l'Union: une vision européenne des océans et des mers". Bruxelles, COM(2006).
- Commission Européenne (1999). "Gestion halieutique et conservation de la nature en milieu marin". Bruxelles, Commission des Communautés Européennes. 24p.
- Commission Européenne (2005). "Stratégie thématique pour la protection et la conservation du milieu marin". Bruxelles, Communication de la commission au conseil et au parlement Européen. 10p.
- Commission Européenne (2006). "Fonds européen pour la pêche, Règlement (CE) n° 1198/2006 du Conseil, du 27 juillet 2006". Bruxelles, Conseil de la Communauté Européenne. 44p.
- Commission Européenne (2007a). Documentation et politique générale de l'Europe. Disponible sur le site <http://europa.eu>.
- Commission Européenne (2007b). Rapports de la Commission Européenne. Disponible sur le site http://ec.europa.eu/index_fr.htm.
- Commission Européenne (2007c). PCP, Politique Communautaire de la Pêche. Disponible sur le site http://ec.europa.eu/fisheries/cfp_fr.htm.
- Commission Européenne (2007d). PRELUDE (PRospective Environmental analysis of Land Use Development in Europe). Disponible sur le site <http://eea.europa.eu/prelude>.
- Commission Européenne (2007e). Disponible sur le site <http://europa.eu>.
- Conand, F., F. Marsac, E. Tessier, C. Conand (2005). "Ten Years of daily sea surface temperature at a coastal station in Reunion Island, Indian Ocean (July 1993 - April 2004): Patterns of variability and biological responses." *WIOMSA*.
- Connell, S., G. Jones (1991). "The influence of habitat complexity on postrecruitment processes in a temperate reef fish population." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 151(2): 271-294.
- Conseil des ministres européens (2006). Les ministres européens lancent les premières mesures de protection des mers et océans. Disponible sur le site <http://www.euractiv.com/fr/environnement>.
- Conseil supérieur de la pêche (1995). "Le poisson et son habitat, symposium", Lyon/Villeurbanne, Conseil supérieur de la pêche.
- Constanza, R., al. (1997). "The value of the world's ecosystem services and natural capital." *Nature* 387(15 May).
- Convention de Londres (1972). Disponible sur le site <http://www.londonconvention.org>.
- Convention européenne du paysage (2000). Disponible sur le site www.coe.int/T/F/Coopération_culturelle/Environnement/Paysage.
- CRISP (2008). Disponible sur le site <http://www.crisponline>.
- CRPMEM Ile de La Réunion (2007). Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marin de La Réunion. Disponible sur le site www.crpm.re.
- Cury, P. (2006). "Approche écosystémique de gestion des pêches". Les jeudis du CRH, Centre de Ressource Halieutique de Sète, IRD/lfremer/UM2.
- Cury, P., P. Cayré (2001). "Hunting became a secondary activity 2000 years ago: marine fishing did the same in 2021." *Fish and Fisheries* 2: 162-169.
- Cury, P., S. Morand (2003). "Biodiversité marine et changements globaux : une dynamique d'interactions où l'humain est partie prenante". *Biodiversité science et gouvernement*, adpf: 50-77.
- Cury, P. M., C. Mullon, S. M. Garcia, L. J. Shannon (2005). "Viability theory for an ecosystem approach to Fisheries." *ICES Journal of Marine Science* 62(3): 577-584.

- D.A.T.A.R (2004). Construire ensemble un développement équilibré du littoral. disponible sur le site www.datar.gouv.fr.
- D'Cruz, T., S. Creech, J. Fernandez (1994). "Comparison of catch rates and species composition from artificial and natural reefs in Kerala, India." *Bulletin of Marine Science* 55: 1029-1037.
- Danchin, E., L. A. Giraldeau, F. Cézilly (2005). "Ecologie comportementale", Cours et questions de réflexion, S. sup, Dunod: 732p.
- De Pippo, T. (2006). "Introducing environmentally friendly engineering technicals throughout the World". Messina project, Union Européenne, INTERREG III. 214p.
- Dempster, T., P. Sanchez Jerez, J. T. Bayle Sempere, F. Gimenez Casalduero, C. Valle (2002). "Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea : spatial and short-term temporal variability." *Marine Ecology Progress Series* 242: 237 - 252.
- Denegre, J., F. Salge (2004). "Les systèmes d'information géographique". Paris, Que sais-je?, PUF: 128p.
- Denis, J., Y. Henocque, M. Antona, J. Barbière, P. Barousseau, L. Brigand, G. David, C. Grognon-Logerot, B. Kalaora, M. Lointier (2001). "Des outils et des hommes pour une gestion intégrée des zones côtières. Guide méthodologique. Vol. II, Paris", Manuels et guides de la Commission Océanographique Intergouvernementale UNESCO, n°42, 64p.
- Desaigues, B., P. Point (1993). "La valorisation des bénéfices de protection de l'environnement". Economie du patrimoine naturel. Paris.
- Diamond, D. J. (1975). "The island dilemma, lessons of modern biogeographic studies." *Biological Conservation* 7: 129-146.
- Direction des Pêches Marines et de l'Aquaculture (2007). "Circulaire DPMA/SDPM/C2007 - 9630 du 21 novembre 2007 relative à la mise en œuvre du. Programme Opérationnel FEP 2007-2013". Paris, Ministère de l'agriculture et de la pêche.
- Directive Habitats Faune Flore (1992). Directive 92/43/CEE, Union Européenne. Disponible sur le site <http://europa.eu>.
- D'Itri, F. M. (1985). "Artificial reefs, Marine and freshwater applications". Chelsea, MI (USA), F. M. D'Itri, Lewis publishers, inc.: 589p.
- Ditton, R. B., T. L. Baker, C. E. Thailing (2002). "Demographics, attitudes, and reef management preferences of sport divers in offshore Texas waters." *ICES Journal of Marine Science* 59: S186-S191.
- Djellali, M., F. Guenatri, L. Kerzabi, A. Zourez (2003). "Etude d'opportunité pour l'installation de récifs artificiels sur la côte algérienne". Montpellier, Master Européen Aménagement et Gestion des Productions Aquatiques, CREUFOP, UM2. 81p.
- Doumenge, F. (1968). "Récifs artificiels, un programme de soutien et de développement de la pêche locale". Compagnie Générale Transatlantique - Université Paul Valéry Montpellier 3. Nov. 68: 10p.
- Doumenge, F. (1995). "Les récifs artificiels, pourquoi et comment?" *Biologia marina mediterranea* 2(1): 15-20.
- Doumenge, J. P. (2004). "Passé, présent et solutions d'avenir d'une politique appliquée à la gestion durable d'un espace sur-convoité, le littoral". UPV - Montpellier 3, DESS " Activités et aménagements littoraux et maritime ", Cours 2° année. 32p.
- Doumenge, J. P. (2007). "Concepts, pratiques et jeux d'acteurs en géo - aménagement". UPV - Montpellier 3, 29p.
- Duclerc, J., C. Duval (1985). "Evaluation des impacts d'aménagements récifaux". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- Ducloy, P. (2006). "Bilan halieutique des immersions de récifs artificiels en Languedoc-Roussillon, perspectives et proposition d'action", stage ingénieur Agro campus Rennes. 92 p.
- Dupilet, D. (2001). "Le règlement des conflits d'usage dans la zone côtière entre pêche professionnelle et autres activités". Paris, Rapport au premier ministre, La documentation française. 62p.

- Durand (1989). "Recherche et structure des pêches artisanales : paradigmes et méthodes de recherche." La Recherche Face à la Pêche Artisanale. Symp. Int. ORSTOM-IFREMER, Montpellier France.
- Dutrieux, E., P. Descamp, L. Ballesta (2002). "Impact des récifs artificiels sur le milieu marin et la pêche professionnelle dans le golfe d'Aigues-Mortes". Syndicat mixte du golfe d'Aigues Mortes, Contrat Conseil Régional Languedoc-Roussillon & Conseil Général de l'Hérault.
- Dutrieux, E., S. Thorin (2004). "Indicateurs paysagers sous marins". Montpellier, Céocean. 21p.
- EARRN (2008). Réseau Européen de Recherche au sujet des Récifs Artificiels (EARRN). Disponible sur le site <http://www.soes.soton.ac.uk/research/groups/EARRN/>.
- Ennesser, Y. (2005). "Etude sur la valorisation économique des espaces naturels, méthodes d'évaluation et études de cas". Montpellier, Conseil Régional Nord pas de Calais / BCEOM. 52-162.
- Etat de Floride (2008). Recensement des sites aménagés en récifs artificiels dans l'état de Floride. Disponible sur le site <http://myfwc.com/marine/ar/arOverview.html>.
- F.A.O (1986). "Consultation Technique sur la conchyliculture en mer et les récifs artificiels", Fish. Reports 357. 1-175.
- F.A.O (1994). "The effect of artificial reef installation on the biosocioeconomics of small-scale fisheries in Ranong Province, Thailand". India, B. o. B. P. F. F. Development, FAO: 102p.
- F.A.O (1995). "Code of Conduct for Responsible Fisheries". Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- F.A.O (2004). "La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2004". SOFIA, FAO: 178p.
- F.A.O (2005). "Profil de la pêche par pays : le Japon", Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. 11p.
- F.A.O (2006). "L'état des ressources halieutiques marines mondiales". Rome, FAO document techniques sur les pêches. 457p.
- F.A.O (2008). Disponible sur le site www.fao.org.
- Farrugio, H., G. Le Corre (1985). "Interactions entre pêcheries de lagunes, pêcheries côtières et pêche au chalut dans le golfe du Lion", D. Ifremer, Ifremer: 215.
- Féral, F. (1986). "Un phénomène de décentralisation contestée: les prud'homies de pêcheurs de Méditerranée". Montpellier.
- Ferrer, S. (1997). "Les récifs artificiels du parc National de Port Cros Bilan et évolution", Mémoire. 90p.
- Fisheries Research Agency (2008). Disponible sur le site <http://www.fra.affrc.go.jp>.
- Fishery Agency (1976). "Programme de développement et d'aménagement des pêcheries côtières". Tokyo, Japan, Note 6 - 09/76 de l'Agence des Pêches.
- Fishery Agency (2007). "Entretien au service de la politique d'aménagement des zones côtières, MAFF". Tokyo, Japon.
- Fishery Agency (2008). Disponible sur le site <http://www.jfa.maff.go.jp/>.
- Forman, R. T. T., M. Godron (1986). "Landscape Ecology". New York, J. Wiley: 619 pages.
- Fukuda, H. (2008). "Potentiel écologique de l'adjonction de poudrette biogènes aux bétons marins". Tokyo, Taelhyo Co. 6p.
- Gabrié, C., L. Montaggioni (1985). "Sediments from fringing reefs of Reunion Island, Indian Ocean." Sedim. Geol. 31: 281-301.
- Galzin, R. (1985). "Ecologie des poissons récifaux de polynésie française". Océanographie. Montpellier, USTL, UM 2. 195p.
- Garcia Charton, J. A., E. Charbonnel, F. Badalamenti, J. Coll (2003). "An analysis of the artificial reef programs in the EU Mediterranean Sea: results, problems and prospects". Seminario internacional sobre recifes artificiais marinhos, Rio de Janeiro, Brazil.
- Garcia Charton, J. A., R. Pérez-Ruzafa (1999). "Ecological heterogeneity and the evaluation of the effects of marine reserves." Fisheries Research 42: 1-20.

- Garcia, S. M. (1989). "La recherche halieutique et l'aménagement: Grandeur et servitude d'une symbiose." *L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable*, IFREMER (France): 171 -174.
- Garcia, S. M., J. Boncoeur (2004). "Allocation and conservation of ocean fishery resources: connecting rights and responsibilities". 4e Congrès mondial des pêches, Vancouver, Canada.
- Garcia, S. M., I. L. Moreno (2003). "Global overview of marine fisheries." *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*, CAB International, Wallingford.
- Garcia, S. M., J. P. Reveret (1989). "Recherche et structure des pêches artisanales : paradigmes et méthodes de recherche." *La Recherche Face à la Pêche Artisanale*, Symp. Int. ORSTOM-IFREMER, Montpellier, France.
- Garcia, S. M., A. C. Zerbi, C. Aliaume, T. Do Chi, G. Lasserre (2003). "The ecosystem approach to fisheries: issues terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook". Reykjavik, Iceland, *FAO Expert Consultation on Ecosystem based Fisheries Management*. 71p.
- Géoconfluence (2008). Disponible sur le site <http://geoconfluences.ens-lsh.fr>.
- George, P. (1971). "L'environnement". Que sais-je ? PUF. Paris, 126 p.
- Gerino, M., G. Stora, F. Carcaillet, F. Gilbert, J. C. Poggiale, F. Mermillod-Blondin, G. Desrosiers, P. Vervier (2003). "Macro-invertebrate functional groups in freshwater and marine sediments: a common mechanistic classification." *Vie et milieu* 53(4): 221-231.
- Gourret, P. (1894). "Les Pêcheries et les poissons de la Méditerranée (Provence)". Paris, Bibliothèque des connaissances utiles, J.-B. B. e. fils: 360 + 16 pages de gravures.
- Grand dictionnaire terminologique (2008). Disponible sur le site <http://www.granddictionnaire.com>.
- Gravier, J. F. (1947). "Paris et le désert Français", Le Portulan: 421p.
- Grossman, G. D., P. J. Geoff, W. J. Seaman (1997). "Do Artificial Reefs Increase Regional Fish Production? A Review of Existing Data." *Fisheries Volume 22*,(Issue 4): 17-23.
- Groupe de développement géographie (2001). "Environnement, milieu, géosystème", disponible sur le site <http://www.aix-mrs.iufm.fr>. IUFM d'Aix-Marseille.
- Grove, R. S., M. Nakamura, H. Kakimoto, C. J. Sonu (1994). "Aquatic habitat technology innovation in Japan." *Bulletin of Marine Science* 55(2-3).
- Grove, R. S., N. Nakamura, C. J. Sonu (1991). "Design and engineering of manufactured habitats for fisheries enhancement". *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. San Diego, CA, Academic Press, Inc: 109-152.
- Guillén, J. E., A. A. Ramos, L. Martínez, J. L. Sánchez-Lizaso (1994). "Antitrawling reefs and the protection of *Posidonia oceanica* (L.) d'elile meadows in the western Mediterranean Sea: demand and aims." *Bulletin of Marine Science* 55: 645-650.
- Hanski, Simberloff (1997). "The metapopulation approach. In Hanski and M. E. Gilpin metapopulation biology, ecology, genetics and evolution." Academic press. London 1: 512p.
- Hardin, G. (1968). "La tragédie des biens communs." *Science* 162: 1243-1248.
- Hardy, L. (1985). "L'aménagement du littoral du Languedoc-Roussillon par des récifs artificiels". Montpellier, Conseil Régional Languedoc Roussillon. 85p.
- Harmelin, J. G., D. Bellan-Santini (1985). "Naturals models for artificial reefs in the mediterranean sea". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- Harmelin, J. G., D. Bellan-Santini (1996). "Assessment of biomass and production of artificial reef communities". In *Proceedings of the first Conference of European Artificial Reef Resarch Network*, Ancona, Italy, 305-322.
- Harmelin-Vivien, M. L., J. G. Harmelin, C. Chauvet, C. Duval, R. Galzin, P. Lejeune, G. Barnabé, F. Blanc, R. Chevalier, J. Duclerc, G. Lasserre (1985). "Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : méthodes et problèmes." *Revue d'Ecologie: la Terre et la Vie* 40: 467-539.
- Hatakeyama, S. (2003). "La mer a besoin des forêts". *Nipponia*. 24: 2p.

- Henocque, Y. (1984). "Aménagement de la ressource au Japon : effet des repeuplements marins". Nantes, ISTPM, N°11. 137p.
- Henocque, Y. (2006). "Leçons et futur de la gestion intégrée des zones côtières dans le monde". VertigO - La revue en sciences de l'environnement. 7: 11p.
- Heyraud, V. (2007). "Les acteurs des récifs artificiels en Languedoc-Roussillon". Montpellier, Mémoire de Master 2. Cépralmar / Université Montpellier 1, USTL Montpellier 2, UPV Montpellier 3. 153p.
- Hilbertz, W. H. (1978). "Electrodeposition of Minerals in Sea water". Oceans '78 Proceedings, Marine Technology Society, 699-706.
- Hirayama, K. (1985). "Sea farming technology in Japan". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- Hughes, T. (1983). "Life histories and growth of corals over a depth gradient". The ecology of coral reefs, Baltimore, Maryland.
- Hypergeo (2008). Disponible sur le site <http://www.hypergeo.eu>.
- I.F.R.E.M.E.R (1998). "Les systèmes extensifs de culture et d'élevage marins". Sous-Commission des Pêches Commission de l'Agriculture et du Développement rural, Conseil de l'Europe. 39p.
- I.F.R.E.M.E.R (2006). REférentiel BENThique, disponible sur le site www.rebent.org.
- I.F.R.E.M.E.R (2007). "Activité des flottilles réunionnaises en 2005 et 2006. Systèmes d'information & techniques d'observation, économie et diagnostic de l'évolution des ressources et de leurs usages". Le Port, La Réunion, Laboratoire côtier. 137p.
- I.F.R.E.M.E.R (2008). Disponible sur le site www.IFREMER.fr
- I.U.C.N (2005). "Managing Marine Protected Areas: A Toolkit for the Western Indian Ocean". Nairobi, Kenya, IUCN Eastern African Regional Programme: 172pp.
- Ichimura, T. (1985). "Programs and prospects in marine ranching". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- Ino, T. (1974). "Historical review of artificial reef activities in Japan." International conference on artificial reefs, March, Texas; 21:23.
- Ito, Y. (2007). "Aménagement japonais en récifs artificiels, bilan de l'audit de l'état réalisé en 2001 et projets en cours ou à venir (sur le terrain et à Tokyo)". Tokyo.
- Iwakiri, S. (1985). "Management system of coastal fisheries and aquaculture in Japan". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- J.I.F.I.C (2004). "Artificial fish reef". Tokyo, Japan, J. I. o. T. F. P. G. a. Communities, Ministry of Agriculture Forestry and Fishery, 70p.
- J.I.F.I.C (2007a). "Disponible sur le site <http://www.jific.or.jp/>". Tokyo.
- J.I.F.I.C (2007b). "Japan Insitute of Fishing ground port and Communitiy, réunion de bilan et de planification annuel Etat - entreprises fabricant les habitats artificiels". Tokyo.
- Jackson, J. B. C., 18 co-authors (2001). "Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems." Science 293: 629-638.
- Japan iron steel federation (2007). Disponible sur le site <http://www.jisf.or.jp>.
- Japanase Ministry of Environment (2008). Disponible sur le site <http://www.env.go.jp>. Ministère de l'environnement Japonais.
- Jenkins, M. D., B. Groombrdige (2002). "World Atlas of Biodiversity: Earth's Living Resources in the 21st Century", University of California Press: 352p.
- Jensen, A. (2002). "Artificial reefs of europe : perspective and future." ICES journal of marine science 59(S3-S13): 11p.
- Jensen, A. C., K. J. Collins, A. P. M. Lockwood (2000). "Current issues relating to artificial reefs in European seas". Artificial Reefs in European seas. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers: 489-499.

- John, T., M. Alice, D. John, S. Angela, B. David, S. Dean, D. David, B. Scott, L. Justin, N. Paul (2003). "La surexploitation des ressources halieutiques à travers le monde." Revue électronique du département d'Etat des Etats-Unis 8(1).
- Johns, P. M., K. H. Mann (1987). "An experimental investigation of juvenile lobster habitat preference and mortality among habitats of varying structural complexity." J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 109: 275-285.
- Jorge, I., C. C. Monteiro, G. Lasserre (2002). "Fish community of Mondego estuary: space-temporal organisation " In: M.A. Pardal, J.C. Marques & M.A. Graça ed., Aquatic Ecology of the Mondego river basin. Global importance of local experience." Coimbra University Press: 199- 217.
- Jurado-Molina, J., P. Livingston (2002). "Climate-forcing effects on trophically linked groundfish populations: implications for fisheries management." Can. J. Fish. Aquat. Sci. 59: 1941-1951.
- Kakimoto, H. (1985). "Distribution and behavior of fish at the artificial reef". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- Kakimoto, H. (2004). "Etudes de définition de récifs artificiels halieutiques." Japanese Institute for promotion of Fisheries ground and Communities Tome II: 150-178.
- Kakimoto, H. (2007). "Mission au sujet du marine ranching". Shimonoseki.
- Kakimoto, H., M. Ohgai, K. Tsumura, M. Noda (1995). "International conference on ecological system enhancement technology for aquatic environments", Tokyo, Japan.
- Katoh, J. (1985). "Study on artificial reefs installation program from the viewpoint of hydraulic environmental engineering". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- Kennish, R., K. D. P. Wilson, J. Lo, S. C. Clarke, S. Laister (2002). "Selecting sites for large-scale deployment of artificial reefs in Hong Kong: constraint mapping and prioritization techniques." ICES Journal of Marine Science 59: 164–S170.
- Kitada, S., H. Kishino (2006). "Lessons learn from japanese marine finfish stock enhancement programmes." Fisheries Research 80: 101-112.
- Kobori, S. (1985). "Coastal fisheries development with artificial reefs about methodology in development plan formulation". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- Koike, Y. (2001). "Artificial reef for lobster in Tateyama station, Banda." Japan Society for Fisheries Science 61: 17p.
- Koike, Y., N. Nakamura, O. Imazeki, I. Matsuike (1986). "The environment, behaviour and distribution of fishes in the artificial reefs offshore from Banda." Tokyo University of fisheries 73(2): 9p.
- Kolian, S., P. W. Sammarco (2006). "Job creation and marine aquaculture". Baton Rouge, Louisiana, Eco-rigs, Louisiana-based non-profit organization created to preserve offshore oil and gas platforms habitats for mariculture, recreational fishing and diving. 4p.
- Komai, H., I. Itosu (2002). "Food organism production on artificial reefs : roles of sedentary fauna for spatial heterogeneity." Fisheries science Suppl. 26-3: 1687-1690.
- Kruer, C. R., L. O. Causey (2005). "The use of large artificial reefs to enhance fish populations at different depths in the Florida keys". Silver Spring, MD, National Oceanic and Atmospheric Administration. 59p.
- Kuroki, T. (1952). "The shape of a reef and its function as a habitat for fish." Japan Fisheries Magazines 18(1).
- La Convention européenne du paysage (2000). Disponible sur le site www.coe.int/T/F/Coopération_culturelle/Environnement/Paysage.
- Lacroix, D., E. Charbonnel, J. C. Dao, G. Véron, J. P. Lagardère, C. Mellon, D. Covès, D. Buestel (2002). "Les récifs artificiels. Aménagement du littoral marin et repeuplement", D. Lacroix, IFREMER (Non publié), 148p.
- Lacroix, D. (2003). "Littoral marin et aménagements artificiels". Montpellier, Agropolis museum, 27p.
- Lamare, J. P., A. Siré, L. Hardy (1985). "Strategies and development programs in French Continental Mediterranean sea coast installation of artificials reefs". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.

- Lan, C. H., C.-C. Chen, C. Y. Hsui (2004). "An approach to design spatial configuration of artificial reef ecosystem." *Ecological Engineering* 22: 217-226.
- Larkin, P. A. (1996). "Concepts and issues in marine ecosystem management." *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6: 139-164.
- Lasserre, G. (1975). "Rôle des lagunes dans le cycle vital d'espèces cibles de la pêche". *Océanographie*. Université de Montpellier 2, USTL. 220p.
- Lasserre, G. (1989). "Biologie Halieutique des lagunes." *L'année Biologique* T28,3: 161-187.
- Lasserre, G., C. C. Monteiro (2002). "Les récifs artificiels en Europe : application à l'aménagement intégré." Colloque international sur la " promotion de méthodes et de pratiques de pêche durables en Afrique de l'Ouest ", Dakar 18-20 mars 2002, World Wide Fund for nature (WWF).
- Laurans, A., I. Dubien (1996). "Evaluation économique du SDAGE Artois-Picardie - Phase 2, avantages économiques marchands des actions prévues pour les eaux de surface." ASCA. Région Nord - Pas de Calais. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Lefevre, J. R., J. Duclerc (1985). "How to decide the planning of the artificials reefs fields in the department of the Alpes Maritimes". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie.
- Legifrance (2008). Disponible sur le site <http://www.legifrance.gouv.fr>.
- Leveque, C. (1995). "L'habitat être au bon endroit au bon moment?" *Bulletin français de la pêche* 68(337339): 9-20.
- Lienemann, M. L. (2006). "Rapport sur la proposition de directive du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive "Stratégie pour le milieu marin")", Communauté Européenne, parlement européen. 66p.
- Linton, D. M., G. F. Warner (2003). "Biological indicators in the Caribbean coastal zone and their role in integrated coastal management." *Ocean and coastal management* 46: 261-276.
- Luckhurst, B. E., K. Luckhurst (1978). "Substrate variables and fish communities." *marine biologia* 49: 317-323.
- Lukens, R. R. (1997). "Guidelines for marine artificial reef materials sport fish restoration". U.S. Fish and Wildlife Service. U.S.A, E.U, Gulf States Marine Fisheries Commission: 123.
- M.A.F.F (2007). Ministère de l'Agriculture de la Forêt et des Pêches. Disponible sur le site <http://www.maff.go.jp/eindex.html>.
- Mac Arthur, R. H., E. O. Wilson (1967). "The theory of island biogéography." Princeton University press: 224p.
- Magnuson, Stevens (1996). "U.S Federal Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act." United states, Public Law 94-265.
- Magurran, A. E. (1988). "Ecological Diversity and its Measurement." Princeton, New-Jersey, P. University, Princeton University press: 179p.
- Makino, M., H. Matsuda, . (2005). "Co-management in Japanese coastal fisheries: institutional features and transaction costs." *Marine Policy* 29: pp 441-450.
- Mann, C. C., M. L. Plummer (1993). "The high cost of biodiversity." *Science* 260: 1868-1871.
- Marini, P. (1998). "La politique maritime et littorale de la France : enjeux et perspectives." Paris, Assemblée Nationale, Sénat n°345.
- Marinoforum 21 (2008). Disponible sur le site <http://www.fra.affrc.go.jp/>.
- Mariojouis, C. (2004). "Le projet d'amménagement de la bande côtière japonaise". *Bulletin de la Société Franco Japonaise d'Océanographie*. 2p.
- Masuda, R., K. Tsukamoto (1998). "Stock enhancement in Japan: Review and perspective." *Bulletin of Marine Science* 62(2): 337-358.
- Matthews, K. R. (1985). "Species similarity and movement of fishes on natural and artificial reefs in Monterey bay." *California. Bull. Mar. Sci.* 37(1): 252-270.

- McFarland, W. N. (1984). "Overview: The dynamics of recruitment in coral reef organisms". The Ecology of Deep and Shallow Reefs., Wash. D.C., U.S.A, NOAA Symp. Ser. Under- sea Res.
- Meur-Ferec, C. (2007). "La GIZC à l'épreuve du terrain : premiers enseignements d'une expérience française." Développement durable et territoire, Varia, disponible sur <http://developpementdurable.revues.org/document4471.html>.
- Meur-Férec, C. (2006). "De la dynamique naturelle à la gestion intégrée de l'espace littoral : un itinéraire de géographe". Disponible sur le site http://geolittomer.univ-nantes.fr/membres_geolitt.html. Université de Nantes, Habilitation à Diriger des Recherches. 247 p.
- Michel, P., D. Cataliotti, E. Dutrieux (1995). "Etude de faisabilité pour la création d'un parc marin sur l'île de la Réunion". Montpellier, Conseil Régional de la Réunion, BCEOM, IARE. 36p.
- Millenium Assessment (2001). Disponible sur le site <http://www.millenniumassessment.org>. ONU.
- Minet (2006). "Réunion au sujet des récifs artificiels au Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages". Paris.
- Ministère de l'Ecologie de l'Energie du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (2007). "Réponse des autorités françaises au Livre Vert sur la politique maritime", http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/contributions_post/141autorites_francaises. 31p.
- Miossec, A. (1998). "Les littoraux, entre nature et aménagement", Collection Campus Géographie, SEDES: 192p.
- Miossec, A. (2004). "Les littoraux face au développement durable." *Historiens et Géographes* 387: 181-188.
- Monteiro, C., C. , G. Lasserre (1990). "Spatial organization of the ichthyological community in the Ria Formosa lagoon (Portugal)." *Oceanologica Acta* 13, 1: 79-96.
- Monteiro, C., M. Santos (2000). "Portuguese artificial reefs". *Artificial reefs in European seas*, Kluwer academics pub.: 249-261.
- Monteiro, C. C. (1989). "La faune ichthyologique de la lagune ria Formosa (Sud Portugal)." *Océanographie*. Montpellier, Université Montpellier 2. 219p.
- Monteiro, C. C., T. Lam Hoai, G. Lasserre (1987). "Distribution chronologique des poissons dans deux stations de la lagunes Ria Formosa (Portugal)." *Oceanologica Acta* 10, 3: 359-371.
- Murray, J. D., C. J. Betz (1994). "User views of artificial reef management in the southern U.S." *Bulletin of Marine Science* 55: 970-981.
- Murray, S. N., R. F. Ambrose, J. A. Bohnsack, L. W. Botsford, M. H. Carr, G. E. Davis, P. K. Dayton, D. Gotshall, D. R. Gunderson, M. A. Hixon, J. Lubchenco, M. Mangel, A. MacCall, D. A. McArdle (1999). "No-take reserve networks: sustaining fishery populations and marine ecosystems." *Fisheries* 24: 11-25.
- N.R.I.F.E (2007). Disponible sur le site www.nrife.fr. www.nrife.fr/affrc.go.jp/.
- Nakamura, M. (1980). "Fisheries Engineering Handbook (Suisan Doboku)." *Fisheries Engineering Research Subcommitte*, Japan Society of Agricultural Engineering, Tokyo 51: 178-191.
- Nakamura, M. (1985). "Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan." *Bulletin of marine science* 37: 271-278.
- Nakano, T. (2007). "Principes fondamentaux des récifs artificiels". Tokyo, JIFIC institute. 2p.
- National Statistics of Japan Ministry of Internal Affairs (2008). Disponible sur le site <http://www.stat.go.jp/english/index.htm>.
- Nations Unies (1982). "Convention de la mer", Montego Bay.
- Nations Unies (2002). Sommet mondial sur le développement durable. Disponible sur le site www.un.org.
- Nikijuluw, V. P. H. (1999). "Establishment of a local fishery co-management : lessons gained from Bali Isalnd". *International Workshop on Fisheries Co-Management*, Berjaya Georgetwon Hotel Penang, Malaysia, 10p.
- NOAA Fisheries (2006). Disponible sur le site www.fakr.noaa.gov/

- O.S.P.A.R (1992). Convention "Oslo - Paris" pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord. Disponible sur le site <http://www.ospar.org/fr/html/welcome.html>.
- Ody, D. (1987). "Les peuplements ichtyologiques des récifs artificiels de Provence (France, Méditerranée Nord Occidentale)". Aix Marseille II Université. France.
- Ody, D. (1990). "Suivi scientifique des récifs artificiels du Parc National de Port Cros". Port Cros, Parc national. 33.
- Ody, D., J. G. Harmmelin (1994). "Influence de l'architecture et de la localisation de récifs artificiels sur leurs peuplements de poissons en Méditerranée." *Cybium* 18(1): 57-70.
- Office de la langue Française (2001). "Disponible sur le site <http://www.olf.gouv.qc.ca/>".
- Ofimer (2007). Disponible sur le site www.ofimer.fr
- Ogawa (1982a). "Reef limit volume". Japanese Artificial Reef Technology. Technical report 604, United States NOAA / National Marine Fisheries Service: 80-83.
- Ogawa, Y. (1982b). "Jinko gyosho and Tsukiiso, and marine organisms". Japanese Artificial Reef Technology. Technical report 604, United States NOAA / National Marine Fisheries Service: 42-48.
- Ogawa, Y. (1982c). "The present statut and future prospects of artificial reefs : developmental trends of artificial reef units". Japanese Artificial Reef Technology. Technical report 604, United States NOAA / National Marine Fisheries Service: 23-41.
- Ogawa, Y. (1988). "Les récifs artificiels". *Flash Japon, Société Franco-Japonaise d'Océanographie, Extrait*. 18: 7-8.
- Ogawa, Y., M. Nakamura, H. Kakimoto, D. J. Sheehy, K. Shomomura, M. Kamikita, N. Yoshimuda (1982). "Japanese Artificial Reef Technology". Belleair Bluffs, Florida, U.S.A, Technical report, i. Aquabio, United States NOAA / National Marine Fisheries Service: 380p.
- Ogawa, Y., S. Takeuchi, A. Hatton (1977). "An estimate of the optimal size of artificial reef." *Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanog.* 30: 39-45.
- Okubo, H., H. Kakimoto (1991). "Changes in community composition around artificial reefs". Japan-U.S. Symp. on Artif. Habitats for Fish, Proceed.- Tokyo Japan.
- Osenberg, C. W., R. J. Schmitt, S. J. Holbrook, K. E. Abu-Saba, A. R. Flegal (1994). "Detection of environmental impacts: natural variability, effect size, and power analysis." *Ecological Applications* 4(No. 1): 16-30.
- Osenberg, C. W., C. M. St Mary, J. A. Wilson, W. J. Lindberg (2002). "A quantitative framework to evaluate the attraction-production controversy." *ICES MARINE SCIENCE SYMPOSIA* 59(217): S214-221.
- Ouchi, K., K. Otsuka, H. Omura (2005). "Recent Advances of Ocean Nutrient Enhancer "TAKUMI" Project". The sixth ISOPE Ocean Mining Symposium, Changsha, Hunan, China, International Society of offshore and polar engineers.
- Paille, N., L. Gendron (2001). "Conception et mise en place de récifs artificiels pour le homard (*Homarus americanus*) : revue des essais et recommandations". Mont-joli, Direction régionale des sciences Ministère des Pêches et des Océan, Institut Maurice-Lamontagne (Québec). 54p.
- Palmisani, F. (2002). "Le Paysage sous-marin de sa définition à la conception d'un indice paysager." Toulon, IFREMER-GISIG. 88p.
- PAM/PNUJ (2006). "Rapport de la deuxième réunion du groupe de travail d'experts désigné par les parties contractantes sur le projet de protocole relatif à la gestion intégrée des zones côtières". Loutraki (Grèce). 19 p.
- Parlement Européen et du Conseil (2000). "Cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau". 44p.
- Pary, B. (2001). "Les récifs artificiels, outils d'aménagement de la bande côtière. Exemple du Languedoc-Roussillon". Montpellier, Conseil Régional du Languedoc Roussillon, CEPALMAR. 17p.
- Pary, B. (2004). "Récifs artificiels en Languedoc-Roussillon : des outils originaux d'aménagement de la bande côtière". CEPALMAR. 13p.

- Pickering, H. (2000). "Legal framework governing artificial reefs in the European Union". Artificial reefs in European seas. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic: 469-487.
- Pickering, H., D. Whitmarsh, A. Jensen (1998). "Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: investigating the potential." *Marine Pollution Bulletin* 37: 505-514.
- Pickering, H., D. Whitmarsh (1996). "Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the 'Attraction versus Production' debate, the influence of design and its significance for policy." *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*, CEMARE, University of Portsmouth: 28p.
- Pioch, S. (2004). "Bilan des immersions en récifs artificiels en Languedoc Roussillon". Montpellier, Université Montpellier 2 / CEPRALMAR / Créocéan. 120p.
- Pioch, S. (2006). "Opération de repeuplement de juvéniles sur des récifs artificiels". Montpellier, Gester Université Montpellier 3 / Moana initiative/ Conseil Général de l'Hérault. 30p.
- Pioch, S. (2007a). "La filière pêche et aquaculture au Japon "la mer chérie"". Sète, SFJO, ADA, CG34, CRPME LR, AMOP, OP Thau, SRC Méditerranée, Medi Thau Marée. 110p.
- Pioch, S. (2007b). "Le marine ranching au Japon, la gestion proactive des ressources avec les récifs artificiels et le repeuplement", Ifremer - Université Montpellier 3 - Egis Eau. 133p.
- Pioch, S., M. Gausset (2008). "Maîtrise d'œuvre complète pose de récifs artificiels". Montpellier, Egis Eau. 55p.
- Pioch, S., P. Michel (2008). "Conception d'éco-habitats comme mesure compensatoire et d'intégration écologique d'un projet d'île artificielle". Montpellier, Egis eau / Bouygues / MCDC / Foster architecture / Desvignes. 48p + annexes.
- Pioch, S., B. Pary (2007). "Etude de faisabilité pour la création d'un site de récifs artificiels pour la pêche côtière et la chasse sous marine en apnée à Saint-Leu". Sainte Marie, Ile de la Réunion, Egis Eau / commune de Saint-Leu. 219p.
- Pitcher, T. J., W. Seaman (2000). "Petrench's Principle : how protected human-made reefs can help the reconstruction of fisheries and marine ecosystems." *Fish and Fisheries* 1: 73 - 81.
- Piton, B., M. Taquet (1992). "Océanographie physique des parages de l'île de la Réunion (Océan Indien)." *Doc. Scient. ORSTOM*.
- Polovina, J. J. (1989). "Artificial reefs : nothing more than benthic fish aggregators". 37-39.
- Polovina, J. J. (1991). "Fisheries applications and biological impacts of artificial habitats". *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*, Academic Press Inc. Chap. 5: 153-176.
- Polovina, J. J., I. Sakai (1989). "Impacts of artificial reefs on fishery production in Shimamaki, Japan." *Bulletin of Marine Science* 44: 997 - 1003.
- Powers, S. P., J. H. Grabowski, C. H. Peterson, W. J. Lindberg (2003). "Estimating enhancement of fish production by offshore artificial reefs: uncertainty exhibited by divergent scenarios." *Marine ecology. Progress series* 264: 265-277.
- Quimbert, M. (2005a). "Les récifs artificiels : autorisation d'immersion, régime d'occupation du domaine public et cadre d'exploitation en droit français." *Revue juridique* 2/2005: 121-129.
- Quimbert, M. (2005b). "Natura 2000, un cadre juridique de plus en plus strict pour le développement des activités sur le littoral." *Le droit maritime français* 656: 161-167.
- Ramade, F. (2005). "Eléments d'écologie". Paris, Sciences Sup, Dunod: 863p.
- Ramos, J., M. N. Santos, D. Whitmarsh, C. C. Monteiro (2007). "Stakeholder perceptions regarding the Environmental and socio-economic impacts of the Algarve artificial reefs." *Hydrobiologia* 580: 181-191.
- Ramos, J. H. P. (2007). "Socio-economic implications of artificial reef deployment: a Portuguese case study". *Philosophy*. Portsmouth University. 396p.
- Ramos-Espla, A. A., J. E. Guilen, J. T. Bayle, P. Sanchez-Jerez (2000). "Artificial anti-trawling reefs of Alicante south-eastern Iberian peninsula: Evolution of reef block and set design." *Artificial Reefs in European Seas*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 195-218.

- Raynal, J. C. (2004). "Pratiques cynégétiques, transformations territoriales et régulations sociales : Vers la mise en place d'une gestion concertée des populations de sangliers dans le Sud de la France". Géographie. Montpellier, Université Paul Valéry, Montpellier 3. 429p.
- Raynal, J. C. (2007). "Analyse multicritère du site de Saint-Leu pour déterminer la faisabilité d'implantation d'habitats artificiels grâce à un SIG". Paris, Ecole des Hautes Etudes de Sciences Sociales. 25p.
- Relini, G., M. Relini, Montanari, M. (2000). "An offshore buoy as a small artificial island and a fish-aggregating device (FAD) in the Mediterranean." *Hydrobiologia* 440(65–80): 16p.
- Relini, G., M. Relini, G. Torchia, G. De Angelis (2002). "Trophic relationships between fishes and an artificial reef." *ICES Journal of Marine Science* 59: 36-42.
- Relini, G., F. Tixi, M. Relini, G. Torchia (1998). "Settlement on concrete blocks immersed in the Ligurian Sea (N-W Mediterranean)." *International Biodeterioration & Biodegradation* 41: 57-65.
- Rey Valette, H. (2006). "Processus de construction d'indicateurs de développement durable en milieu lagunaire et côtier : le territoire du bassin de Thau". Les environnements côtiers, Vannes.
- Rey-Valette, H., S. Roussel (2006). "L'évaluation des dimensions territoriale et institutionnelle du développement durable : le cas des politiques de Gestion Intégrée des Zones Côtières." *Développement Durable et Territoires* 8: 32p.
- Rice, J. C. (2005). "Understanding fish habitat ecology to achieve conservation." *Journal of Fish Biology* 67(Suppl. B): 1-22.
- Robert (2007). Disponible sur le site <http://www.lerobert.com/editions-electroniques>.
- Roland, G. (2005). "Synthèse bibliographique sur la gestion intégrée des zones côtières. État des lieux en France dans son contexte européen et international." *Rivages de France*: 37 p.
- Ruddle, K. (1987). "Administration and conflict management in Japanese coastal fisheries". Rome, FAO Fish. Tech.Pap. (273). 93p.
- Ruitton, S. (1999). "Les communautés benthiques et nectobenthiques associées aux aménagements littoraux en Méditerranée Nord occidntale - structure et fonctionnement". *Océanographie*. Marseille, Université de la Méditerranée Aix Marseille II., 260p.
- Samples, K. C., J. T. Sproul (1985). "Fish aggregating devices and open-access commercial fisheries: a theoretical inquiry." *Bulletin of Marine Science* 37: 305-317.
- Santos, M. (1997). "Ichthyofauna of the artificial reefs of the Algarve Coast - Strategies and management of local fisheries". Portugal, Université d'Algarve. 220p.
- Santos, M. (2007). "Design and Management of Artificial Reefs for Fisheries." Zaragoza, Spain.
- Santos, M., C. Monteiro (1997). "The Olhao artificial reef system (South Portugal) : fish assemblages and fishing yield." *Fisheries research* 30: 33-41.
- Santos, M., C. Monteiro (1998). "Comparison of catch and fishing yield from an artificial reef system and neighbouring areas off Faro (Algarve, south Portugal)." *Fisheries Research* 39: 55-65.
- Santos, M., C. Monteiro (2001). "The portuguese experience on artificial reefs : past and future". *Modern Aquaculture in the Coastal Zone*, IOS press : 281-291.
- Santos, M., C. Monteiro, G. Lasserre (1996a). "Finfish attraction and fisheries enhancement on artificial reefs : a review". First Conference of the European Artificial Reef Research Network, Ancona, Italy.
- Santos, M., C. Monteiro, G. Lasserre (1996b). "Faune ichtyologique comparée de deux récifs artificiels du littoral de la Ria Formosa (lagune du Portugal): résultats préliminaires." *Oceanologica Acta* 19,(1): 88-97.
- Santos, M., C. C. Monteiro, G. Laserre (2005). "Observation on the intra-annual variation of the fish assemblages on two artificial reefs in Algarve Coastal waters (southern Portugal)." *Sci. Mar.* 69, 3: 415-426.
- Santos, M. N., C. C. Monteiro (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.

- Sato, O., Morikawa, Naito (1984). "Les récifs artificiels: théorie et pratique. Traduction F. Simard". Paris, A. d. D. d. l'Aquaculture: 201p.
- Saunier, C., P. Laffitte (2007). "L'apport de la science et de la technologie au développement durable. La biodiversité : L'autre choc ? L'autre chance ?" Paris, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Assemblée nationale. 192p.
- Sayer, M. D. J., T. A. Wilding (2002). "Planning, licensing, and stakeholder consultation in an artificial reef development : the loch Linnhe reef, a case study." ICES Journal of Marine Science 59: 178 - 185.
- Scheibling, J. (1994). "Qu'est-ce que la géographie ?" Paris, Hachette: 199p.
- Scherrer, S. (2001). "Méthodologie de valorisation des biens environnementaux." Paris, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, D4E. n°01-M01.
- Seaman, W. (1995). "Artificials habitat for fish." National Sea Grant College Program of the U.S. Department of Commerce's National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) 1: 7p.
- Seaman, W. (2004). "Artificial Reef Monitoring in Florida Coastal Counties." National Sea Grant College Program of the U.S. Department of Commerce's National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
- Seaman, W. (2007a). "Design and Management of Artificial Reefs for Fisheries". Zaragoza, Spain.
- Seaman, W. (2007b). "Artificial habitats and the restoration of degraded marine ecosystems." Hydrobiologia 580: 143-155.
- Seaman, W., L. M. Sprague (1991). "Artificial habitats for marine and freshwater fisheries." J. a. L. M. S. Edited by William Seaman, Published by Academic Press: 285 p.
- Seaman, W., L. M. Sprague (2000). "Artificial Reef Evaluation with Application to Natural Marine Habitats". New York, U.S.A, W. S. Jr., CRC Press: 246p.
- Seaman, W. (2002). "Unifying trends and opportunities in global artificial reef research, including evaluation." ICES Journal of Marine Science 59(S14–S16): 14-16.
- Sheehy, D. J. (1982). "Japanese artificial reef technology", Technical report 604, United States NOAA / National Marine Fisheries Service / Aquabio, inc; 380p.
- Simard, F. (1985). "La technologie de la pêche miraculeuse". Sciences et Avenir. 461: 40-47.
- Simard, F. (1989). "Japon : la pêche côtière". Equinoxe, le magazine des ressources vivantes de la mer. 27: 25-33.
- Simard, F. (1990). "Pêche côtière et gestion des ressources". France Japon Eco. 44: 15-21.
- Simard, F. (1991). "Symposium on artificial reefs and FAD, as tool for the management and enhancement of marine fishery resources". Colombo, Sri Lanka, FAO. 314-339.
- Simard, F. (1995). "Réflexions sur les récifs artificiels au Japon." Biologia marina mediterranea 2(1): 99-109.
- Simard, F. (1996). "Socio-economic aspects of artificial reefs in Japan". Proceeding of the first EARRN Conference, Ancona, Italy.
- Simard, F. (2007). "Définition littérale du terme japonais de récif artificiel". Tokyo, Japon.
- Société Franco Japonaise d'Océanographie (2000). "Audit national au sujet de l'efficacité des récifs artificiels, réalisé par le MAFF". Bulletin de la SFJO.
- Sommet de la terre (1992). Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, 3-14 juin 1992. Disponible sur le site www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm.
- Sommet mondial de l'écotourisme (2002). "Sommet mondial de l'écotourisme : rapport final". Sommet mondial de l'écotourisme, Québec, Canada.
- Takagi, N., T. Hasuo, T. Hanai, K. Kimura (2001). "Development of Large-scale High-rise Artificial Reef and Its Practical Application." Fisheries Engineering Research Subcommittee, Japan Society of Agricultural Engineering, Tokyo 38(2): 139 - 144.
- Takeuchi, T. (2006). Fishing reef technology in Japan. N.R.I.F.E. Chôshi, F.R.A, 12p.

- Tanguy, H. (2006). "Les Pêches maritimes françaises : entre le défi du marché et le défi de l'aménagement du territoire", Rapport au premier ministre. 83p.
- Taquet, M. (2005). "Le comportement agrégatif de la dorade coryphène (*Coryphaena hippurus*) autour des objets flottants". Thèse de Doctorat, Université Paris VI. 168 p., 35 figs, 11 tabs, 202 réfs.
- Tessier, E. (2005). "Dynamique des peuplements ichtyologiques associés aux récifs artificiels à l'île de la Réunion (Ouest de l'océan Indien) - Implication dans la gestion des pêcheries côtières". Ecologie marine. Université de la Réunion, U.F.R. sciences et technologies. 240p.
- Thierry, J. M. (1988). "Artificial reef in Japan a general outline." *Aquacultural Engineering*. 7: 321-348.
- Troadec, J. P. (1985). "Aménagement des pêches et cultures marines en zones littorales : perspectives et axes de recherche". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.
- U.N.E.S.C.O (2001). "Commission Océanographique Intergouvernementale", disponible sur le site <http://ioc-unesco.org/>.
- Underwood, A. J. (1994). "On Beyond BACI: Sampling Designs that Might Reliably Detect Environmental Disturbances." *Ecological Applications* 4(1): 3-15.
- Veron, G. (2007). "Groupe de travail Récifs Artificiels et REpeuplement". Réunion de travail, IFREMER, mai 2007 à décembre 2007, Issy-les-Moulineaux et Nantes.
- Veyret, Y. (1999). "Géo-environnement". Paris, SEDES édit., coll. Campus, Géographie, 160 p.
- Veyret, Y. (2004). "Géo-environnement". Paris, Armand Colin. Coll. Campus. Géographie, 186 p.
- Veyret, Y. (2005). "Le développement durable : approches plurielles", Collection « Initial », Hatier: 288p.
- Wahle, R. A., R. S. Steneck (1992). "Habitat restrictions in early benthic life : experiments on habitat selection and in situ predation with the American lobster." *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 157: 91-114.
- Wells, S., C. Ravilious, E. Corcoran (2006). "Shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs". Cambridge, United nations environment programme world conservation monitoring (UNEP-WCMC) - ICRAN - IUCN. 36p.
- White, A. T., C. M. Loke, M. W. R. N. De Silva, F. Y. Guarin (1990). "Artificial reefs for marine habitat enhancement in Southeast Asia." *ICLARM Education Series* 11: 45p.
- Whitmarsh, D., H. Pickering, (1997). "Commercial exploitation of artificial reefs: economic opportunities and management imperatives." *CEMARE Research Paper* 115: 19p.
- Wilson, E. O. (2007). "La biodiversité en équation". *Les dossiers de la recherche*. 28: 6-9.
- Wilson, J., C. W. Osenberg (2002). "Experimental and observational patterns of density-dependent settlement and survival in the marine fish *Gobiosoma*." *Oecologia* 130, N°2: 205-215.
- Wilson, K. D. P., A. Y. W. Leung (2001). "Role of Artificial Reefs in Marine Protected Areas". *Challenges of Nature Conservation in the Face of Development Pressure*, World Commission on Protected Areas (WCPA).
- Wilson, K. D. P., A. Y. W. Leung, R. Kennish (2002). "Restoration of Hong Kong fisheries through deployment of artificial reefs in marine protected areas." *ICES Journal of Marine Science* 59: S157-S163.
- Woillez, M. (2007). "Contributions géostatistiques à la biologie halieutique". ED n°398 : Géosciences et Ressources Naturelles. Paris, Ecole des Mines de Paris Spécialité " Géostatistique ". 184p.
- Wolanski, E., W. M. Hammer (1988). "Topographically controlled fronts in the ocean and their biological influence." *Science* 241: 177-181.
- Worm, B., E. B. Barbier, N. Beaumont, J. E. Duffy, C. Folke, B. S. Halpern, J. B. C. Jackson, H. K. Lotze, F. Micheli, S. R. Palumbi, E. Sala, K. A. Selkoe, J. J. Stachowicz, R. Watson (2006). "Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services." *Science* 314: 787-790.
- Worm, B., E. B. Barbier, N. Beaumont, J. E. Duffy, C. Folke, B. S. Halpern, J. B. C. Jackson, H. K. Lotze, F. Micheli, S. R. Palumbi, E. Sala, K. A. Selkoe, J. J. Stachowicz, R. Watson (2007). "Response to Comments on "Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services"." *Science* 316.: 1285.

Yamane, T. (1985). "A national scale fishing ground development by means of artificial reef placement in the sea and its socio-economic effects in Japan". Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille.

Zalmon, I., N. Ronaldo, P. Gomes, V. Faria (2002). "Experimental results of an artificial reef programme on the Brazilian coast of Rio de Janeiro." ICES Journal of Marine Science 59: S83-S87.

Valorisation, communications et publications réalisées durant cette thèse

Il est intéressant d'indiquer que notre thèse a d'ores et déjà trouvé une application sur le plan économique (valorisation par le biais de brevets). Nous espérons qu'il sera possible dans quelques années de faire une analyse critique des aménagements qui auront suivi notre méthodologie et des ouvrages d'arts immergés dans le cadre des brevets déposés (5 dépôts en propriété intellectuelle). Cette analyse serait d'autant plus intéressante qu'un certain nombre de projets pouvant produire de nouveaux brevets ou concepts ont été engagés pendant cette thèse.

Projets de recherche (directement initiés par la thèse)

1. ANR en soumission au 28 mai 2008, PRECODD « Becomar, béton écologique marin » leader et initiateur du projet S. Pioch / Egis Eau, partenaires : Armines (laboratoire CMGD école des mines d'Alès), CNRS-EPHE (laboratoire d'écologie marine, UPVD), Sté BUESA T.P. (entreprise de travaux publics maritimes), CNRS - MTE (UM 3) *déposé en avril 2008*
2. FEDER en soumission au 28 mai 2008, « REPHARE - micro-habitatsensemencés en juvéniles naturels » Egis Eau (S. Pioch) R&D collaborative, partenaires : CREUFOP (UM-2), CNRS-EPHE (laboratoire d'écologie marine), Sté Ecocean, *déposé en mai 2008*.
3. ITM *validé en cours* (INVESTISSEMENTS TECHNIQUES ET METHODOLOGIQUES) Groupe EGIS - Caisse des Dépôts et Consignation, « Outil d'aide à la décision pour la définition d'Eco-récifs » S. Pioch, ITM N° 618, 2006 et 2007.

Enfin, divers points de nos recherches ont fait l'objet d'articles particuliers dans le cadre de la valorisation de cette thèse.

Communications orales lors de colloques, congrès et conférences

Pioch S., Raynal J.C., Lasserre G. (2008) (*retenu*) « Les habitats artificiels, une composante évolutive de la stratégie de gestion intégrée des zones côtières » Colloque franco japonais d'océanographie ; Marseille, France, 7, 8, 9 septembre 2008.

Pioch, S. (2007) « Limiter la baisse irréversible des stocks côtiers exploités ? Les aménagements d'amélioration de la production halieutique au Japon ». 8e forum halieumétrique, Association Française d'Halieumétrie. La Rochelle, France, 19-20-21 juin 2007.

Pioch, S., Doumenge, J.P. (2006) « Définition de récifs artificiels à partir d'indicateurs écologiques et socio-économiques » Université de Bretagne Sud « Les environnements côtiers » Laboratoire d'Etudes et de modélisation des environnements littoraux (LEMEL), Vannes, Golfe du Morbihan, France, 6 et 7 septembre 2006.

Communications sous forme de posters lors de colloques

Pioch, S., Doumenge, J. P. (2008) (*retenu*) « Synthèse des immersions des récifs artificiels français depuis 1968 » Colloque franco japonais d'océanographie ; Marseille, France, 7, 8, 9 septembre 2008.

Pioch, S., Raynal, J.C., Doumenge, J. P. (2008) (*retenu*) « Aménagement des fonds côtiers japonais. Les récifs artificiels, un outil efficace pour pallier à la raréfaction tendancielle des ressources halieutiques » Festival International de Géographie Saint-Dié, 2008.

Pioch, S. (2006) « Aménagement en habitats artificiels adaptés, une méthodologie adaptée », 1906 - 2006, Un siècle de recherche marine en Europe, Congrès EFMS – UOF, Institut Océanographique de Paris, 13 au 15 septembre 2006.

Cours universitaires

Pioch, S. (2007) « Etude de cas : le Japon, un modèle de développement et de gestion des productions de pêche et aquaculture par l'aménagement de la bande côtière et les repeuplements », semaine Paris-Tech : L'aquaculture : nouvel enjeu mondial pour l'approvisionnement en produits aquatiques, Agro Paris-Tech, Paris, 19 novembre 2007.

Pioch, S. (2007) « L'aménagement intégré des fonds marins : principes, applications », Master 2, Gestion Littoral et Maritime, USTL, UM2, sous la direction de S. Pistre.

Pioch, S. (2007) « Les études réglementaires relatives aux aménagements côtiers », 3^e année Science et technique de l'eau, polytech'Montpellier (ISIM), UM2, sous la direction de M. Herran.

Pioch, S. (2006) « Outils de gestion des ressources marines », Master 2, Gestion Littoral et Maritime, USTL, UM2, sous la direction de S. Pistre.

Rapports d'études

Pioch, S., Michel, P. (2008) « Conception d'éco-habitats comme mesure compensatoire et d'intégration écologique d'un projet d'île artificielle », EGIS EAU / BOUYGUES / MDCD / Foster architecture / Desvignes, 48p.

Pioch, S., Gausset, M. (2008) « Maitrise d'œuvre complète pose de récifs artificiels », EGIS EAU, commune d'Agde, 55p.

Pioch, S., Michel, P. (2008) « Mise en place d'habitats artificiels pour la pêche locale et la biodiversité marine, *Port of Praia expansion and modernisation plan (SANTIAGO ISLAND, CAPO VERDE)* », EGIS EAU, 11p.

Pioch, S. (2008) « Description d'une solution technique innovante de récifs artificiels supports conchylicoles développés au Japon » EGIS EAU, ALR 40, 34p..

Pioch, S. (2007) « Note sur l'aménagement de récifs artificiels pour la pêche associés aux éoliennes » EGIS EAU, La compagnie du vent, 53p.

Pioch, S., B. Pary (2007). « Etude de faisabilité pour la création d'un site de récifs artificiels pour la pêche côtière et la chasse sous marine en apnée à Saint-Leu », Ile de la Réunion, France. Montpellier, Egis Eau / commune de Saint-Leu. 219p.

Pioch, S., (2007) « Récifs Artificiels et Repeuplement au Japon ». Mission de Janvier – Mars 2007 UPV lab. GESTER / IFREMER / EGIS EAU; Montpellier, 132p.

Garidou, E., Pioch, S., Jouvenel, J. Y. (2007) « Etude pour la réhabilitation des récifs artificiels et l'identification des potentialités halieutiques de la baie de La Ciotat », Conseil général des bouches du Rhône, BCEOM, P2A développement, atlas cartographique de 11p. , 170p.

Lourié, S.M., Pioch, S., Lecaillon, G. (2006) «Opération pilote de collecte de post-larves de poissons Etude de faisabilité concernant l'intérêt socio-économique du repeuplement marin pour la pêche artisanale dans le département de l'Hérault », Conseil général de l'Hérault, Moana initiative, lab. GESTER, 29p.

Participation à des groupes de réflexion et d'expertise

Membre du groupe de travail au sujet des récifs artificiels d'Ifremer depuis mai 2007.

Représentant français du groupe de réflexion international EnviCom 16 – « Gestion des ports et des voies navigables pour l'habitat des poissons et des crustacés » au sein de l'AIPCN (Association Internationale des Ports et des Canaux de Navigation), depuis janvier 2007.

Membre de la Société Franco-Japonaise d'Océanographie, depuis décembre 2006.

Membre du groupe de réflexion d'aménagement du littoral et de la mer de la DIREN du Languedoc-Roussillon, depuis octobre 2006.

Vulgarisation scientifique

Pioch, S (2008) « Demain une mer sans poissons ? Une absence de gestion en France » Centre National de la Documentation Pédagogique, télédoc, (CNDP) disponible sur le site www.cndp.fr/tice/teledoc/. 4p.

Pioch, S. (2008) « Récifs pour poissons imaginés à Montpellier » Midi-Libre, Société, jeudi 17 avril

Pioch, S., Bontemps, S. (2008), « Gîte et couvert pour les poissons » Reportage au sujet des récifs artificiels réalisé au Japon pour l'émission de télévision Thalassa, France 3 et TV5 monde, 18 avril 2008.

Pioch, S. (2008), « Les récifs artificiels en Méditerranée » Semaine de l'Environnement, aquarium Mare-Nostrum, Montpellier, 10 mars 2008.

Pioch, S. (2007) « Le Marine Enhancement au Japon : la gestion pro-active des ressources » Centre de Ressource Halieutique Ifremer – IRD, Sète, Jeudi 24 mai 2007.

Pioch, S., Demarque, M. (2007) « Gestion pro active des ressources : aménagement des fonds marins en récifs artificiels, la méthodologie japonaise », Fête de la science 2007, Agropolis-Muséum, Montpellier.

Pioch, S. (2007) « les récifs artificiels outil de gestion des ressources », Réunion débat Conseil Général des Landes, association J. Mariac, Arcachon.

Pioch, S. (2007) Conférence scientifique d'Agropolis muséum, « L'aménagement côtier japonais », lab. GESTER (UM3) ; Agropolis muséum, Montpellier, 12 mai 2007.

Pioch, S. (2007) « *Overview on French artificial reef* », Conférence, franco-japonaise, Université de Shimonoseki, Japon, 29 janvier 2007.

Pioch, S. (2006) Conférence dans le cadre des journées « SYSCOLAG », organisée par la Région Languedoc Roussillon.

Pioch, S. (2006) « Les récifs artificiels, état des lieux en France, perspective et proposition d'une méthodologie » Fête de la science 2006, USTL UM 2, Montpellier.

Pioch, S. (2004) Conférence sur « les Récifs artificiels du Golfe d'Aigues-Mortes et les fonds environnants », organisée par la commission biologie de la Fédération Française d'Etudes et Sports Sous-Marins, La Grande Motte.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	7
PREMIERE PARTIE - ETAT SUR LA CONNAISSANCE DES RECIFS ARTIFICIELS : ACQUIS, POINTS EN DEBATS ET PROPOSITIONS POUR L'AMENAGEMENT DES ZONES COTIERES	11
1. DU CONCEPT DE « RECIF ARTIFICIEL » A VOCATION HALIEUTIQUE DANS UNE PERSPECTIVE D'AMENAGEMENT COTIER GLOBAL	12
1.1. Les concepts de référence de l'écologie et de l'aménagement à prendre à compte	12
1.1.1. La terminologie écologique et halieutique	12
1.1.2. La terminologie en géo-aménagement	14
1.1.3. La pêche artisanale côtière	16
1.2. Les concepts de récif et de « récif artificiel »	17
1.3. Les caractéristiques générales des récifs artificiels, essai de définition	17
1.4. Les grands objectifs des récifs artificiels dans le monde contemporain	19
1.4.1. Les récifs artificiels de production	21
1.4.2. Les récifs artificiels de protection	22
1.4.3. Les récifs artificiels récréatifs	23
1.5. Les éléments de construction des récifs artificiels	24
1.6. Le fonctionnement d'un récif artificiel	28
1.6.1. Le récif artificiel support de développement de la vie marine	28
1.6.2. Une bibliographie abondante justifiant de s'intéresser aux récifs à vocation halieutique	28
1.7. Les tentatives de mesure de la «productivité écologique» des récifs artificiels	29
1.7.1. Approche théorique de la « production » écologique	29
1.7.1.1. L'apport de la théorie des « carrés blancs »	30
1.7.1.2. La théorie de la « densité dépendance »	31
1.7.2. L'état de la connaissance en matière d'« attraction » ou de « production » des espèces sur les récifs artificiels	31
1.7.2.1. L'hypothèse de l'« attraction »	32
1.7.2.2. L'hypothèse de la « production »	33
1.7.3. Quelle perception peut-on retenir de la littérature existante ?	33
2. LES RECIFS ARTIFICIELS DANS L'AMENAGEMENT DES LITTORAUX, LA NOTION CLE « D'HABITAT »	35
2.1. Pour une vision globale de l'aménagement côtier	35
2.2. Pour une approche intégrée des récifs artificiels à vocation halieutique dans l'aménagement des zones côtières	37
2.2.1. Position de la France dans le débat au sujet des récifs artificiels à vocation halieutique	37
2.2.2. Intérêt de l'approche géo-systémique	38
2.3. Pour une stratégie de GIZC « revisitée »	38
2.3.1. Les outils et actions préconisées par la France pour la GIZC	41
2.3.2. Intérêts et limites de la démarche écosystémique dite « EAF » (<i>ecosystemic approach to fisheries</i>), dans le cadre de la GIZC	41

2.4.	De la nécessité d'aménager et de gérer pour pérenniser les écosystèmes et développer les ressources halieutiques	42
2.4.1.	La mer, victime de la tragédie des « biens communs »	42
2.4.2.	Une prise de conscience salutaire : préserver, gérer et développer	43
2.4.3.	Comment préserver les mers, les océans et les zones côtières?	43
2.5.	Du concept de « récif » à celui d'« habitat »	45
2.5.1.	Pourquoi l'« habitat » est-il l'un des facteurs clé de la biodiversité?	45
2.5.2.	Définition et fonction de l'habitat sous-marin	46
2.5.3.	Nécessité d'un changement conceptuel, par évolution de la notion de récif à celle d'habitat artificiel	47
DEUXIEME PARTIE – ANALYSE DES EXPERIENCES JAPONAISES, PORTUGAISES ET FRANÇAISES		49
1. DE L'INTERET D'UNE OBSERVATION COMPARATIVE A L'ECHELLE DU MONDE ET DE L'EUROPE		50
1.1.	La répartition contemporaine des habitats artificiels dans le monde et en France.	50
1.2.	La répartition des habitats artificiels en Europe	52
2. L'EXPERIENCE DES JAPONAIS		55
2.1.	Contexte de développement de la pêche et de l'utilisation des habitats artificiels	56
2.1.1.	La pêche : une valeur primordiale au niveau national	56
2.1.2.	Poids socio-économique du secteur pêche	57
2.1.3.	Un secteur clé : la pêche côtière	59
2.1.4.	La réglementation des pêches côtières	60
	2.1.4.1. Les licences, création de droit d'usage de la ressource	61
	2.1.4.2. Les droits de pêche	61
	2.1.4.3. Les coopératives	61
2.1.5.	L'encadrement administratif	62
2.2.	La gestion du secteur pêche	62
2.2.1.	Comment réussir la gestion durable des pêches au Japon ?	62
2.2.2.	La réalisation d'un plan national d'action pour la pêche	63
2.2.3.	Un réseau d'aide à la recherche et au développement	64
	2.2.3.1. La F.R.A (Fisheries Resarch Agency)	64
	2.2.3.2. La recherche universitaire	65
	2.2.3.3. Les centres préfectoraux (départementaux)	66
	2.2.3.4. Les entreprises privées	66
2.2.4.	Financements	66
	2.2.4.1. Budget du marine-ranching	66
2.2.5.	Les budgets 2006 et 2007	67
2.3.	Les habitats artificiels : historique, définition, filière	68
2.3.1.	Historique	68
2.3.2.	Définition	69
2.3.3.	La filière	70
	2.3.3.1. Le JIFIC, organisme clé pour l'aménagement des fonds marins	70
	2.3.3.2. La recherche	71
	2.3.3.3. Le secteur privé	71

2.3.4.	Les acteurs et leurs interactions	71
2.4.	La conception	72
2.4.1.	La gestion d'un aménagement dans une optique halieutique	73
2.4.2.	L'immersion d'habitats artificiels : une procédure désormais standardisée	75
	2.4.2.1. Validation des nouveaux modèles après essais	77
2.4.3.	Les dispositions technologiques	78
	2.4.3.1. Un principe de base, la relation entre l'espèce cible et l'habitat	78
	2.4.3.2. Diversité des modèles	78
2.5.	Efficacité et performances des habitats artificiels	79
2.5.1.	Efficacité écologique	79
	2.5.1.1. Développement d'espèces de fonds meubles	79
	2.5.1.2. Production primaire	79
	2.5.1.3. Part de la production halieutique imputable aux habitats artificiels	80
2.5.2.	Impacts économiques	81
	2.5.2.1. Audit national de l'impact économique des habitats artificiels réalisé par la FA	81
	2.5.2.2. Estimation de la durabilité économique	82
	2.5.2.3. Productivité des pêcheries	82
2.5.3.	Impacts sociaux	83
	2.5.3.1. Enquêtes relatives à l'amélioration de la qualité de vie des pêcheurs	83
	2.5.3.2. Enquêtes de perception de l'effet « habitat artificiel »	83
2.6.	Le repeuplement ou pacage marin : ensemercer la mer	84
2.6.1.	Définition du « saibai gyogyo » ou pacage marin	84
	2.6.1.1. Organisation	84
	2.6.1.2. Les espèces repeuplées	84
2.6.2.	Quelques résultats	85
2.6.3.	L'effort de responsabilisation des pêcheurs dans la gestion du repeuplement	86
2.7.	Bilan d'expérience sur le Japon	86
3.	L'EXEMPLE PORTUGAIS EN MATIERE DE GESTION DES RESSOURCES COTIERES AVEC DES HABITATS ARTIFICIELS	88
3.1.	Le contexte halieutique portugais	88
3.1.1.	La pêcherie portugaise	88
3.1.2.	Les débarquements	89
3.1.3.	Le développement du secteur	89
3.1.4.	L'organisation du secteur	90
3.2.	De la théorie à la pratique : le lancement d'un projet pilote de développement des ressources marines	91
3.2.1.	Un projet d'aménagement pilote pour le secteur de la pêche portugaise	91
	3.2.1.1. Un projet mené sur la base de l'approche japonaise	91
	3.2.1.2. Planification de l'aménagement	92
	3.2.1.3. Les étapes du projet d'aménagement	94
3.2.2.	Objectif principal : maintenir et développer la pêche durablement sur le plan écologique et économique	94
	3.2.2.1. Les pêcheurs, acteurs principaux du projet	95
3.2.3.	Le choix environnemental du site pilote : une opération complexe répondant à des critères variés	95
	3.2.3.1. Un site à fort potentiel halieutique naturel mais pauvre en habitat	96
	3.2.3.2. La pression de pêche	96
3.2.4.	Organisation spatiale du site	96

3.2.5.	Méthode d'évaluation de l'effet « habitat » sur la faune ichtyologique	98
3.3.	Impact des habitats artificiels portugais sur la gestion des zones côtières depuis quatorze ans	99
3.3.1.	Effets sur la structure socio-économique d'un territoire côtier	99
3.3.1.1.	<i>Enquêtes sur les effets environnementaux, sociaux et économiques</i>	100
3.3.1.2.	<i>Bilan socio-économique</i>	101
3.3.2.	Effets sur la pérennité des activités côtières de pêche : augmentation constante des champs de pêche et des débarquements	101
3.3.2.1.	<i>Structure des prises</i>	102
3.3.2.2.	<i>L'effet « habitat »</i>	102
3.3.3.	Un bilan positif pour un projet européen	102
4.	L'EXPERIENCE DES FRANÇAIS	104
4.1.	Les habitats artificiels à vocation halieutique français un <i>statu-quo</i> stratégique ?	104
4.2.	Etat des lieux du secteur français des pêches	104
4.3.	Le contexte français de réalisation des habitats artificiels	105
4.3.1.	Quelle politique d'aménagement nationale promouvoir ?	106
4.3.2.	Synthèse des immersions d'habitats artificiels mis en place en France	107
4.4.	Le projet d'immersion, éléments juridico-techniques	109
4.4.1.	Cadre technique	109
4.4.2.	Cadre Juridique et réglementaire français	110
4.4.2.1.	<i>Les obligations issues du droit international</i>	110
4.4.2.2.	<i>Installation d'habitats artificiels sur le DPM, quel titre domanial d'occupation ?</i>	111
4.4.2.3.	<i>Acquisition de droits « quasi-réels » sur la mer et responsabilisation</i>	115
4.4.2.4.	<i>Position de l'Etat français pour l'installation d'habitats artificiels</i>	115
4.4.2.5.	<i>Procédure réglementaire pour l'immersion d'habitats artificiels</i>	115
4.4.2.6.	<i>Code général de la propriété des personnes publiques</i>	119
4.4.2.7.	<i>Code de l'Environnement</i>	119
4.4.2.8.	<i>Conformité aux documents d'aménagement du territoire</i>	119
4.4.3.	Financement Européen des projets d'habitats artificiels : règlement d'application français, transposé du règlement Européen	120
4.4.3.1.	<i>Programme opérationnel 2007 – 2014 français de la Direction des Pêches Maritimes</i>	120
4.4.3.2.	<i>Politique européenne pour le soutien des projets d'habitats artificiels</i>	120
4.4.4.	Regard sur l'expérience en habitats artificiels français	121
4.4.5.	De nombreuses questions posées par les aménageurs	122
4.5.	Différences des démarches d'aménagement	123
4.5.1.	Japon	123
4.5.2.	Portugal	123
4.5.3.	France	123
4.5.4.	Comparaisons des systèmes de validation et de contrôle des projets d'aménagement entre le Japon le Portugal et la France, similitudes et divergences, points à remédier	124
TROISIEME PARTIE – APPLICATION D'UNE STRATEGIE DE GESTION INTEGREE DE LA BANDE COTIERE – ESSAI D'UNE METHODOLOGIE D'AMENAGEMENT EN HABITATS ARTIFICIELS		126
1. METHODOLOGIE D'AMENAGEMENT EN HABITATS ARTIFICIELS ADAPTES : DEMARCHE, OBJECTIF ET FINALITE		128

1.1.	Essai de Démarche méthodologique pour la définition d'habitats artificiels : Phases préliminaires, d'avant projet et de projet	129
1.2.	Etudes et enquêtes préliminaires : caractéristiques initiales du projet	131
1.2.1.	Les caractéristiques biophysiques	131
1.2.2.	Les caractéristiques socio-économiques	132
1.3.	L'avant projet définir les objectifs : où, comment, quoi ?	133
1.3.1.	Choix du site	133
1.3.2.	Choix de la planification et du volume	136
1.3.2.1.	<i>Comment organiser le plan d'aménagement ?</i>	137
1.3.2.1.1	Planification	139
1.3.2.1.2	Distances	140
1.3.2.2.	<i>Quel volume efficace ? Un choix adapté aux objectifs d'utilisation</i>	140
1.3.3.	Choix du type	141
1.3.3.1.	<i>Typologie des habitats artificiels adaptés aux espèces cibles</i>	142
1.3.3.1.1	Typologie des espèces cibles	143
1.3.3.1.2	Proposition de « fiche habitat » par espèce cible	146
1.3.3.1.3	Typologie des habitats artificiels	147
1.3.3.2.	<i>Essai de méthode d'aide à la sélection d'habitats artificiels</i>	149
1.3.3.3.	<i>Catalogue des habitats artificiels</i>	153
1.3.3.4.	<i>Modèles innovants</i>	154
1.4.	Outils de développement durable de l'aménagement français	156
1.4.1.	Quels outils de gestion? Consistance, effets, bilans	156
1.4.1.1.	<i>Le parc naturel marin (PNM)</i>	156
1.4.1.2.	<i>La réserve naturelle nationale (RNN)</i>	157
1.4.1.3.	<i>Le cantonnement de pêche</i>	158
1.4.1.4.	<i>La charte d'usage</i>	159
1.4.2.	Quels organismes de gestion? Approche comparative	160
1.4.2.1.	<i>L'association</i>	161
1.4.2.2.	<i>Le syndicat mixte</i>	162
1.4.2.3.	<i>Les comités de pêcheurs associés à la collectivité locale :</i>	163
1.5.	Validation du projet : l'analyse coût / bénéfice	166
1.5.1.	Exemples des coûts par m ³ des habitats artificiels au Japon, au Portugal et en France	166
1.5.2.	Estimation des principaux bénéfices monétaires escomptés : approche basée sur les habitats coralliens	167
1.5.2.1.	<i>Pêche artisanale côtière</i>	167
1.5.2.2.	<i>Plongée récréative</i>	168
1.5.2.3.	<i>Aquariophilie</i>	168
1.5.3.	Comment estimer la valeur monétaire d'un bien environnemental créé avec un aménagement d'HA ?	168
1.5.3.1.	<i>Services délivrés par un bien environnemental : simuler les bénéfices marchands</i>	169
1.5.3.2.	<i>Valeur d'usage</i>	169
1.5.3.3.	<i>Valeur d'existence : comment mesurer ce type de valeur ?</i>	172
1.5.3.4.	<i>Comment intégrer ces valeurs ?</i>	173
1.6.	Une méthodologie répondant aux étapes de la loi cadre des maitrises d'ouvrages publiques (loi MOP)	174
2.	APPLICATION DE LA METHODOLOGIE : LE CAS D'ETUDE DE SAINT-LEU A L'ILE DE LA REUNION	175

2.1.	Un territoire à haute valeur écologique et halieutique, sujet de conflits pour l'accès aux ressources	176
2.1.1.	Appel d'offre, l'attente officielle	176
2.1.2.	Un conflit spatial en attente de solution consensuelle	177
2.1.3.	Reformulation des objectifs	179
2.1.3.1.	<i>Objectifs initiaux : créer des habitats pour les espèces cibles de la pêche</i>	179
2.1.3.2.	<i>S'intégrer dans un schéma d'aménagement régional</i>	180
2.1.3.3.	<i>Compléter les réserves de pêche créées par le Parc Marin de la Réunion</i>	180
2.1.3.4.	<i>Participer au renouvellement de l'écosystème marin réunionnais</i>	180
2.2.	Matériel et méthode	180
2.2.1.	Identification du contexte socio-économique local	182
2.2.2.	Identification des paramètres physico-chimiques	183
2.2.3.	Identification des paramètres biologiques	183
2.3.	Résultats	184
2.3.1.	Synthèse des paramètres socio-économiques	184
2.3.2.	Synthèse des paramètres physico-océaniques	189
2.3.3.	Synthèse des paramètres biologiques	194
2.3.4.	Expertise du site optimal d'aménagement : utilisation d'un SIG	195
2.3.5.	Expertise de la planification, du volume et du type d'habitats artificiels optimaux	198
2.3.5.1.	<i>Volume et plan d'aménagement adaptés aux espèces cibles</i>	198
2.3.5.2.	<i>Les types d'espèces cibles : A et B</i>	200
2.3.5.3.	<i>Les catégories d'habitats artificiels : 1 et 2</i>	201
2.4.	Proposition de solutions pour une gestion durable adaptée au site	203
2.4.1.	Régulation spatiale <i>in situ</i>	204
2.4.1.1.	<i>Gestion structurelle</i>	204
2.4.1.2.	<i>Gestion sur le plan vertical</i>	205
2.4.2.	Régulation temporelle	206
2.4.2.1.	<i>Organisation des accès pour la pêche professionnelle</i>	206
2.4.2.2.	<i>Organisation des accès pour la pêche professionnelle et amateurs</i>	206
2.4.2.3.	<i>Principe de précaution biologique</i>	206
2.4.3.	Régulation sociale : la charte d'usage de l'utilisateur à l'acteur gestionnaire	206
2.4.3.1.	<i>Objectifs</i>	207
2.4.3.2.	<i>Un contrat passé avec les usagers</i>	207
2.4.3.3.	<i>Contenu</i>	207
2.4.3.4.	<i>Le contrôle interne</i>	210
2.4.3.5.	<i>Le contrôle externe</i>	210
2.4.4.	Emergence d'une nouvelle conscience côtière : s'approprier pour mieux gérer, les unités de gestion territoriales	211
	CONCLUSION	214
	1. CONTRIBUTION A LA MISE EN ŒUVRE D'UNE METHODOLOGIE D'AMENAGEMENT DES FONDS MARINS	215
1.1.	Quelles sont les réponses apportées aux problématiques de nos recherches ?	215
1.1.1.	Les habitats artificiels une composante évolutive de la stratégie de gestion intégrée des zones côtières	215
1.1.2.	Les habitats artificiels : des ouvrages utiles aux espèces cibles, aux pêcheurs et à la valorisation des fonds côtiers	216

1.2. Vers la mise en œuvre d'un processus d'aménagement intégré : les perspectives d'application de notre thèse	217
2. LES PERSPECTIVES DE RECHERCHE A PRENDRE EN COMPTE POUR LA GESTION INTEGREE DES ZONES COTIERES	219
2.1. Vers des « habitats éco-intégrés »	219
2.1.1. Les matériaux biogènes : des perspectives prometteuses :	219
2.1.2. Des paysages sous-marins à revaloriser	219
2.2. Vers la réalisation d'habitats artificiels « multi-usages »	221
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	223

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le géo-système : la nature dans l'appropriation de l'espace (Veyret 2004).	16
Figure 2 : Illustration de la diversité des différents types de RA (extrait de Seaman et Sprague 1991)	21
Figure 3 : Principe d'utilisation des RA de lutte contre le braconnage de chaluts illégaux dans les zones côtières destinées à la pêche artisanale (e.g. en Catalogne extrait du quotidien « <i>El Pais</i> », Espagne, 2003)	23
Figure 4 : La théorie des « carrés blancs » : la pyramide écologique déformée. Les carrés blancs de cette figure correspondent à la capacité biogénique non exploitée qui peut être compensée par la mariculture extensive ou « <i>marine-ranching</i> » (d'après Masuda et Tsukamoto 1998).	30
Figure 5 : Représentation schématique de la production de poissons en fonction de la taille du RA du point de vue (a) de l'hypothèse d'attraction (b) de l'hypothèse de production (d'après Osenberg <i>et al.</i> 2002)	32
Figure 6 : Effets liés aux différentes hypothèses d'attraction et de production de biomasse des RA, (Santos 1997 adapté de Polovina 1991)	33
Figure 7 : Evolution théorique des fonctions d'attraction puis de production d'un RA (adapté de Powers 2003).	34
Figure 9 : Facteurs d'extinction des espèces depuis 1600 (adapté de Baillie et Groombridge 1996).	45
Figure 10 : Perturbations dues aux activités humaines sur la dynamique des écosystèmes côtiers (d'après Cury (2003) adapté de Jackson <i>et al.</i> 2001).	46
Figure 11 : Publications par pays au sujet d'aménagement en récifs artificiels (Baine 2001).	51
Figure 12 : Principales zones aménagées en HA en Europe en 2000 (<i>in</i> Jensen <i>et al.</i> 2000)	53
Figure 13 : Taux d'autosuffisance apporté par la pêche. (Sources : MAFF et FAO 2007)	57
Figure 14 : Organisation professionnelle de la pêche au Japon (M.A.F.F 2007)	58
Figure 15 : Captures par type de pêcherie, (<i>in Visual fisheries.</i> (Fishery Agency 2008).	60
Figure 16 : Organisation de la FRA, source www.fra.affrc.go.jp ; avril 2006	65
Figure 17 : Carte des 49 implantations nationales du FRA, source www.fra.affrc.go.jp ; avril 2006.	65
Figure 18 : Budget de l'amélioration des zones de pêche 2006 et 2007 (« <i>Fishing ground</i> », disponible sur le site http://www.gyokou.or.jp/19seifuan.htm)	68
Figure 19 : Les 3 fonctions définissant le concept de récif artificiel au Japon (d'après Pioch (2007)).	70
Figure 20 : Les organismes et leur relation dans le processus de définition d'un projet aménagement en HA au Japon, d'après (Kakimoto <i>et al.</i> 1995)	72
Figure 21 : Etapes de la conception du projet d'aménagement en HA au Japon (Akeda 2007).	73
Figure 22 : Organisation structurelle et planification des types d'HA fonction d'objectifs de gestion pré-établis : Adultes (pêchés) = 154 HA de type A, 536 HA de type B 404 HA de type C et pour le renouvellement en Juvéniles (protégé) = 86 HA de type D au cœur de l'aménagement (JIFIC 2004).	74
Figure 23 : Processus décisionnel pour l'installation de HA artificiels, (traduction Koike et Pioch, source Agence des pêches, 2007).	76
Figure 24 : Production des proies sur un habitat en métal (extrait de Fisheries Science, d'après Komai et Itosu 2002)	80
Figure 25 : Pourcentage des prises réalisées sur une zone aménagée par rapport à la totalité du territoire de pêche sur un aménagement en HA communal de pêche, extrait de Kakimoto (2004).	81
Figure 26 : Sélection des espèces cibles pour le repeuplement (MAFF 2007)	85
Figure 27 : Les étapes du repeuplement en saumon au Japon, de la capture des adultes à l'entrée des fleuves, à l'élevage en éclosion à terre, jusqu'au réensemencement en mer des juvéniles avant un nouveau cycle quadriannuel, source www.salmon.affrc.go.jp/zousyoku/	86

Figure 28 : Pêche de capture au Portugal (source : statistique des pêches de la FAO (F.A.O 2008))	89
Figure 29 : Schéma de la gouvernance portugaise des pêches (FAO 2006)	90
Figure 30 : Modules japonais fabriqués et immergés en Languedoc-Roussillon (Pioch 2004)	91
Figure 31 : Site pilote d'habitats artificiels de Faro (1990), Algarve, Sud du Portugal (Santos et Monteiro 1997)	92
Figure 32 : Trois différents types de récifs artificiels et leurs sites d'implantation (Santos 2007).	93
Figure 33 : Zones de développement économique régional aménagées en habitats artificiels (Santos 2007)	93
Figure 34 : Les phases d'aménagement en HA de la bande côtière de l'Algarve, d'un essai réussi, le « projet pilote » à un réseau de sites exploités par les pêcheries locales (Ramos 2007).	94
Figure 35 : Principe d'organisation spatiale des unités et du groupe d'habitats artificiels (Santos 2007)	97
Figure 36 : Techniques de pêche employées sur les sites exploités (Santos 2007)	98
Figure 37 : Localisation des zones aménagées (du site à la région) en HA en France métropolitaine et des projets déposés au 1 ^{er} janvier 2007, adapté de Pary (2004)	106
Figure 38 : Cadre juridique et réglementaire et procédures d'immersions (adapté de Heyraud 2007)	117
Figure 39 : Contexte dans lequel s'inscrit l'aménagement en HA par l'analyse du géo-système (i.e. géo socio-systémique) côtier dans la relation nature et société.	129
Figure 40 : Démarche méthodologique globale pour la définition d'un projet d'aménagement en HA (adapté du J.I.F.I.C (2004).	130
Figure 41 : Exemple de superposition des couches de données et réalité des objets géométriques (Denegre et Salge 2004)	136
Figure 42 : Organisation des 4 catégories hiérarchiques d'un plan d'aménagement en HA (Pioch adapté de (Takeuchi 2006)	138
Figure 43 : Applications de la théorie dynamique des peuplements insulaires à l'évaluation de la surface et de la disposition d'un réseau d'HA, afin de favoriser la conservation des écosystèmes (adapté de Ramade 2005).	139
Figure 44 : Types d'espèces cibles fonction de leur relation avec l'habitat A, B* ou C (d'après Ogawa 1982a et Nakamura 1985 adapté par Okubo et Kakimoto 1991).	145
Figure 45 : Typologie séparant les poissons plats type IV du type B (Kakimoto 2004).	145
Figure 46 : Objectif et fonctions nécessaires pour définir un habitat artificiel, (adapté et traduit du japonais par Simard et Pioch d'après Nakano 2007).	148
Figure 47 : Différentes formes d'HA utilisés en 2006, la forme 1 s'apparente à l'amas de pierres (NRIFE, extrait de « Fishing reef technology in Japan » Takagi et Takeuchi, présentation pour IFREMER, 1 ^{er} février 2006 au Chôshi, Japon).	149
Figure 48 : Illustration de quelques morphologies représentatives des 3 catégories de récifs, en lien avec les 3 types d'espèces cibles (photos Pioch et Nyssioukyou).	152
Figure 49 : Schéma de principe et des fonctions des HA à « up-welling » extrait de (Ashcrete Corporation 2007).	154
Figure 50 : Schéma de principe d'un système de pompe pour créer un « up-welling » ponctuel (Ouchi <i>et al.</i> 2005).	155
Figure 51 : Proposition d'un organisme de gestion constitué d'une collectivité territoriale et des usagers concernés (pêcheurs professionnels), pour les projets d'HA ; réseaux d'acteurs, unités d'actions.	164
Figure 52 : Réseaux relatifs à la création d'HA couplés à la création du parc marin de la Réunion sur la commune de Saint-Leu (AMP) (adapté de Cadoret 2007)	178
Figure 53 : Localisation du site d'étude commune de Saint-Leu et du parc marin de la Réunion, Département de la Réunion	182

Figure 54 : Zonage et niveau de réglementation du Parc Marin de la Réunion	188
Figure 55 : Zones de pêche (palangrotte et à la chasse sous marine) et zones de concentration des espèces cibles (Michel <i>et al.</i> 1995).	189
Figure 56 : Paramètres climatologiques du département de la Réunion	191
Figure 57 : Régimes des courants et des houles, la Réunion	192
Figure 58 : Bathymétrie au droit de la commune de Saint-Leu	193
Figure 59 : Les mérours, espèce cible principale des pêcheurs à la palangrotte et en apnée de la zone de Saint-Leu (Taquet 2005)	194
Figure 60 : Sites potentiels identifiés en fonction des paramètres socio-économiques, biologiques et physico-océaniques	197
Figure 61 : Carte des zones côtières de pêche, indiquant les zones de concentration et les corridors biologiques de déplacement des espèces cibles.	199
Figure 62 : Représentation schématique du principe d'organisation spatial général des HA préconisés pour la commune de Saint-Leu.	200
Figure 63 : Exemples de morphologies adaptées au site de Saint-Leu, d'après le catalogue et la typologie proposés	203
Figure 64 : Principe d'un HA « chicane », le poisson est caché et devient inaccessible pour les pêcheurs (Charbonnel 2007)	205
Figure 65 : Principe de gestion par la profondeur de pose des HA (Pioch et Pary 2007)	205
Figure 66 : Eco-mimétisme visuel et fonctionnel d'un habitat à corail rouge, dessin Feron Brevet Egis Eau (Pioch et Michel 2008).	221
Figure 67 : Extrait d'une demande de subvention de la coopérative de pêche au maire de Tateyama, M Tsujita en 2001 (traduction Pioch et Koike).	257
Figure 68 : Processus d'autorisation de nouveaux HA artificiels dans le cas d'un projet confié à une compagnie privée (traduction Y. Koike, source : Fisheries Research Agency (2008)).	258

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Objectifs principaux et fonctions recherchées par l'installation de RA (adapté de Claudet 2005).	20
Tableau 2 : Liste des différents matériaux utilisés comme RA. Les abréviations désignent dans l'ordre relatif d'importance les principales utilisations des structures : A pêche artisanale ; C pêche commerciale ; E expérimental ; H essai de création d'habitat ; M mesure compensatoire ; R récréatif (adapté par Pioch, d'après Seaman et Sprague 1991)	25
Tableau 3 : Synthèse des avantages et des inconvénients des principaux matériaux utilisés pour la réalisation de RA (adapté de Bell <i>et al.</i> 1997).	26
Tableau 4 : Enquête de perception de l'effet des RA auprès des pêcheurs artisanaux côtiers du Languedoc Roussillon, d'après Ducloy (2006).	38
Tableau 5 : Objectifs et localisation des HA utilisés dans le monde (adapté de Seaman 1991)	51
Tableau 6 : Synthèse des principales réalisations d'aménagement en HA dans le monde d'après (Lacroix <i>et al.</i> 2002).	52
Tableau 7 : Finances publiques - Dépenses publiques et aides - Concours publics à la pêche, source disponible sur www.OCDE.org 2006	59
Tableau 8 : Volume de la production halieutique et aquacole japonaise en 2004 (Fisheries Research Agency 2008)	60
Tableau 9 : Budget des plans alloués au développement des zones de pêche côtière (sources N.R.I.F.E 2007 et Simard 1995).	67
Tableau 10 : Unités d'aménagements en HA fonction des types de ressources, des objectifs et du rayon d'exploitation des usagers (Pioch 2007a).	77
Tableau 11 : Résultats de l'enquête du professeur Chii (traduction Simard 1989)	83
Tableau 12 : Comparaison entre récif artificiel et récif naturel (Santos et Monteiro 2007)	102
Tableau 13 : Synthèse quantitative des zones, des sites et des volumes d'HA (hors épaves) immergés en France (Adapté et complété de Barnabé <i>et al.</i> 2000, Lacroix <i>et al.</i> 2002, Pary 2004 et com. pers. Charbonnel du Parc Marin de la Côte Bleue 2007).	109
Tableau 14 : Répartition des financements d'un projet d'aménagement en HA.	110
Tableau 15 : Les régimes juridiques applicables à l'immersion des HA	111
Tableau 16 : Régimes juridiques pour l'implantation de HA sur le Domaine Public Maritime (DPM)	113
Tableau 17 : Etapes simplifiées du projet d'aménagement en HA, comparaison entre le Japon, le Portugal et la France.	124
Tableau 18 : Aide au choix du site	135
Tableau 19 : Aide au choix du volume	137
Tableau 20 : Exemple de distances et de propositions de dispositions des HA en fonction des techniques de pêche.	140
Tableau 21 : Aide au choix du type	142
Tableau 22 : Classement des espèces côtières cibles de la pêche et des HA fonction de leur groupe éthologique et de leurs habitats naturels (adapté de Kakimoto 2004).	144
Tableau 23 : Proposition de fiche identifiant les composantes écologiques des espèces cibles (avec la collaboration de Béraez du Museum National d'Histoire Naturelle, adapté de J.I.F.I.C 2004 d'après Kakimoto 2004).	147
Tableau 24 : Relation entre les 3 types d'espèces cibles et les 3 catégories d'HA (adapté de Kakimoto 2004).	150
Tableau 25 : Synthèse des morphologies d'HA en relation avec le comportement relatif à l'habitat des différents types d'espèces cibles (adapté de Kakimoto 2004 et Takeuchi 2006).	151
Tableau 26 : Extrait du catalogue d'habitats artificiels à vocation halieutique.	153

Tableau 27 : Bilan des avantages et inconvénients des parcs marins	157
Tableau 28 : Bilan des avantages et inconvénients des RNN	158
Tableau 29 : Bilan des avantages et inconvénients des cantonnements de pêche	159
Tableau 30 : Bilan des avantages et inconvénients des associations.	162
Tableau 31 : Bilan des avantages et inconvénients des syndicats mixtes.	162
Tableau 32 : Bilan des avantages et inconvénients d'une gestion Commune / pêcheurs professionnels.	164
Tableau 33 : Services rendus par les écosystèmes et fonctions évaluées dans l'étude de Constanza <i>et al.</i> (1997).	171
Tableau 34 : Valeur halieutique d'une lagune pour quelques espèces couramment pêchées (d'après Barbier <i>et al.</i> 1997)	171
Tableau 35. : Quelques valeurs traduisant la fonction récréative des milieux naturels (Laurans et Dubien 1996).	172
Tableau 36 : Entretiens avec les acteurs locaux et institutionnels impliqués, sur la commune de Saint-Leu et sur le département de la Réunion	185
Tableau 37 : Fiche de synthèse au sujet de la pêche locale à la palangrotte	186
Tableau 38 : Fiche de synthèse sur l'activité de pêche sous-marine en apnée	187
Tableau 39 : Synthèse des contraintes permettant d'identifier le site optimal d'aménagement	196
Tableau 40 : Espèces cibles de la pêche à la palangrotte et en apnée de Saint-Leu.	200
Tableau 41 : Deux catégories 1 et 2 d'habitats artificiels adaptés aux paramètres et objectifs locaux.	201
Tableau 42 : Synthèse des catégories d'HA préconisés pour la commune de Saint-Leu	202
Tableau 43 : Proposition des éléments d'une charte d'usage (Pioch et Pary 2007)	209
Tableau 44 : Mesures optionnelles de la charte d'usage (Pioch et Pary 2007)	210
Tableau 45 : Caractéristiques des aménagements en HA de Tateyama de 2001.	257

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Illustration des premiers types de récifs de pêche japonais, constitués de tas de galets disposés artificiellement sur le fond (photomontage Feron 2008, photo M. Foulquié)	18
Photo 2 : Photomontage illustrant les premiers types de récifs de pêche japonais, barque de pêche immergée remplie de pierres, disposée artificiellement sur le fond (photomontage J. L. Feron 2008, photo M. Foulquié).....	18
Photo 3 : Exemple de RA à vocation halieutique (Photo Leung)	22
Photo 4 : Deux types de RA de protection disposés en Espagne (Lacroix <i>et al.</i> 2002).	22
Photo 5 : RA dédiés à la plongée récréative immergés en 2007, à Elat, (Israël), et Al 'Aqabah, (Jordanie) ; photo Eran Brokovich	24
Photo 6 : Modules dédiés à la protection et à l'accueil de juvéniles (photos IPIMAR)	96
Photo 7 : Modules d'exploitation (photos IPIMAR).....	97
Photo 8 : Activités nouvelles créées avec l'immersion d'habitats artificiels sur des fonds sableux peu valorisés (Santos 2007).....	100
Photo 9 : HA pour algues marines, destiné aux petits fonds côtiers et aux fortes conditions hydrodynamiques (GRA II présenté lors de la réunion du J.I.F.I.C 2007)	155
Photo 10 : Espèces cibles de la pêche « rouges » et colonisatrices des HA réunionnais (photos de Tessier 2005).....	195

CONFIDENTIEL

Annexe 1 : Extrait d'une demande de subvention pour la réalisation d'habitats artificiels au Japon, prefecture de Chiba, Commune de Tateyama.

A titre d'exemple, en 2001, sur la commune de Tateyama (préfecture de Chiba, Japon), les pêcheurs ont souhaité réaliser des habitats artificiels favorisant des espèces cibles benthiques à forte valeur ajoutée (langoustes et ormeaux). Ces aménagements ont été implantés à proximité du port (100 m de distance). Les études préliminaires, la conception et le suivi ont été réalisés par la TUMSAT, avec la participation des pêcheurs locaux.

Voici un extrait du projet en phase définitive. La demande d'aide est d'un montant de 125 000 € pour l'aménagement de 60 HA de type benthique pour des espèces benthiques exploitées au niveau local (Gyoren communal). Pour la coopérative, le représentant est son président M Ebihara, car son territoire d'exploitation est contenu dans la commune de Tateyama.

Le tableau suivant regroupe les principales caractéristiques retenues pour l'aménagement :

Types d'espèces cibles	Echelle de déplacement	Objectif	Echelle de la coopérative de pêcheurs	Unité de gestion bénéficiaire de l'aménagement	Financements
- Espèces de fond : langoustes , ormeaux.	- Faible rayon	- Pêche : créer une nouvelle zone de pêche proche du port.	- Locale, Gyoren de la commune de Tateyama, 23 pêcheurs côtiers.	- Commune de Tateyama - pêcherie d'environ 20 pêcheurs côtiers dont 1/3 jeunes	-Commune 89 % -Pêcheurs 11 %

Tableau 45 : Caractéristiques des aménagements en HA de Tateyama de 2001.

La subvention a été demandée au maire de Tateyama, M Tsujita, en 2001 (traduction Y. Koike).

M. le Maire TSUJITA de Tateyama
館山市長 辻田 実 様

Add. Tateyama-shi, Hamada 148 館山市浜田148番地
Coopérative ASS. des pêcheurs 西柳漁業協同組合
Président. Isamu Ebihara 代表理事組合長 海老原 勇 毅 様

Pour l'amélioration d'organisation structure ?
平成13年沿岸漁業漁村振興構造改善事業を別紙のとおり実施しますので、
下記金額を交付くださるよう、館山市補助金等交付規則第3条により申請します。

de la pêches coabière, nous vous demandons
de subvention sous le règlement de la cité

記

1 交付申請額 18,666,000円也
Montant.




Figure 67 : Extrait d'une demande de subvention de la coopérative de pêche au maire de Tateyama, M Tsujita en 2001 (traduction Pioch et Koike).

CONFIDENTIEL

Annexe 2 : Processus d'autorisation de nouveaux HA artificiels dans le cas d'un projet confié à une compagnie privée

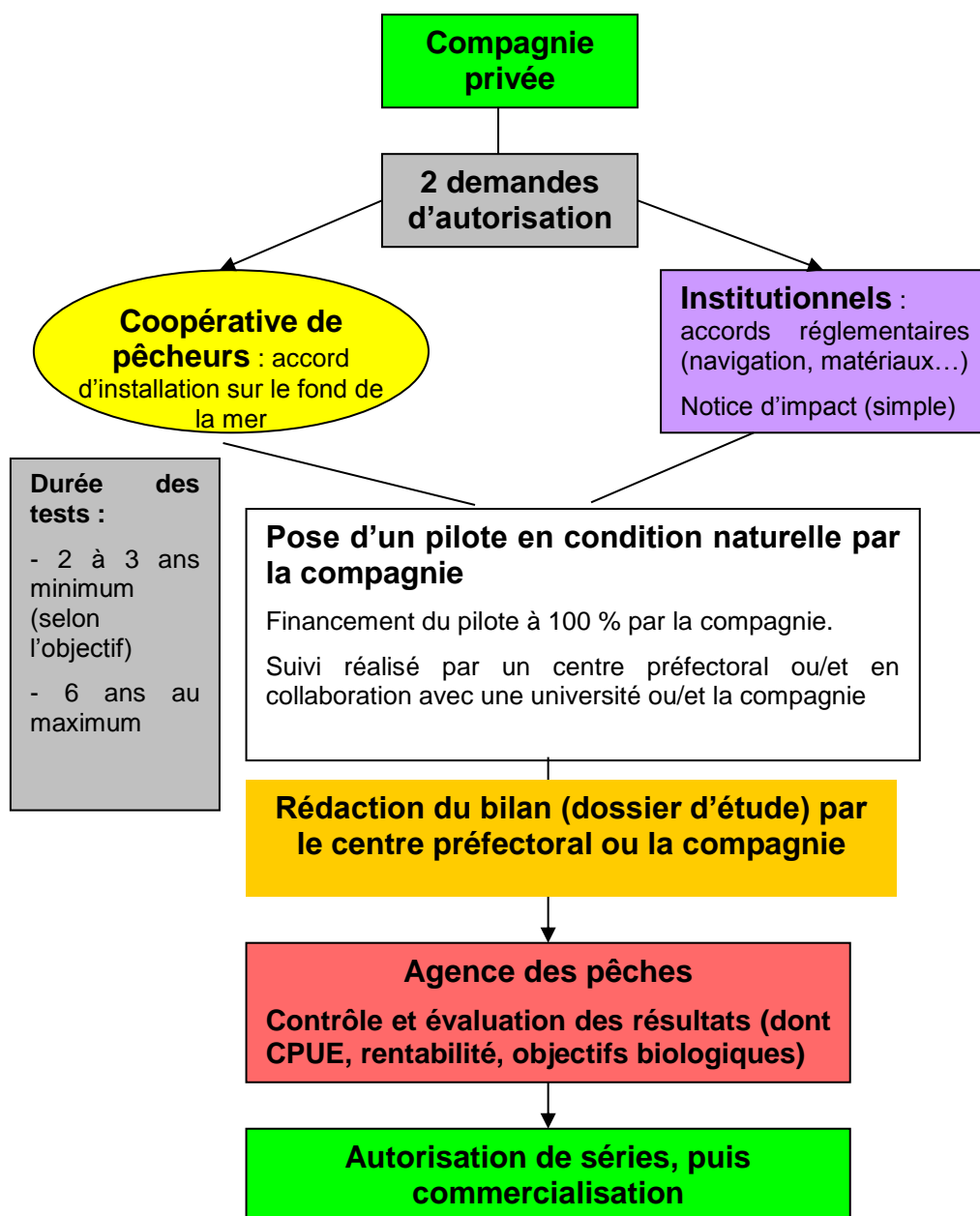


Figure 68 : Processus d'autorisation de nouveaux HA artificiels dans le cas d'un projet confié à une compagnie privée (traduction Y. Koike, source : Fisheries Research Agency (2008)).

CONFIDENTIEL

Annexe 3 : Faisabilité juridique de l'opération d'aménagement en HA

Consultation du Service Maritime de Seine Maritime, auprès de la Direction du Transport Maritime, des Ports et du Littoral (DTMPL),

Sous-direction du littoral et des activités nautiques ;

Bureau du littoral et du domaine public maritime (BLDPM).

Note juridique mise à jour suite à la parution du décret n° 2004-308 du 29 mars 2004 relatif aux concessions d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports, en réponse au Service Maritime de Seine Maritime.

Faisabilité juridique de l'opération d'aménagement en HA.

« Par courrier, accompagné d'un dossier complet (y compris des coupures de presse faisant état de projets à l'étude, en cours de réalisation ou réalisés dans le Languedoc-Roussillon, ou sur la Côte landaise), vous m'avez fait part pour avis, d'un projet d'immersion de HA au large de Grainval. Ce projet consisterait à immerger 660 tonnes de modules de béton, élaborés à partir de buses recyclées, sur un rectangle d'une superficie de l'ordre de 12 hectares. Il s'agit de blocs cubiques creux, de petite taille (1 m³), aisément déplaçables, dont les ouvertures seront adaptées aux frayères recherchées.

Vous m'interrogez sur le titre d'occupation domaniale adapté à ce projet et sur la nécessité ou non d'un permis immersion.

En préalable, l'instruction de ce projet dans le cadre de la procédure instituée par le décret n° 83-228 du 22 mars 1983 modifié fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines, envisagée par la direction départementale des affaires maritimes ne me semble pas appropriée. En effet, le ministre de l'agriculture et de la pêche, compétent pour la réglementation des autorisations d'exploitation de cultures marines, en réponse à une question du préfet de la région Côte d'Azur, Préfet des Bouches du Rhône, a été amené par lettre du 17 mars 2000, dont vous voudrez bien trouver ci-joint copie, à se prononcer sur cette question. Il ressort de ce courrier que le décret du 22 mars 1983 (article 19), ouvre la possibilité de délivrer aux comités des pêches maritimes (locaux ou régionaux) ou à des organismes scientifiques (privé ou public), des autorisations d'exploitation dont l'objet est la préservation de la ressource. Ces autorisations sont accordées dans un but expérimental de protection, de conservation, de régénération des fonds; les concessions sont dispensées du paiement de redevance domaniale. Il est à noter que seuls les organismes interprofessionnels créés par la loi du 2 mai 1991 (successeurs des organismes relevant de l'ordonnance du 14 août 1945) et les organismes scientifiques peuvent bénéficier d'autorisations expérimentales. Les personnes morales de droit public, autres que les organismes scientifiques relevant de ce statut, en sont exclues. En dehors de ces autorisations à but expérimental étroitement encadrées en raison de leur caractère dérogatoire, le régime du décret du 22 mars 1983 ne saurait être utilisé pour autoriser l'implantation de HA. Le champ d'application de ce décret est, en effet, clairement limité aux autorisations d'exploitation de cultures marines (article 1er).

Dans ces conditions, en ce qui concerne le titre domanial approprié, deux possibilités existent : soit le régime de l'AOT (CG3P art.7), soit le régime de la concession d'utilisation des dépendances du domaine public maritime maintenues dans ce domaine en dehors des ports (Décret n° 2004-308 du 29 mars 2004 relatif aux concessions d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports). Compte tenu de l'importance et de la longévité envisagée de l'ouvrage, les concessions d'utilisation du DPM qui peuvent être conclues pour une durée qui peut aller jusqu'à 30 ans, paraissent plus adaptées.

Néanmoins, il vous appartient de retenir l'une ou l'autre procédure, en fonction des éléments du projet définitif, de son intérêt général, et de son libre usage. Les conditions prévues à l'article 1er du décret n° 2004-308 du 29 mars 2004 relatif aux concessions d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports me paraissent en effet devoir être remplies dans un tel cas d'occupation du fond de la mer territorial, indépendamment de l'outil juridique choisi comme titre d'occupation domaniale (AOT ou concession).

La question de la remise en état des lieux par le pétitionnaire à l'expiration du titre d'occupation et des éventuelles garanties financières devra être abordée avec un soin tout particulier. Il est notamment indispensable que les constructions envisagées sur le fonds de la mer puissent être relevées à la demande, sans difficulté technique insurmontable, et à un coût économique raisonnable. Il n'est pas envisageable d'admettre au départ de l'opération que la remise en état des lieux au terme du titre ou pour tout autre motif que le gestionnaire du domaine public maritime jugerait approprié, ne puisse pas

CONFIDENTIEL

être exécuté pour des raisons notamment économiques et techniques. Ces clauses, qui devront être précisées dans le titre ou son cahier des charges, sont d'autant plus nécessaires que ce type de projets sur nos côtes revêt encore un caractère expérimental et qu'il convient de préserver les conditions d'un retour à l'état naturel au cas où l'expérience se révélerait non concluante, cette appréciation de l'enlèvement ou du maintien sur place étant renvoyée en fin de période d'occupation.

La réglementation applicable à l'opération de Grainval se pose également au regard de la Convention OSPAR (Convention de Paris de 1992, sur la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est, entrée en vigueur le 23 mars 1998), qui parallèlement à la pollution d'origine tellurique, traite de l'immersion, ainsi qu'au regard des dispositions du décret du 29 septembre 1982, pris pour l'application de la loi du 7 juillet 1976, dite loi " immersion ".

Le dépôt au fond de la mer de buses de béton recyclables ne semble pas constituer une immersion au sens de la Convention OSPAR si l'on tient compte de la définition de l'immersion que donne cette dernière. En effet, aux termes du (f) de l'article 1, on entend par immersion " tout déversement délibéré dans la zone maritime de déchets et autres matières ". De plus, selon le (g) de ce même article, ne constitue pas une immersion " le dépôt de matières à des fins autres que leur simple élimination ". Il résulte de ces indications, une définition de l'immersion axée sur la notion de " déchet ", notion que ne suggère en aucun cas les HA envisagés aux fins de production biologique au droit de Grainval.

La loi immersion est la transposition en droit interne de la convention d'Oslo (de 1972), aujourd'hui rendue caduque par l'entrée en vigueur de la convention OSPAR. Le sens général des dispositions de la loi et du décret reste néanmoins très proche de la convention OSPAR dans le sens où ces textes prohibent l'immersion de déchets, au sens large du terme, mais ne s'adressent pas aux matériaux de construction. Aussi, il ne sera donc pas nécessaire pour l'éventuel futur bénéficiaire de la concession de HA de présenter une demande de permis d'immersion, conformément aux dispositions du décret du 29 septembre 1982, pris pour l'application de la loi du 7 juillet 1976.

Il en serait, bien évidemment, tout autrement si les futurs HA devaient être constitués de matériaux dont on veuille avant tout se débarrasser, comme par exemple des carcasses de voitures, des ferrailles, etc.

Dans ce cas, l'appréciation de la faisabilité juridique de l'opération devrait être appréhendée au regard des dispositions de l'article 3 de l'annexe II " Immersions " de la Convention de Paris qui prohiberait, de fait, ce type d'immersion.

Ces différentes instructions sont bien entendu à appliquer sans préjudice du respect des autres réglementations ou législations existantes (loi sur l'eau, espèces protégées,...), ainsi que des mesures prises le cas échéant localement pour assurer la sécurité de la navigation maritime, et qui peuvent entraîner des contraintes quant à l'implantation, plus simplement quant au déroulement du chantier, à l'initiative du préfet maritime ».




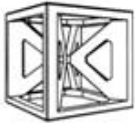






Direction du Transport Maritime, des Ports et du Littoral.

CONFIDENTIEL

Annexe 4 : Catalogue des habitats artificiels à vocation halieutique au Japon et en France

Ne sont reproduites ici que les images (photos) du catalogue comprenant les plans, les photos et les caractéristiques des HA présentés.


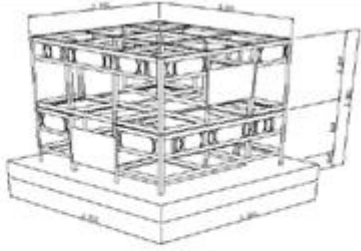

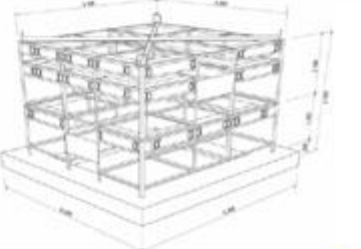

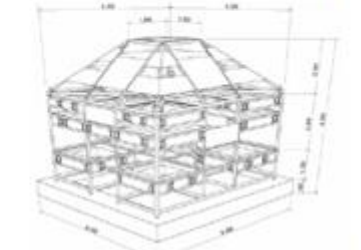
* TYPES D'ESPECES CIBLES PRINCIPALES, SELON LES MORPHOLOGIES DES HA. Ainsi, par exemple, un modèle destiné aux espèces de types C peut selon les aménagements organisés à sa base ou sur sa structure accueillir des espèces de type B ou A.

Modèles		Dimensions (m)				Volume total m ³	volume disponible m ³	Poids T	Catégorie / espèces cibles	Juvéniles	Adulte
		L	l	a	h						
		8	5		7,6	304	211	25	2 / B	-	X
		5	5		5	125	100	43	2 / B	-	X
		17,5	17,5		20	1 285		79	3 / C	-	X
		12	11		21	405		49	3 / C	-	X
		5	5		1,7	42,5	32	19,5	1 / A	-	X

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes




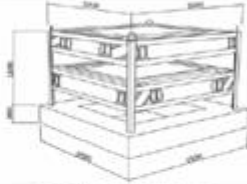

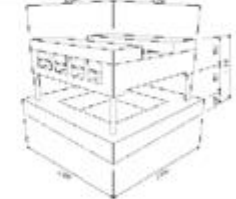

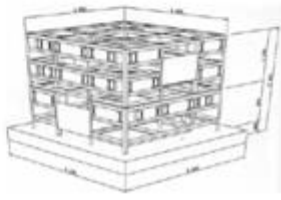
CONFIDENTIEL

E			3,0 m	socio-3,57 haut-3,57	socio-3,57 haut-3,57	1	2,5	4,88,5	22,48	8,91	A	X	=
F			3,0 m	socio-3,57 haut-3,57	socio-3,57 haut-3,57	1	4	4,48	105,8	29,72	B	X	=
G			3,0 m	socio-3,57 haut-3,57	socio-3,57 haut-3,57	1	5,5	=	119,8	32,14	B	=	X

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes


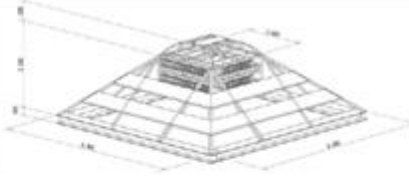

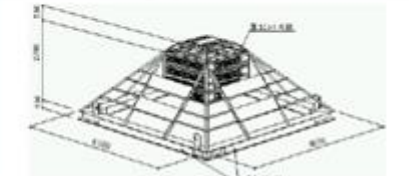



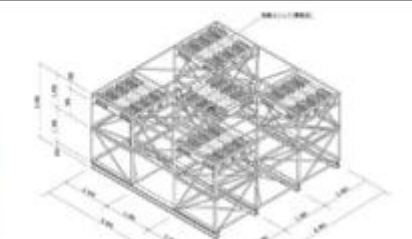
CONFIDENTIEL

Référence	Type de HAP	Schéma de dimensionnement	L'habitat	Dimensions (m)				Volume socle (m³)	Volume HAP (m³)	Surface (m²)	Surface couverte (m²)	Hauteur (m)	Volume total (m³)
				Lx	lx	Diamètre (m)	lx						
A=			400=	10=	10=	=	8.8=	=	400=	48.80=	8=	32	X=
B=			3.0 m=	socle : 2.5f haut : 2.2=	socle : 2.5f haut : 2.2=	=	1.8=	~8.88=	7.80=	4.2=	A=	X=	=
C=			3.0 m C=	socle : 2.5f haut : 2.2=	socle : 2.5f haut : 2.2=	=	1.8=	~8.88=	7.80=	8.8=	A=	X=	=
D=			3.0 m=	socle : 3.5f haut : 3=	socle : 3.5f haut : 3=	=	2.8=	~8.88=	23.40=	9.80=	A=	X=	=

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes


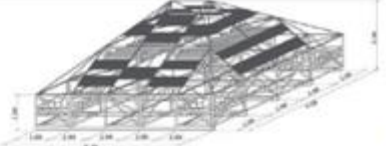

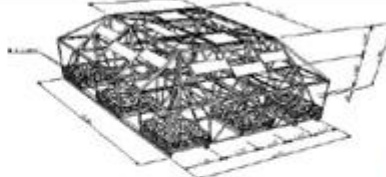




CONFIDENTIEL

H0			60,88m	socio-est haut-12m	socio-est haut-12m	=	10m	=	51,2m	9,88m	B=	=	X=
H1			60,4m	socio-est haut-12m	socio-est haut-12m	=	6,2m	=	60,79m	10,487m	B=	X=	X=
J0			M-50m	B=	B=	=	1,5m	54m	54m	12,72m	A=	X=	=
K0			M-100m	B=	B=	=	3m	108m	108m	B=	A=	X=	=

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes


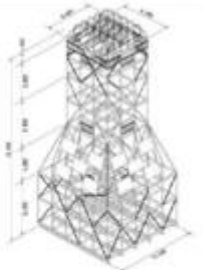
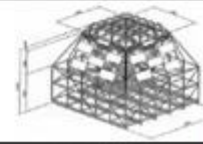
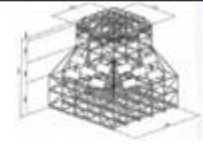

CONFIDENTIEL

L=			M 300=	10=	8=	/=	8=	/=	251,4=	27,8=	B=	=	X=
M=			M 300=	11=	11=	/=	/=	/=	300,22=	19,88=	A=	X=	=
N=			400B=	14=	10=	/=	/=	/=	383,63=	43,99=	A=	X=	=
O=			500B=	9=	9=	/=	8=	/=	480,48=	19,37=	B=	X=	=

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes





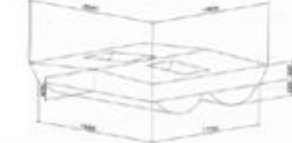


CONFIDENTIEL

P-1a			1600 B ¹	socle 11,5m hauf. 8,50m	socle 13,5m hauf. 8,50m	=	20m	=	1870m	44m	3m	=	X ₁
P-2a	"		1100 B ¹ (10m type)P	=	=	=	=	=	=	=	B=	X ₁	=
P-3a	"		1300 B ¹ (15 m type)P	=	=	=	=	=	=	=	C=	=	X ₁
Q-1a		"	Q m 1a	B=	B=	=	2=	72=	56=	=	A=	X ₁	=

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes


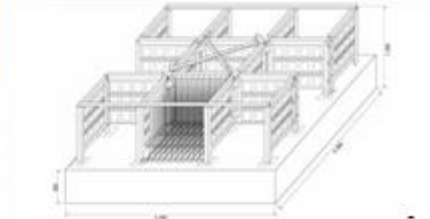

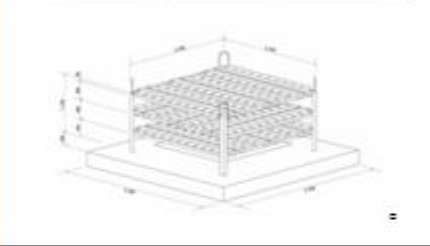

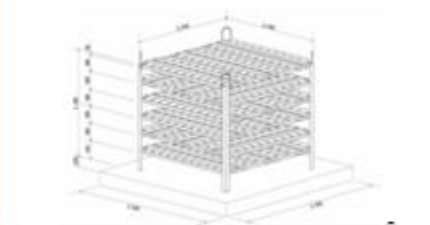

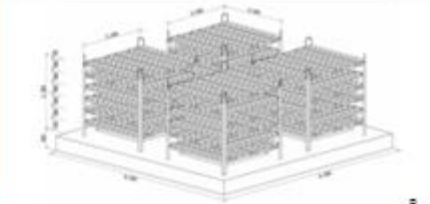
CONFIDENTIEL

Q-2				0 m 2	8	8	/=	4	144	64	8	A	X	=
Q-3				0 m 3	8	8	/=	4	144	8	A	X	=	
Q-4				0 m 4	8	8	/=	8	216	16	8	X	=	
R				AL	socle : 1.97 hauf : 0.04	socle : 0.06 hauf : 1.994	/=	0.57	/=	/=	2 ou 4 ou 6	Algues	X	=
B				BW	4	2.5	/=	1.2	12	6.8	10.8	A	X	=

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes


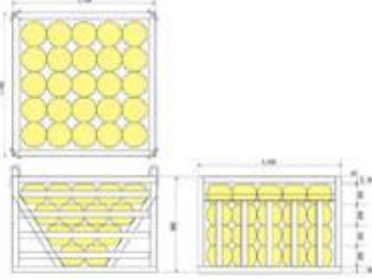



CONFIDENTIEL

T ₀			CF-A ₀	4,5 _m	4,5 _m	/m	1,8 _m	36,45 _{m²}	27,8 _{m²}	10,9 _{m²}	B ₀	=	X ₀
U-1 ₀			CF-1 ₀	2 _m	2 _m	/m	1,64 _m	6,56 _{m²}	7,03 _{m²}	4,02 _{m²}	B ₀	X ₀	=
U-2 ₀			CF-2 ₀	2 _m	2 _m	/m	~2,80 _m	/m	11,7 _{m²}	6,78 _{m²}	B et A ₀	X ₀	=
U-3 ₀			CF-3 ₀	5 _m	5 _m	/m	~3 _m	/m	42,1 _{m²}	28,48 _{m²}	A et B ₀	X ₀	=

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes





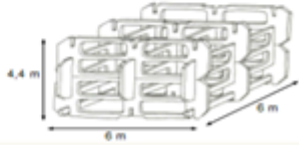


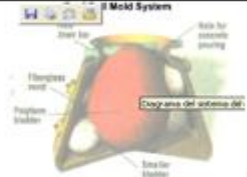
CONFIDENTIEL

V=			2,0mB=	socle=5,25m haut=4,417m	socle=5,25m haut=4,417m	/m	2m	/m	15,62m	15,72m	B et A=	X=	=
W=			1,2m	1,43m	1,43m	/m	0,9m	1,8m	/m	=	A=	X=	=
X=			50,9m	socle=8m haut=2m	socle=8m haut=2m	/m	3m	/m	51,2m	9,8m	A et B=	X=	=
Y=			5,83m	1m	1m	/m	1m	1m	/m	/m	A=	X=	=

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes

CONFIDENTIEL

			Esda 2=	1.18=	1.18=	=	1=	1.4=	=	=	A=	X=	=
			Esda 3=	1.3=	1.3=	=	1=	1.7=	=	=	A=	X=	=
			Esda 4=	2=	1=	=	1=	2=	=	=	A=	X=	=
Z=			Coode=	2.3=	2.3=	=	2.3=	10.4=	=	=	A et B=	X=	=
A. A=			Coode=	8=	8=	=	4.4=	188.4=	=	=	B=	X=	=
A. B=			Coode=	2.45=	=	1.92=	=	7.1=	=	=	A=	X=	=
A. C=			Reef Ball=	=	=	1.9=	1=	=	=	=	A et B=	X=	=

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes

CONFIDENTIEL

Modèles en 3D												
Références	Type de MHP	N° modèle(s)	Dimensions (m)				Volume (m³)	Volume (m³)	Poids (t)	Diamètre (m)	Jeu (m)	Soléna
			Lx	lx	Diamètre (m)	lx						
Ae		1e	6*	6*	6*	6*	600*	600*	11,520*	0*	0*	X ⁰
Ee		E800e	10,99*	10,99*	6*	10,1*	1279,3*	602,62*	21,000*	0*	0*	X ⁰
		E800e	10,99*	10,99*	6*	8,2*	1081,4*	627,75*	18,825*	0*	0*	X ⁰
		E800e	9,69*	9,69*	6*	11,2*	1008,3*	600,92*	15,720*	0*	0*	X ⁰
		E800e	10,99*	10,99*	6*	10*	1803,4*	641,61*	16,825*	0*	0*	X ⁰
		E450e	10,99*	10,99*	6*	6*	780,4*	460,82*	12,415*	0*	0*	X ⁰
		E450LAe	10,99*	10,99*	6*	6*	780,4*	491,3*	12,889*	0*	0*	X ⁰
Ce		800Ne	6,6*	6,6*	6*	6*	384,4*	329,4*	6,927*	0*	0*	X ⁰
		800e	6*	6*	12*	7*	6*	428,4*	11,729*	0*	0*	X ⁰
		800Ne	6,7*	6,7*	6*	6*	404,0*	369*	6,311*	0*	0*	X ⁰
		800e	6*	6*	8,2*	6*	6*	369*	10,169*	0*	0*	X ⁰
		1200Ne	6,69*	6,69*	6*	12*	609,6*	482,2*	11,875*	0*	0*	X ⁰
		1200e	6*	6*	12*	12*	6*	482,2*	16,492*	0*	0*	X ⁰
		1800Ne	6,69*	6,69*	6*	18*	1071,0*	811*	18,291*	0*	0*	X ⁰
		1800e	6*	6*	12*	12*	6*	811*	18,49*	0*	0*	X ⁰
		1800e	6*	6*	12*	12*	6*	811*	18,49*	0*	0*	X ⁰
De		OR-6-810e	6*	6*	6*	6*	6*	312*	6,108*	0*	0*	X ⁰
		OR-7-880e	6*	6*	6*	7*	6*	345,17*	6,673*	0*	0*	X ⁰
		OR-8-420e	6*	6*	6*	6*	6*	417,56*	12,6*	0*	0*	X ⁰
		OR-8-470e	6*	6*	6*	6*	6*	488,21*	13,2*	0*	0*	X ⁰
		OR-10-730e	6*	6*	6*	10*	6*	749,68*	21,6*	0*	0*	X ⁰
		OR-11-800e	6*	6*	6*	11*	6*	811,61*	22,05*	0*	0*	X ⁰
		OR-12-880e	6*	6*	6*	12*	6*	878,26*	22,821*	0*	0*	X ⁰
		OR-13-940e	6*	6*	6*	13*	6*	944,89*	23,6*	0*	0*	X ⁰
		OR-14-1010e	6*	6*	6*	14*	6*	1011,54*	24,7*	0*	0*	X ⁰
		OR-15-1070e	6*	6*	6*	15*	6*	1077,61*	25,6*	0*	0*	X ⁰
Ee		A-2Ne	6,04*	6,04*	6*	12*	773,7*	662,23*	15,426*	0*	0*	X ⁰

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes



CONFIDENTIEL

Ea		A-2Na	8,0*	8,0*	*	12*	773,7*	262,22*	13,628*	C*	*	X*
		B-1Na	9*	9*	*	9*	216,9*	176,67*	6,222*	D*	*	X*
		I-2ENa	10*	10*	*	20*	2000,0*	820,00*	22,078*	C*	*	X*
		I-4Na	10*	10*	*	10*	1200,0*	500,00*	17,216*	C*	*	X*
		I-5Na	10*	10*	*	9*	900,0*	389*	14,228*	D*	*	X*
		I-20ANa	10*	10*	*	9*	1200,0*	589*	16,068*	D*	*	X*
Eb		B-R-25a	17,8a	17,8a	1a	35a	10718,8a	3847,76a	67,078a	Ca	a	Xa
Fa		B-3a	*	*	7,1*	2*	*	101,02*	2,222*	A*	*	X*
		B-5a	*	*	7,0*	2*	*	280,0*	6,622*	A*	*	X*
		A-7,8a	2,7*	2,7*	*	2,7*	182,0*	101,4*	1,468*	D*	*	X*
		B-10a	2,7*	2,7*	*	10*	201,9*	102*	2,078*	C*	*	X*

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes







CONFIDENTIEL

Gc		=	100*	100*	*	10*	1010*	100*	100*	D=	X*	*
		=	710*	710*	*	11*	100*	100*	10*	D=	X*	*
Hc		MEB-Nc	71*	71*	*	1*	100*	100*	10*	A=	X*	*
		MEB-N-III	71*	71*	*	1*	100*	100*	10*	A=	X*	*
		MEB-N-III	71*	71*	*	1*	100*	100*	10*	D=	X*	*
Ic		HZ-300c	1*	1*	*	1*	100*	100*	100*	D=	X*	*
		HZ-400c	1*	1*	*	1*	100*	100*	100*	D=	X*	*
		HZ-500c	10*	1*	*	1*	100*	100*	100*	D=	X*	*
		HZ-700c	10*	1*	*	1*	1000*	100*	100*	D=	X*	*
		HZ-A000c	10*	10*	*	10*	1000*	100*	100*	D=	X*	*
		HZ-A200c	10*	10*	*	10*	1000*	100*	100*	D=	X*	*

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes

CONFIDENTIEL

Jc			0.5*	0.5*	*	0.5*	0.05*	avec 0.000110.0002 sans 0.000110.0002*	0.000*	N*	X*	*
			0*	0*	*	0.0*	0.7*	avec 0.000110.0002 sans 0.000110.0002*	0.000*	N*	X*	*
			0*	0*	*	0.0*	0.05*	0.05*	0.007*	N*	X*	*
Kc		B-A#	0.5*	0.5*	*	0*	0.0*	0.75*	0.0*	N*	X*	*
		B-C#	0.75*	0.75*	*	0*	7.0*	7.00*	0.0*	N*	X*	*
		B-D#	0.75*	0.75*	*	0.0*	0.0*	0.00*	0.0*	N*	X*	*
		B-E#	0.0*	0.0*	*	0*	0.0*	0.00*	0*	N*	X*	*
		B-F#	0.0*	0.0*	*	0.0*	0.0*	0.000*	0.0*	N*	X*	*
		4C#	0.000*	0.000*	*	0.00*	0.7*	0*	0.0*	N*	X*	*
		4CC#	7.000*	7.000*	*	0.00*	0.0*	0.0*	0.0*	N*	X*	*
		4C#	7.0*	7.0*	*	0*	0.000*	0.7*	0.0*	N*	X*	*
		4C-HA#	0.000*	0.000*	*	0.00*	0.0*	0.0*	0.7*	N*	X*	*
		0C#	0.00*	0.00*	*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	N*	X*	*
	N-200BB#	0.00*	0.00*	*	0*	0.00*	0.00*	0.00*	0*	X*	*	
	E-N200B#	0.00*	0.00*	*	0*	0.00*	0.00*	0.00*	0*	X*	*	

Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières ?

Annexes

CONFIDENTIEL

L=				10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	*	An	X*	*
				10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	*	An	X*	*
=				10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	*	An	X*	*
M=			B202400=	10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	10*	An	X*	*
			B3030400=	10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	10*	An	X*	*
				10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	10*	An	X*	*
				10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	10*	An	X*	*
				10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	10*	An	X*	*
N=			MEE-N=	10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	10*	An	X*	*
			MEE-N (II)=	10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	10*	An	X*	*
			MEE-N (III)=	10*	10*	*	10*	10*	avec bassin d'égout sans bassin d'égout	10*	An	X*	*

Annexe 5 guide d'entretiens préliminaires, Saint-Leu, La Réunion

Ce guide a pour but de préparer notre entretien. Il n'est pas exhaustif, et trouvera dans notre dialogue son expression définitive.

Ce questionnaire est en renseigner en fonction de vos domaines de compétence professionnels.

1. Quels sont vos domaines d'intervention et vos responsabilités ?

Tout d'abord, pourriez-vous présenter votre :

- Organisme, administration, association, syndicat.

Ainsi que succinctement vos domaines d'activités ou d'intervention : situation actuelle, évolutions prévisibles, problématiques, projets ?

2. Quelle est votre vision personnelle de la situation actuelle et de l'évolution de la pêche côtière, notamment sur le territoire de la commune de Saint-Leu ?

Situation socio-économique	- évolution du nombre et du type de pêcheurs, professionnels ou non, - situation de la pêche sous marine (progression ?) - cohabitation entre activités / conflits éventuels
Situation du milieu marin	- dégradation / amélioration - si dégradation, avec quels facteurs de pression ?
Situation des ressources halieutiques	- dégradation /- amélioration - si dégradation : sur quelles espèces prioritaires ?
Principaux enjeux pour les fonds marins de la Commune ?	- socio économiques - écologiques - articulation entre protection et développement

3. Vos attentes et réserves pour la mise en place d'un aménagement de restauration / conservation / développement de la ressource halieutique ?

Est-ce pertinent ? : non / plutôt non / plutôt oui / oui

- au niveau socio-économique
- sur le milieu
- sur les ressources

Quels pourraient être les freins ou facteurs de blocage éventuels ?

Quels sont les facteurs de réussite ?

Quel dispositif envisager sur la commune de Saint-Leu ?

- Des récifs artificiels
- D'autres aménagements ?

Quelles idées sur la forme des récifs, la profondeur d'immersion ... ?

Sur quels sites ?

Pour quelle utilisation ?

Pour pêcher quoi (quelles espèces cibles?) et avec quels engins ?

Quelle réglementation spécifique et quel mode de gestion ?

- Exemples : gestion dans le temps,...
- Quelles modalités ? (plan de gestion, commissions techniques ...)

4. Quelle implication pour votre structure ou vous-même dans la mise en œuvre du dispositif envisagé ?

- Pas de position particulière ?
- Partenaire de la gestion
- Financeur, utilisateur, bénéficiaire ?
- Visiteur / observateur ?

5. Participation à une démarche de développement et de gestion de la petite pêche côtière à la Réunion

- Avez-vous participé à une ou des démarches de gestion/développement relative à la pêche côtière ?
- Si oui, laquelle ou lesquelles ?
- En tant que gestionnaire ? Financeur ? Utilisateur / bénéficiaire ? Visiteur / observateur ?
- quelles méthodes ont été employées (état des lieux et des connaissances, diagnostic, orientations, plan d'actions ou de gestion) ?
- En quoi cette démarche a-t-elle permis d'améliorer le développement de la pêche côtière ?
- Quels documents de référence ont été produits ?
- Quels résultats sont obtenus, quels suivis sont mis en place ?

Pouvez-vous m'indiquer le nom d'une ou deux personnes dont la contribution vous paraît essentielle pour enrichir la démarche engagée ?

RESUME

Cette thèse en contrat CIFRE vise à proposer une méthodologie d'aménagement des fonds marins côtiers en habitats artificiels (HA) de production à vocation halieutique, en tant que nouveaux supports pour l'écosystème. L'objectif est d'apporter aux gestionnaires du milieu marin côtier une réponse complémentaire aux outils de gestion de la pêche, et plus largement des écosystèmes. La démarche méthodologique est géo-systémique, elle vise à intégrer ces aménagements à l'écosystème et au socio-système de la pêche côtière artisanale (stratégie du type GIZC). Les travaux menés au Japon, tant bibliographiques que de terrain, au sujet des récifs artificiels, nous ont permis d'appréhender l'aménagement intégré des fonds marins à travers la relation entre les espèces et leur habitat. Cette approche nous a conduits à proposer de faire évoluer le concept de « récif artificiel » vers celui d'« habitat artificiel » adapté à l'environnement côtier. La comparaison des méthodes utilisées par le Japon, le Portugal et la France, trois nations dont cet outil d'aménagement est avant tout à vocation halieutique, nous a permis d'identifier le manque d'une méthodologie d'aménagement globale en France. Ce sont les bases de cet outil que nous proposons de définir. Il est construit suivant les relations de la société avec la nature au niveau biophysique et socio-économique, en s'appuyant sur une typologie des habitats artificiels. Son application sur un cas d'étude nous a permis d'appréhender ses limites et la nécessité de définir un cadre de gestion des usages. L'HA est un instrument participatif transactionnel utile à la concertation pour la gestion des conflits. L'aménagement des fonds marins permet une délimitation et une appropriation d'un territoire côtier jusqu'ici « libre », processus responsabilisant préalables à une attitude de gestionnaire de la ressource. La préservation des écosystèmes côtiers favorisée par ces outils pourrait participer au développement équilibré des collectivités territoriales.

Mots clés : GIZC, habitats artificiels, aménagements sous-marins, méthodologie, typologie, récifs artificiels, pêche côtière artisanale, mariculture extensive, gestion des ressources, outil transactionnel.

ARTIFICIAL HABITAT : A STRATEGIC TOOL FOR INTEGRATED COASTAL AREA MANAGEMENT? PROPOSAL GUIDELINE FOR ARTIFICIAL REEF ADAPTED TO ARTISANAL COASTAL FISHERIES

This PhD aims to offer a methodology to change shore underwater marine systems into artificial habitat for ecosystem and fisheries exploitation. The objective is to give additional tools and answers to professionals specialised in fisheries and ecosystems management. The methodology is geo-systemic, it aims to integrate these changes into the ecosystem and socio-economic systems of artisanal shore fisheries (strategy type ICAM). The studies conducted on site in Japan taught us how to handle the integration of the underwater world through the relationship between species and their living space. This approach leads us to change the concept of "artificial reef" to the concept of "artificial habitat" as living spaces adapted for species living in a shore environment. The comparison of techniques from Japan, Portugal and France (the priority for these countries is to improve their marine parks with artificial habitat in order to help fishery related professions) helped us to identify a lack of global methodology in France. It is this global methodology that we want to define. The essence of this methodology is based on the relationship between society and nature at two levels: biophysical and socio-economical. It's organised by typology of artificial living space. Its application on one case study allows us to understand its limits and the necessity to define a common way of using such spaces. AH are participative transactional tools during concerted phases. We demonstrate that the wish to improve underwater living space enables the limitation and familiarization of shore territories which was until now unknown. The preservation of the shore ecosystems made possible by this methodology could assist in a balanced development of territorial collectivities.

Disciplines (section CNU) :

23^{ème} : Géographie physique, humaine et régionale

24^{ème} : Aménagement de l'espace, urbanisme

Université Paul-Valéry

Laboratoire Gester

17, rue Abbé de l'Epée.

34 090 MONTPELLIER

Egis Eau

Environnement et développement durable

78, allée John Napier

34 000 MONTPELLIER