



R E G I O N  
  
AQUITAINE

  
Aquitaine Landes Récifs

  
SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE PORT D'ALBRET  
(Communes de Soustons - Vieux-Boucau)

  
Conseil  
Général  
des Landes

## **Suivi scientifique des récifs artificiels**

**Capbreton**

**Soustons / Vieux-Boucau**

**Messanges / Azur / Moliets**

**Année - 2008**

  
**oceanide**  
INNOVATION DEVELOPPEMENT ENVIRONNEMENT

**Suivi scientifique des récifs artificiels**

**Capbreton, Soustons / Vieux-Boucau, Messanges / Azur / Moliets**

**Année - 2008**

**Maître d'ouvrage :**

**Aquitaine Landes Récifs (A.L.R.)**

501, route de Lestrilles  
40990 Saint Paul les Dax  
Tél : 05 58 91 78 44  
Mobile : 06 88 65 52 43  
Courriel : [contact@aquitaine-landes-recifs.fr](mailto:contact@aquitaine-landes-recifs.fr)

**Maître d'œuvre :**

**OCEANIDE**

**Agence Atlantique – Siège social**

65 Rue du Lieutenant Lumo  
40000 MONT DE MARSAN  
FRANCE  
Tél. / Fax : (00 33) 05 58 75 96 77  
Mobile : (00 33) 06 76 09 03 95  
Courriel : [thomas.scourzic@oceanide.eu](mailto:thomas.scourzic@oceanide.eu)  
[www.oceanide.eu](http://www.oceanide.eu)

**OCEANIDE**

**Agence Méditerranée**

7 Rue de Turenne  
66000 PERPIGNAN  
France  
Tél : (33) 4 68 34 54 81  
Mobile : (33) 6 20 11 58 75  
Courriel : [nicolas.dalias@oceanide.eu](mailto:nicolas.dalias@oceanide.eu)  
[www.oceanide.eu](http://www.oceanide.eu)

**Responsables de l'étude :**

Thomas Scourzic, Nicolas Dalias (OCEANIDE).

**Participants aux missions de terrain :**

Thomas Scourzic (OCEANIDE), membres de l'ALR.

**Crédits photographiques :**

Aquitaine Landes Récifs (les photos illustrant le présent rapport ne doivent être ni transformées ni diffusées sans l'accord préalable des auteurs).

**Avertissement :** Les documents rendus par OCEANIDE dans le cadre de cette étude, engagent sa responsabilité et sa crédibilité scientifique. Ils ne peuvent, pour cette raison être modifiés sans leur accord.

---

**Ce document doit être cité sous la forme suivante :**

Dalias N. et Scourzic T., 2008. Suivi scientifique des récifs artificiels de Capbreton, Soustons / Vieux-Boucau, Messanges / Azur / Moliets. Année 3 - 2008. Contrat ALR & OCEANIDE. OCEANIDE publ. Fr. : 78 pages.

## Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce au concours financier de la Région Aquitaine, du Département des Landes, du Syndicat Intercommunal du Port d'Albret, des communes de Vieux Boucau et d'Azur et de l'association Aquitaine Landes Récifs. Nous profitons donc de ce court paragraphe de remerciements pour saluer l'intérêt de ces organismes pour les problèmes de gestion halieutique et écologique de la zone côtière et leur volonté de soutenir l'activité de pêche professionnelle.

OCEANIDE tiennent également à remercier Monsieur Gérard Fourneau, Président, et les membres de l'association Aquitaine Landes Récifs qui ont apporté leur concours à la réalisation du présent rapport, par les informations qu'ils ont communiquées, par les avis qu'ils ont formulés, et par les soutiens matériels et humains qu'ils ont apportés.

OCEANIDE souhaite également souligner l'implication des professionnels de la mer, de la plaisance et des services de l'Etat par la mise à disposition d'embarcations au profit de l'association Aquitaine Landes Récifs. Il s'agit de Monsieur Trentin, propriétaire du « P'tit Loup », de Monsieur Galebay, propriétaire du « Thara », de Camille, propriétaire du « Baraka », de Monsieur Bisbau, propriétaire du « Jean B » et de l'équipage de « l'Eider », vedette des Affaires Maritimes.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Contexte et objectifs de l'étude.....</b>	<b>6</b>
1.1	Les récifs artificiels.....	6
1.2	Origine du projet.....	7
1.3	Objectifs de l'étude.....	8
<b>2</b>	<b>Le suivi scientifique des récifs artificiels.....</b>	<b>9</b>
2.1	Localisation et caractéristiques des zones étudiées.....	9
2.2	Choix de la méthode.....	14
2.3	Le suivi de la colonisation des récifs artificiels.....	15
2.4	Période et fréquence d'échantillonnage.....	16
<b>3</b>	<b>L'étude des paramètres physiques.....</b>	<b>18</b>
3.1	Méthodologie.....	18
3.2	Résultats.....	20
3.3	Discussion.....	21
<b>4</b>	<b>L'étude des paramètres biologiques.....</b>	<b>23</b>
4.1	Méthodologie.....	23
4.2	Résultats.....	26
4.3	Discussion.....	39
<b>5</b>	<b>L'étude halieutique par pêches expérimentales.....</b>	<b>41</b>
5.1	Préambule.....	41
5.2	Méthodologie.....	41
5.3	Résultats.....	45
5.4	Discussion.....	49
<b>6</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>50</b>
6.1	Des résultats encourageants.....	50
6.2	Les effets bénéfiques des récifs artificiels.....	50
6.3	Les récifs artificiels, un outil de gestion des ressources.....	51
<b>7</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>54</b>
<b>8</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>63</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Littoral landais (d'après ALR©Gérard Fourneau).	6
Figure 2 : Immersion des récifs artificiels (d'après ALR©Gérard Fourneau).	8
Figure 3 : Localisation des trois zones de récifs artificiels (d'après SHOM).	11
Figure 4 : Représentation schématique des récifs artificiels de la zone de Capbreton (d'après Biosub, 2001).	12
Figure 5 : Représentation schématique des récifs artificiels de la zone de Soustons / Vieux-Boucau (d'après ALR).	13
Figure 6 : Représentation schématique des récifs artificiels de la zone de Messanges / Azur / Moliets (d'après Société NTA, Aquitaine Explorer).	13
Figure 7 : Suivi scientifique des récifs artificiels en plongée sous-marine (d'après ALR).	16
Figure 8 : Différentes mesures utilisées pour calculer l'indice d'envasement d'un récif quelconque.	18
Figure 9 : Différentes mesures utilisées pour calculer l'indice d'effondrement d'un récif.	19
Figure 10 : Paramètres physiques des récifs artificiels de Capbreton.	20
Figure 11 : Paramètres physiques des récifs artificiels de Messanges / Azur / Moliets.	21
Figure 12 : Vue d'ensemble des récifs artificiels (d'après ALR©Georges Berron).	22
Figure 13 : Représentation schématique de la première phase du comptage, les espèces mobiles et difficiles d'approche.	24
Figure 14 : Représentation schématique de la deuxième phase du comptage, les espèces à proximité immédiate du récif.	24
Figure 15 : Représentation schématique de la troisième phase du comptage, les espèces vivant à l'intérieur du récif.	24
Figure 16 : Anémones bijou ( <i>Corynactis viridis</i> ) (d'après ALR©Thierry Avaro).	27
Figure 17 : Anémone marguerite ( <i>Actinotoe sphyrodeta</i> ) (d'après ALR©Thierry Avaro).	27
Figure 18 : Alcyon jaune ( <i>Alcyonium digitatum</i> ) (d'après ALR, Avaro).	28
Figure 19 : Gorgone orange ( <i>Leptogorgia sarmentosa</i> ) (d'après ALR©Jean Célestrino).	28
Figure 20 : Crevette bouquet ( <i>Palaemon serratus</i> ) (d'après ALR©Thierry Avaro).	29
Figure 21 : Poulpe ( <i>Octopus vulgaris</i> ) (d'après ALR©Thierry Avaro).	29
Figure 22 : Etrille ( <i>Necora puber</i> ) (d'après ALR©Thierry Avaro).	30
Figure 23 : Espèces de vertébrés rencontrées sur les récifs artificiels.	31
Figure 24 : Richesse spécifique moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.	32
Figure 25 : Densité moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.	33
Figure 26 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Capbreton.	34
Figure 27 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Messanges / Azur / Moliets.	36
Figure 28 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Soustons / Vieux-Boucau.	35
Figure 29 : Biomasses de congre et de bar pour chaque zone de récifs artificiels.	37
Figure 30 : Estimation de la rentabilité économique pour chaque zone de récifs artificiels.	38
Figure 31 : Pêches expérimentales, débarquements et mesures.	42
Figure 32 : Richesse spécifique moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.	45
Figure 33 : Richesse Spécifique Par Unité d'Effort (RSPUE) pour chaque zone de récifs artificiels.	46
Figure 34 : Biomasse des espèces présentes pour chaque zone de récifs artificiels.	47
Figure 35 : Captures Par Unité d'Effort pour chaque zone de récifs artificiels.	48

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des avantages et inconvénients des méthodes par pêche et par plongée pour l'évaluation des peuplements de poissons sur les récifs artificiels (in Charbonnel <i>et al.</i> , 1995, 1997).....	14
Tableau 2 : Richesse spécifique moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.....	31
Tableau 3 : Densité moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.....	32
Tableau 4 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Capbreton.....	34
Tableau 5 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Messanges / Azur / Moliets.....	34
Tableau 6 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Soustons / Vieux-Boucau.....	35
Tableau 7 : Biomasses (kg) de congre et de bar pour chaque zone de récifs artificiels.....	37
Tableau 8 : Estimation de la rentabilité économique (en Euros) pour chaque zone de récifs artificiels.....	38
Tableau 9 : Richesse spécifique moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.....	45
Tableau 10 : Richesse Spécifique Par Unité d'Effort (RSPUE) pour chaque zone de récifs artificiels.....	46
Tableau 11 : Biomasse des espèces présentes pour chaque zone de récifs artificiels.....	47
Tableau 12 : Captures Par Unité d'Effort pour chaque zone de récifs artificiels.....	48

# 1 Le contexte et les objectifs de l'étude

---

## 1.1 Les récifs artificiels

Les zones côtières sont des milieux particulièrement intéressants car situés à la frontière entre la terre et la mer. Ces zones abritent des habitats clés pour le cycle biologique de nombreuses espèces marines (García-Rubies et Macpherson, 1995 ; Harmelin-Vivien *et al.*, 1995 ; Macpherson *et al.*, 1997 ; Planes *et al.*, 1999 ; Planes *et al.*, 2000).

Elles sont soumises à une forte pression anthropique à travers de nombreux usages qui ont profondément évolué ces dernières décennies (Bretagnolle *et al.*, 2000 ; Rogers et Beets, 2001 ; Léauté et Caill-Milly, 2003) et les écosystèmes côtiers s'en trouvent profondément affectés.

Cette pression sans cesse croissante peut être, à terme, préjudiciable à la pérennité de ces milieux riches du point de vue biologique, et dont les écosystèmes assurent un renouvellement des ressources vivantes exploitées tant sur place que vers le large ou l'intérieur des terres (Léauté et Caill-Milly, 2003).

Le littoral aquitain, comme bon nombre de zones côtières, a souffert d'une exploitation intensive (Léauté et Caill-Milly, 2003) et parfois mal gérée des ressources halieutiques (capture d'individus trop jeunes, pêche en période de reproduction, etc.) avec, pour conséquence, une diminution des stocks pour de nombreuses espèces. Cette situation de mauvaise exploitation, voire de surexploitation, entraîne des difficultés non seulement en terme de conservation des ressources vivantes, mais également sur le plan socio-économique (Figure 1). En quelques années, le littoral aquitain a connu de nombreux bouleversements concernant les activités halieutiques (Léauté, 2000).



Figure 1 : Littoral landais (d'après ALR©Gérard Fourneau).

Face aux pressions constantes exercées par les activités humaines sur le littoral et aux dégradations de l'environnement marin et de ses ressources, les récifs artificiels peuvent représenter un des outils de gestion intégrée de la bande côtière et des ressources littorales, au même titre que la mise en place d'Aires Marines Protégées.

Le concept des récifs artificiels est ancien. Il est certainement lié à l'observation faite par les pêcheurs que la pêche était bien plus importante au voisinage d'épaves ou de structures volontairement immergées. Dans un premier temps, les poissons et les invertébrés mobiles sont attirés par ces nouvelles structures, puis, dans un second temps, une véritable production de biomasse peut se réaliser. Des réseaux trophiques complexes peuvent alors s'installer et un nouvel écosystème peut se développer.

Les récifs artificiels sont une réponse aux problèmes concernant les ressources côtières, les écosystèmes et les pêches. Actuellement, ils forment un élément important des plans de gestion intégrée de nombreux pays (Seaman et Hoover, 2001; Anon., 2003; Wilson *et al.*, 2003). Les récifs artificiels ont maintenant de plus larges applications, principalement au niveau écologique, contribuant entre autre à la production biologique pour favoriser la biodiversité, la protection de juvéniles et la revitalisation des écosystèmes (Santos et Monteiro, 1997, 1998; Pondela *et al.*, 2002; Stephens et Pondela, 2002).

## 1.2 Origine du projet

Face à la diminution constante de la ressource naturelle sur les côtes aquitaines, des pêcheurs de surf casting, professionnels et plaisanciers se sont fédérés en association, afin de militer pour la protection de la faune et de la flore. Créée en 1996 et présidée par Monsieur Gérard Fourneau, Aquitaine Landes Récifs (ALR) est une association de type loi 1901 dont le but est la création et la gestion de récifs artificiels sur le littoral aquitain, afin de protéger la faune et la flore marines et d'en assurer leur développement. Il s'agit de rationaliser l'exploitation de la zone côtière pour favoriser le développement de la pêche artisanale.

Le conseil d'administration d'ALR est composé de quatorze membres. Il comprend des pêcheurs professionnels, des plaisanciers, des pêcheurs de surf casting, des plongeurs et des biologistes. L'association possède une section technique (recherches sur la création de structures), une section halieutique (projets d'implantation d'huîtres en eaux profondes, en association avec un ostréiculteur et les services d'IFREMER Arcachon) et une section de suivi scientifique. L'association convoque régulièrement un comité d'orientation et de pilotage réunissant les différents partenaires (le CNRS, le Conseil Général des Landes, le Conseil Régional d'Aquitaine, le CLPMEM de Bayonne, la DDE section maritime de Capbreton, l'IFREMER, le SIVOM Côte Sud et le Syndicat des Marins Pêcheurs de Capbreton).

Sur l'initiative de l'ALR et soutenu par le SIVOM Côte Sud, maître d'ouvrage, un projet d'immersion de trois zones de récifs artificiels a vu le jour en 1996 sur la côte landaise (Figure 2).

Ces immersions ont été principalement financées par l'Europe, par le Conseil Régional d'Aquitaine et par le Conseil Général des Landes. Le SIVOM Côte Sud, le Syndicat intercommunal de Port d'Albret et les communes de Messanges, Moliets et Azur ont également participé au financement de ces opérations.

L'objet de la présente étude consiste à réaliser un suivi scientifique qui permettra d'estimer l'impact des récifs artificiels sur le milieu marin (aspects écologiques) et sur la pêche (aspects socio-économiques).



Figure 2 : Immersion des récifs artificiels (d'après ALR©Gérard Fourneau).

### 1.3 Objectifs de l'étude

L'objectif du suivi est non seulement d'évaluer l'efficacité des récifs en terme de soutien à l'activité de pêche artisanale mais aussi d'obtenir une vision plus globale des diverses fonctions et rôles biologiques et écologiques qu'assurent les récifs artificiels au sein de l'écosystème côtier. Il s'agira donc, notamment de :

- Décrire la colonisation des récifs artificiels immergés, par la macroflore et la macrofaune (essentiellement des espèces commerciales), depuis leur immersion jusqu'à la première phase de stabilisation des peuplements, et ainsi obtenir une vision plus globale des diverses fonctions biologiques et écologiques (existence d'abri, de nourriture, rôle de nurseries, favorisation de la croissance et de la reproduction, nouveau réseau trophique, etc.) qu'ils assurent au sein de l'écosystème ;
- Evaluer le « comportement » des ouvrages par rapport aux contraintes naturelles (enfouissement, envasement, etc.) ;
- Mesurer l'impact et l'efficacité de ces immersions sur la pêche locale ;
- Formuler des propositions pour de futurs aménagements au moyen de récifs artificiels.

Le suivi scientifique comporte deux volets complémentaires :

- L'étude de la colonisation des récifs artificiels en plongée sous-marine ;
- L'étude halieutique par pêche expérimentale.

## **2 Le suivi scientifique des récifs artificiels**

---

### **2.1 Localisation et caractéristiques des zones étudiées**

#### **2.1.1 Caractéristiques environnementales**

##### **Topographie et bathymétrie**

Du Vieux-Boucau à Capbreton, la côte est orientée de 8° vers l'Est, comme pratiquement l'ensemble du littoral aquitain. La côte est oblique par rapport à la direction de la houle dominante de Nord-Ouest. La plage sous-marine (limitée à 20 mètres de profondeur) subit l'action de cette houle, ce qui se traduit par des rides de sable observées en plongée.

Au-delà de 20 mètres de profondeur et jusqu'à 40 mètres, la houle n'agit que de façon périodique, notamment lors des tempêtes. Au niveau de Capbreton, la rupture de pente près du rivage se situe entre 6 et 11 mètres de profondeur avec une pente qui peut aller jusqu'à 2,5% ce qui provoque le déferlement de la houle.

La pente moyenne du plateau continental est de 0,8% entre les isobathes 20 et 25 mètres.

Dans cette zone, les courbes isobathes sont parallèles entre elles et aussi globalement parallèles au trait de côte (Biosub, 2001).

##### **Les vents**

Les vents dominants sont de secteurs nord ouest à sud ouest (Voisin Ingénieur Conseil Environnement, 2002). Deux régimes secondaires de vent se distinguent, l'un de secteur sud, l'autre de secteur est à sud est (SIEE, 2006). Ces vents se distinguent des précédents par de faibles fréquences et intensités (Voisin Ingénieur Conseil Environnement, 2002).

Les vents génèrent des courants superficiels par leur action à la surface de la mer. Ainsi ils peuvent déplacer de grandes masses d'eau. Cela se traduit par des mouvements verticaux lorsque ces masses heurtent la côte ou s'en éloignent entraînant des variations de température.

##### **Les courants**

Il existe un courant général dans le Golfe de Gascogne qui longe la côte Landaise dans le sens Nord-Sud puis incurve sa trajectoire vers l'Ouest en rencontrant la Côte Basque pour longer ensuite la côte espagnole (Biosub, 2001).

La houle induit un courant de dérive en rencontrant la côte. Ce courant suit la trajectoire du courant général, mais localement (quelques centaines de mètres), il peut y être opposé.

##### **La marée**

La marée de type semi-diurne pénètre dans le Golfe de Gascogne par le Sud-Ouest. Les courants de marée vont aussi participer à la remise en suspension et au transport des sédiments. Des mesures (Barthe et Castaing, 1989) ont montré que la vitesse des courants de marée près du fond est plus faible à proximité de la côte qu'au large.

Au large de la côte landaise, pour des marées de vives-eaux moyennes (coefficient 95), SOGREAH (1990) donne un marnage de 4,10 à 4,15 mètres (valeur déduites de la corrélation de la marée à Socoa). En coefficient 45, cette valeur est réduite de moitié.

## La houle

Le Golfe de Gascogne est ouvert aux influences marines d'Ouest et de Nord-Ouest sur une longueur pratiquement infinie. Cette région est ainsi réputée pour des fortes houles, et même les plus fortes des côtes françaises (LCHF, 1979). Peu de données sont disponibles sur les mesures de houle au large ou près de la côte dans notre zone.

Toutes les mesures effectuées par les bateaux océanographiques dans le Golfe de Gascogne permettent de mettre en évidence deux états caractéristiques de la houle au cours de l'année (Duvet, 1964; LCHF, 1979; Penin, 1980) :

- Un état estival (d'avril à septembre) durant lequel les houles sont de faible amplitude (75% des hauteurs des vagues sont inférieures à 2 mètres) et présentent des périodes courtes (80% des périodes inférieures à 10 secondes) ;
- Un état hivernal (octobre à mars) avec une majorité de houles de grande amplitude (75% de hauteur supérieure à 2 mètres) et des périodes plus longues (80% des périodes supérieures à 10 secondes).

Une étude statistique de la direction des houles (Penin, 1980) a mis en évidence la prédominance des houles de direction ouest à Nord-Ouest.

## La température

Durant la saison estivale, avec un vent dominant orienté Nord à Nord-Ouest, les couches superficielles de la mer le long du littoral se réchauffent (24°C en 1995) et voient leur épaisseur augmenter (jusqu'à 3 mètres). Mais, quelques jours de vent de terre (en général de secteur Sud) peuvent repousser ces masses chaudes causant la remontée de couches profondes en général plus froides (17°C jusqu'à 15 mètres de profondeur puis 11°C environ). Il faut ici bien retenir que des masses d'eau de température ou de salinité différentes ne se mélangent pas car elles n'ont pas la même densité (Biosub, 2001).

## La dynamique sédimentaire

De part la direction de la houle dominante par rapport à la position de la côte, le transport de sable peut être considéré comme parallèle à la côte, du Nord vers le Sud par la dérive littorale. Cependant ce phénomène de transit sédimentaire est plus complexe notamment par la présence du Gouff de Capbreton.

Une étude sur la mobilisation des sédiments par l'action des courants et de la houle du plateau du Golfe de Gascogne (Barthe et Castaing, 1989) a montré que :

- Les houles de faibles périodes (inférieures à 10 secondes) ont peu d'action sur les sédiments. Lors de la période estivale, les sables de la plage sous-marine ne seront pas remis en mouvement ;
- Pour des périodes moyennes de 12 secondes (houle hivernale supérieure à 2 mètres de hauteur), les sédiments peuvent être remobilisés jusqu'à 30 mètres de profondeur. Ces conditions peuvent correspondre à 30 jours par année ;
- Les houles de tempêtes (périodes supérieures à 15 secondes) sont capables de remobiliser les sédiments sur tout le plateau. Dans de telles conditions, l'impact des houles se fait sentir

à des profondeurs plus importantes que lors des conditions moyennes. Ces conditions peuvent être assimilées à 15 jours par année.

La zone de Capbreton se situe à proximité du lac marin d'Hossegor. Le ruisseau du Boudigot qui se jette dans le port de Capbreton est susceptible d'apporter des éléments nutritifs, minéraux et organiques qui pourraient être utilisés par la faune voisine.

### 2.1.2 Les récifs artificiels de Capbreton, Soustons / Vieux-Boucau, Messanges / Azur / Moliets

Les récifs artificiels de l'association Aquitaine Landes Récifs ont été implantés sur le plateau continental, au large des communes de Capbreton, Soustons / Vieux-Boucau et Messanges / Azur / Moliets.

Ils sont immergés sur un fond plat, sableux à une vingtaine de mètres de profondeur, à environ 2 miles de la côte (Figure 3).

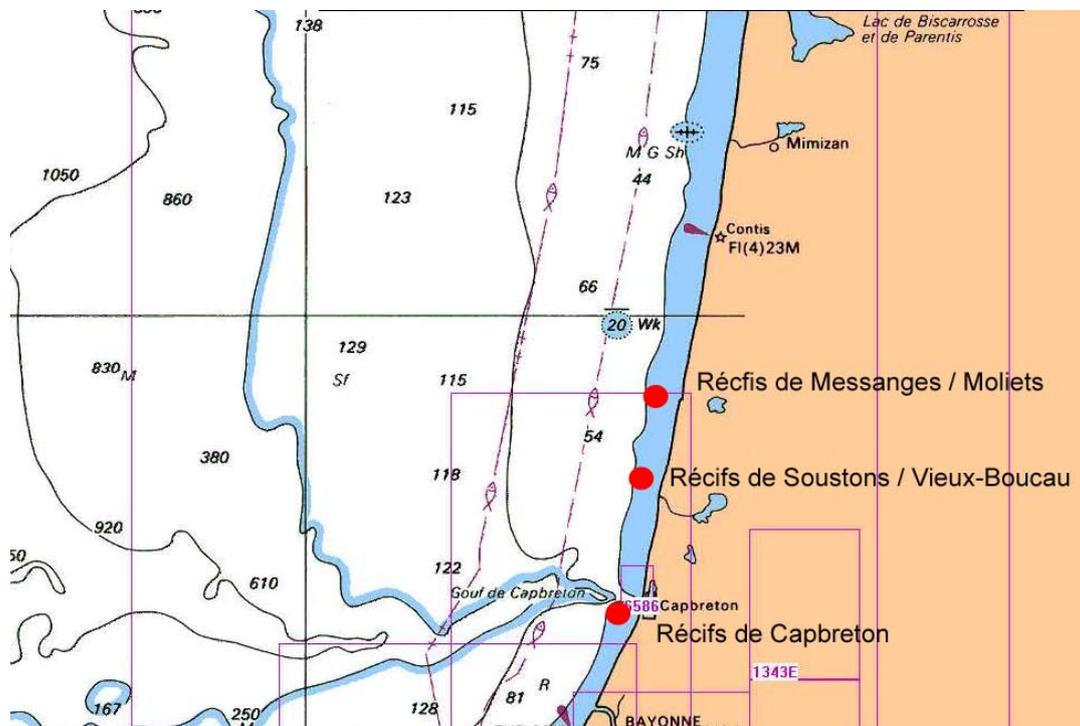


Figure 3 : Localisation des trois zones de récifs artificiels (d'après SHOM).

Les zones de récifs artificiels sont principalement constituées de buses Bonna, modules en béton de forme cylindrique. Leur diamètre moyen est de 120 cm, pour une longueur de 1 m et pour un poids compris entre 0,9 et 1,6 tonnes. Chaque buse a un volume d'environ 1 m<sup>3</sup>.

#### Capbreton

Sur la zone de Capbreton, les buses, disposées côte à côte, ont été immergées le 9 août 1999 depuis une barge. Cette méthode a eu pour conséquence de former une structure d'ensemble peu élevée et étalée sur une grande surface.

- 4) : La zone de Capbreton, d'environ 800 m<sup>3</sup>, comporte trois sites plus ou moins distincts (Figure 4) :
- Site 1 : Le substrat sur lequel sont implantés les récifs artificiels est constitué de sable. Le fond est plat. La profondeur est d'environ 18 m. La superficie de ce récif est d'environ 418 m<sup>2</sup>.
  - Site 2 : ce site est distant de 200 m du site 1. La profondeur du site est d'environ 20 m. Le fond est plat et sableux. La superficie de ce récif est d'environ 300 m<sup>2</sup>.
  - Site 3 : ce site est distant d'une quinzaine de mètres du site 2. La profondeur du site est d'environ 20 m. Le fond est plat et sableux. La surface du site est d'environ 160 m<sup>2</sup>.

La faible distance séparant les sites 2 et 3 autorise à considérer ces 2 sites comme uniques et homogènes, alors que le site 1 reste bien différencié des deux autres.

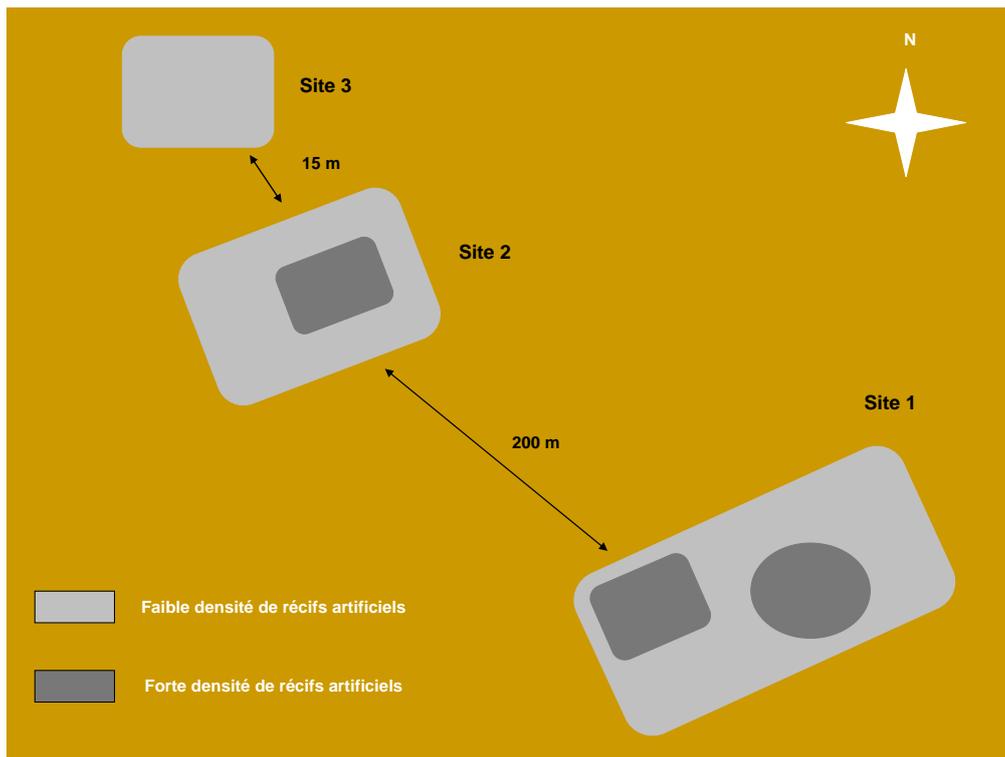


Figure 4 : Représentation schématique des récifs artificiels de la zone de Capbreton (d'après Biosub, 2001).

### Soustons / Vieux-Boucau

Cette zone a été mise en place entre août 2001 et avril 2002. Elle comporte 7 amas de buses en béton disposés de manière circulaire. Le site 5 a été emporté par un chalut. Dans cette zone, les buses ont été liées par 5 et empilées sur environ 3 mètres de haut (Figure 5).

En juin 2005, l'IFREMER a immergé des transducteurs acoustiques sur le site 7, afin d'obtenir des informations supplémentaires sur le peuplement ichthyologique des récifs artificiels. Ce dispositif a été retiré en novembre 2007 en raison des conditions environnementales difficiles.

### Messanges / Azur / Moliets

Les modules de cette zone ont été immergés en novembre 2003. Le site est composé de trois amas d'environ 200 buses (Figure 6). Chaque amas représente environ 200 m<sup>3</sup>. Le substrat est un fond sableux. La profondeur est d'une vingtaine de mètres.

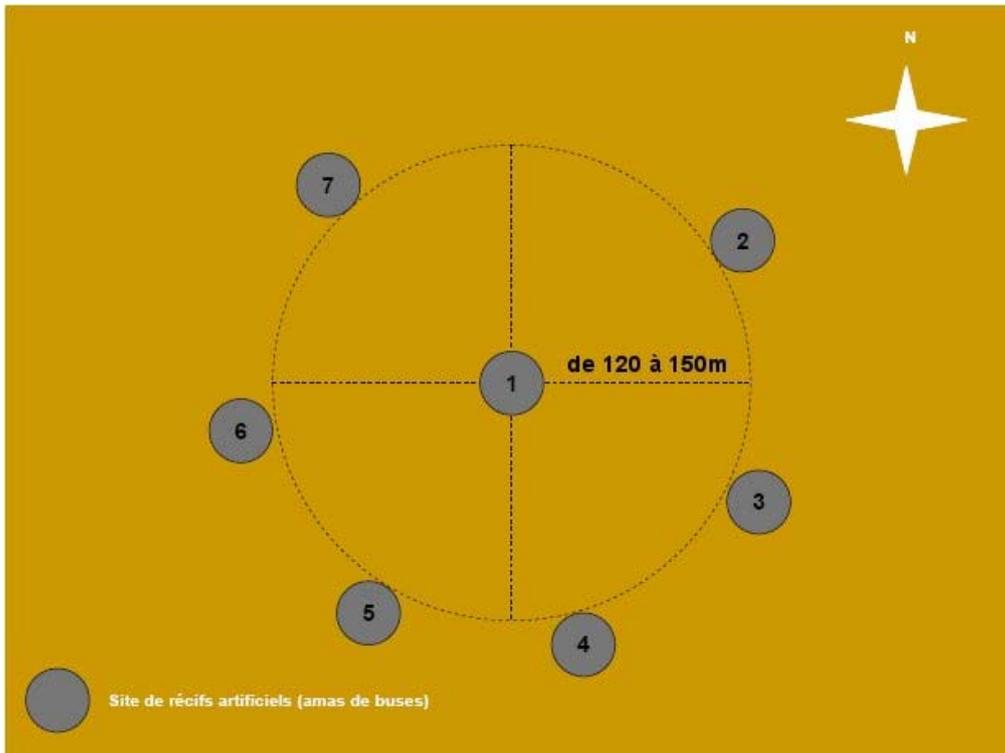


Figure 5 : Représentation schématique des récifs artificiels de la zone de Soustons / Vieux-Boucau (d'après ALR©Gérard Fourneau).

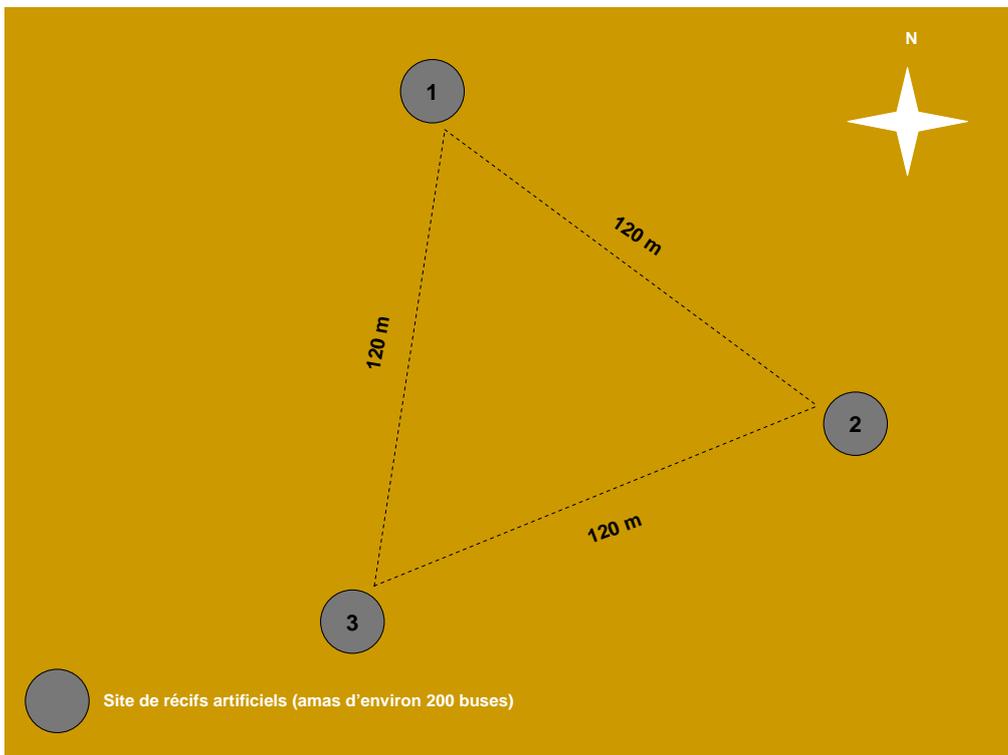


Figure 6 : Représentation schématique des récifs artificiels de la zone de Messanges / Azur / Moliets (d'après Société NTA, Aquitaine Explorer).

## 2.2 Choix de la méthode

L'évaluation des peuplements dans un récif artificiel peut comporter deux stratégies différentes :

- Utilisation de méthodes destructives, avec des engins de pêche traditionnels (trémail, filet maillant, chalut, palangre, canne, hameçons, etc.) ou d'autres engins (fusil-harpon, divers poisons, etc.) ;
- Utilisation de méthodes conservatrices, directes (évaluation en plongée par des comptages visuels, enregistrement vidéo et/ou photo) (Tessier *et al.*, 2005) ou indirectes (ROV ou caméra téléguidé depuis la surface, station hydroacoustique) (Fabi et Sala, 2002).

Les avantages et les inconvénients des deux méthodes pour le suivi des récifs artificiels ont été analysés par Charbonnel *et al.* (1995, 1997) et sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 1).

Tableau 1 : Synthèse des avantages et inconvénients des méthodes par pêche et par plongée pour l'évaluation des peuplements de poissons sur les récifs artificiels (in Charbonnel *et al.*, 1995, 1997).

	Pêche expérimentale	Plongée sous-marine
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Données précises sur tailles et poids des individus ;</li> <li>- Spécimens disponibles pour d'autres analyses (alimentation, reproduction) ;</li> <li>- Nombre d'espèces échantillonnées, en théorie, plus important ;</li> <li>- Evaluation de l'impact bénéfique des récifs sur la pêche professionnelle ;</li> <li>- Possibilité d'échantillonner les espèces nocturnes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surface et volumes échantillonnés connus (calculs de densité et de biomasses) ;</li> <li>- Caractéristiques du site connues ;</li> <li>- Pas de prélèvement dans le peuplement étudié (comparaisons répétées et suivi à long terme possibles) ;</li> <li>- Données sur les espèces vivant à l'intérieur et autour du récif ;</li> <li>- Evaluation plus efficace des espèces craintives et bonnes nageuses (Sparidae) ;</li> <li>- Possibilité d'observation sur le comportement.</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'accès à l'intérieur des récifs et accès limité entre les récifs ;</li> <li>- Méthode aveugle, pas de contrôle des caractéristiques de la zone échantillonnée ;</li> <li>- Evitement des poissons devant l'engin de pêche, sous-estimation des biomasses ;</li> <li>- Suivi régulier à long terme du peuplement impossible sur des petits récifs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comptages impossibles si turbidité importante ;</li> <li>- Obligation d'un entraînement régulier et d'une intercalibration des observateurs ;</li> <li>- Interactions entre plongeur / poisson ;</li> <li>- Temps d'intervention limité (problème d'étude des variabilités spatiales et temporelles).</li> </ul>

Les méthodes par pêche ont été largement utilisées en Europe sur les récifs de la Mer Adriatique (Bombace *et al.*, 1994 ; Fabi et Fiorentini, 1994), sur les anciens récifs du Languedoc-Roussillon (immergés en 1985) par l'IFREMER (Duval-Mellon, 1987 ; Duclerc et Bertrand, 1993).

Les pêches expérimentales (filets trémaux, chalutage) et les enquêtes sur les débarquements, menées par l'IFREMER, ont été effectuées sur des zones trop éloignées des récifs pour pouvoir montrer l'impact halieutique bénéfique attendu (Duval-Mellon, 1987 ; Duclerc et

Bertrand, 1993). De plus, une technique de pêche classique comme le chalutage sous-échantillonne fortement les Sparidae (Harmelin-Vivien et Francour, 1992). En Méditerranée, les Sparidae représentent la principale famille de poissons d'intérêt commercial rencontrée sur les récifs.

Le suivi réalisé par l'IFREMER a été vivement critiqué sur le plan scientifique (Ody, 1990 ; Marinaro, 1995 ; Jensen et Collins, 1995) mais également sur le plan politique. En effet, les conclusions de ce suivi ont conduit la France, leader dans le domaine de l'immersion de récifs artificiels dans les années 1980, à adopter une attitude prudente et alors que les pays voisins (Italie et Espagne) développaient d'importants programmes d'aménagement de leur bande côtière en récifs, avec une grande partie des financements européens.

Les évaluations visuelles en plongée sous-marine comportent également un certain nombre de biais, synthétisés par Harmelin-Vivien *et al.* (1985). Les sources d'erreurs proviennent à la fois de l'observateur, du sujet observé et des interactions qu'ils peuvent établir entre eux. Néanmoins, cette méthode non destructive ne perturbe pas les peuplements en place et n'entraîne pas un biais d'échantillonnage trop important contrairement aux méthodes destructives qui laissent croire à une plus grande précision (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). Les comptages en plongée permettent d'échantillonner les espèces à domaine vital étendu (sars, bars), les espèces à plus faible déplacement spatial, inféodées au récif (labres, serrans, tacauds, ombrines) ou les espèces cryptiques du récif (congres, rascasses). Les relevés visuels constituent toutefois une estimation car la totalité du peuplement ne peut pas être pris en compte.

Chaque méthode présentant des avantages et des inconvénients, l'utilisation complémentaire de ces deux techniques d'échantillonnage (pêche et plongée sous-marine) a donc été choisie pour ce suivi des récifs artificiels de Capbreton, Soustons / Vieux-Boucau, Messanges / Azur / Moliets, comme ce fut le cas en Italie (Fabi et Fiorentini, 1994), au Portugal (Nevès-Santos, 1997) et en France (Collart et Charbonnel, 1998 ; Dalias *et al.*, 2006a et b ; Lenfant *et al.*, 2007 ; Scourzic et Dalias, 2007 ; Dalias *et al.*, 2008 ; Lenfant *et al.*, 2008a).

### 2.3 Le suivi de la colonisation des récifs artificiels

Depuis leur mise au point par Brock (1954) sur les récifs coralliens d'Hawaii, les comptages visuels en plongée sous-marine sont largement utilisés à travers le monde.

En Méditerranée, la plupart des travaux réalisés concernent les zones naturelles comme les substrats rocheux et l'herbier de Posidonie (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985 ; Harmelin, 1987 ; Francour, 1990 ; Garcia-Rubies et Mac Pherson, 1995). Plusieurs équipes de recherche ont adapté ces techniques de comptage à l'étude des récifs artificiels (Charbonnel *et al.*, 1997 ; Charbonnel *et al.*, 2001 ; Dalias *et al.*, 2006a et b ; Dalias et Scourzic, 2006 ; Lenfant *et al.*, 2007 ; Scourzic et Dalias, 2007 ; Dalias *et al.*, 2008 ; Lenfant *et al.*, 2008a). Une stratification de l'échantillonnage est nécessaire (Charbonnel *et al.*, 1997 ; Dalias *et al.*, 2006a et b ; Dalias et Scourzic, 2006 ; Lenfant *et al.*, 2007 ; Scourzic et Dalias, 2007 ; Dalias *et al.*, 2008 ; Lenfant *et al.*, 2008a). Chaque récif artificiel est un cas particulier, du fait de sa taille et de son hétérogénéité structurale. Il faut donc adapter à chaque fois sa méthode d'étude (Dalias *et al.*, 2006a et b ; Dalias et Scourzic, 2006 ; Lenfant *et al.*, 2007 ; Scourzic et Dalias, 2007 ; Dalias *et al.*, 2008 ; Lenfant *et al.*, 2008a).

Dans le cadre de la présente étude, les opérations de terrain ont été conduites par des équipes de plongeurs de l'association Aquitaine Landes Récifs, encadrés par un plongeur scientifique d'OCEANIDE. Les différentes mesures ont été consignées sur une plaquette en PVC immergeable. Des clichés photographiques et des séquences vidéo ont notamment été réalisés.

Lors de ce suivi, de nombreux facteurs limitants (vent, houle, froid, turbidité des eaux et manque de visibilité) doivent être pris en compte pour les différents échantillonnages (pêches expérimentales et plongée sous-marine).

Depuis 2001, le suivi scientifique des récifs artificiels de Capbreton, Soustons / Vieux-Boucau, Messanges / Azur / Moliets est effectué tout au long de l'année afin de prendre en compte la période froide et la période chaude (Figure 7).

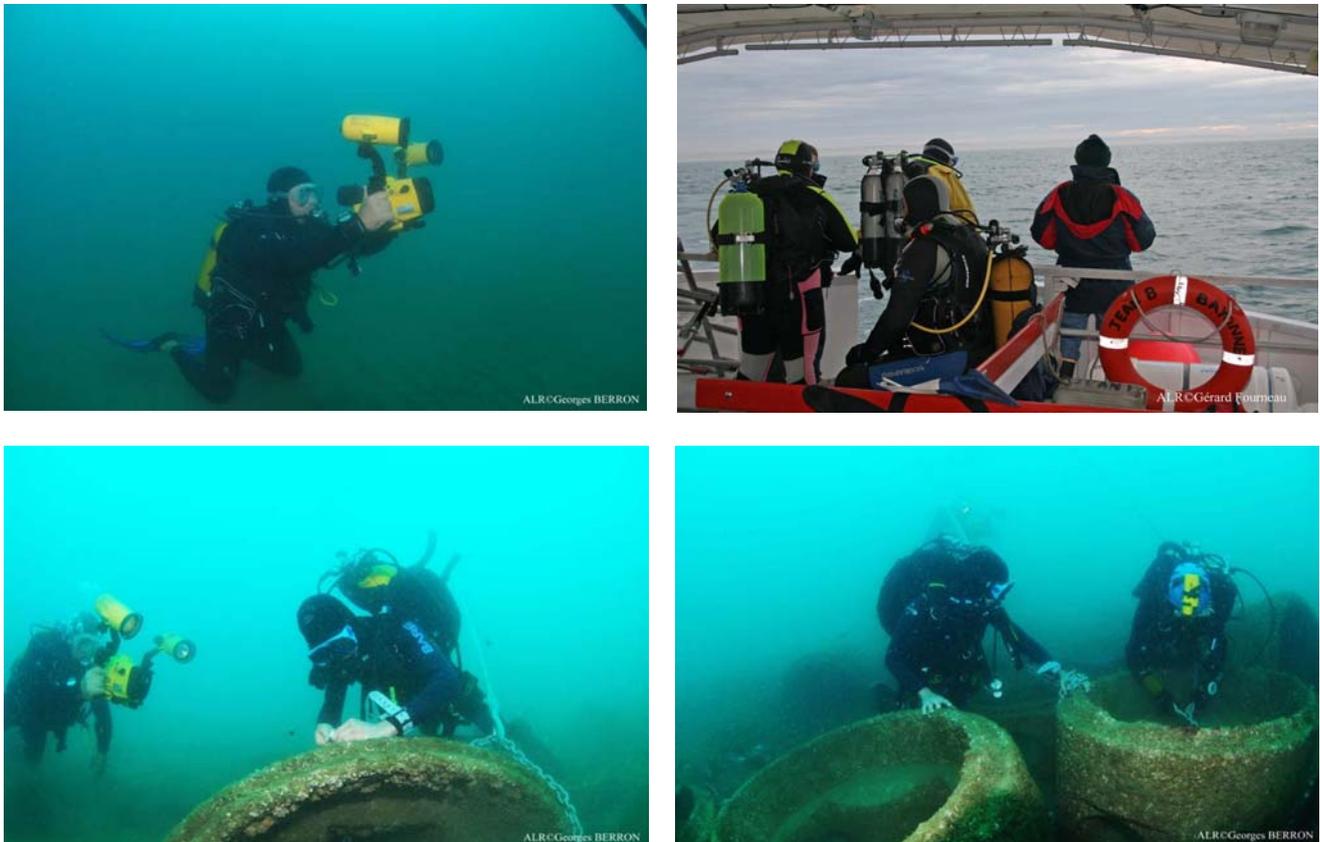


Figure 7 : Suivi scientifique des récifs artificiels en plongée sous-marine (d'après ALR).

## 2.4 Période et fréquence d'échantillonnage

Les échelles de temps de l'échantillonnage doivent être compatibles avec les taux de renouvellement et les cycles de vie des espèces considérées. Les communautés et les populations biologiques évoluent dans le temps au sein d'un récif artificiel. Les variations diurnes de la composition des assemblages de poissons et des abondances des espèces sont importantes (Santos *et al.*, 2002). La succession d'espèces colonisatrices est plus rapide durant la période suivant l'immersion du récif que plusieurs années après. Les suivis scientifiques sont préconisés sur une durée de 5 ans par les directives IFOP (Pary, 2004), réactualisées en FEP (Fonds Européens pour la Pêche). Malgré tout, différentes études (Relini *et al.*, 2002b ; Perkol-Finkel et Benayahu, 2004 ; Dalias et Scourzic, 2006 ; Scourzic et Dalias, 2007) ont démontré qu'après 5 ans de suivi d'un récif artificiel, les communautés présentes n'avaient toujours pas atteint un équilibre et continuaient d'évoluer.

Les récifs artificiels sont le plus souvent positionnés dans des zones côtières et sont donc sujets aux changements saisonniers de la température, de la salinité et de la clarté de l'eau. Les facteurs pouvant avoir une influence sur l'échantillonnage sont l'heure de la journée, la saison et l'année. Il est recommandé de choisir des horaires aléatoires et non réguliers afin que

l'échantillonnage ne coïncide pas avec une quelconque structure cyclique au sein d'une population (Underwood, 1981, 1994). Pour comparer des récifs artificiels entre différentes localités, il est important de réaliser les suivis pendant la même saison. Par contre, il est préférable de réaliser des suivis sur toutes les saisons pour appréhender les variations saisonnières de la structure des assemblages.

### 3 L'étude des paramètres physiques

#### 3.1 Méthodologie

Les premiers paramètres mesurés servent à décrire la résistance de la structure générale des récifs, ainsi que celle des modules unitaires. Cette résistance est estimée vis-à-vis de plusieurs indices : l'enfouissement, l'effondrement, les chocs et les déplacements de modules.

#### La profondeur d'enfouissement ( $I_E$ )

La méthode de mesure est adaptée en fonction du type de récif. Trois paramètres sont mesurés pour pouvoir calculer l'indice d'enfouissement (Figure 8).

- Profondeur maximale (prof. max., en mètres) : profondeur mesurée au point le plus profond à proximité du récif, généralement au fond de la cuvette formée près du récif ;
- Profondeur minimale (prof. min. en mètres) : profondeur mesurée au point le moins profond du récif, généralement la partie supérieure de celui-ci ;
- Hauteur du récif (h, en mètres) : hauteur ou diamètre du récif.

Les profondeurs sont estimées à l'aide d'un profondimètre digital donnant la mesure en mètres à dix centimètres près.

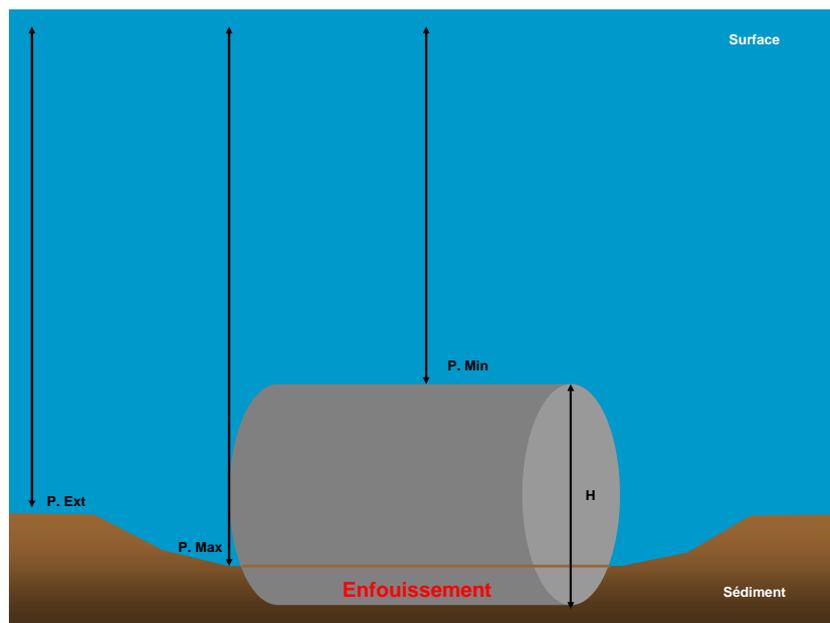


Figure 8 : Différentes mesures utilisées pour calculer l'indice d'envasement d'un récif quelconque.

#### La profondeur de la cuvette

Deux paramètres sont mesurés pour pouvoir calculer la profondeur de la cuvette :

- Profondeur maximale (prof. max., en mètres) : profondeur mesurée au point le plus profond à proximité du récif, généralement au fond de la cuvette formée près du récif ;
- Profondeur extérieure (prof. ext., en mètres) : profondeur observée à une dizaine de mètres de distance du récif et supposée ne pas être affectée par les perturbations courantologiques induites par le récif.

Les profondeurs sont estimées à l'aide d'un profondimètre digital donnant la mesure en mètres à dix centimètres près.

### L'indice d'effondrement ( $I_{Ef}$ )

L'indice d'effondrement ( $I_{Ef}$ ) est calculé seulement au niveau des récifs susceptibles de s'effondrer. Les modules immergés à Capbreton étant disposés en simple couche, cet indice ne peut s'appliquer qu'aux récifs de Soustons / Vieux-Boucau et de Messanges / Azur / Moliets. Pour cela, deux paramètres sont mesurés (Figure 9) :

- Profondeur extérieure (prof. ext., en mètres) : profondeur observée à une dizaine de mètres de distance du récif et supposée ne pas être affectée par les perturbations courantologiques induites par le récif ;
- Profondeur minimale (prof. min. en mètres) : profondeur mesurée au point le moins profond du récif, généralement la partie supérieure de celui-ci.

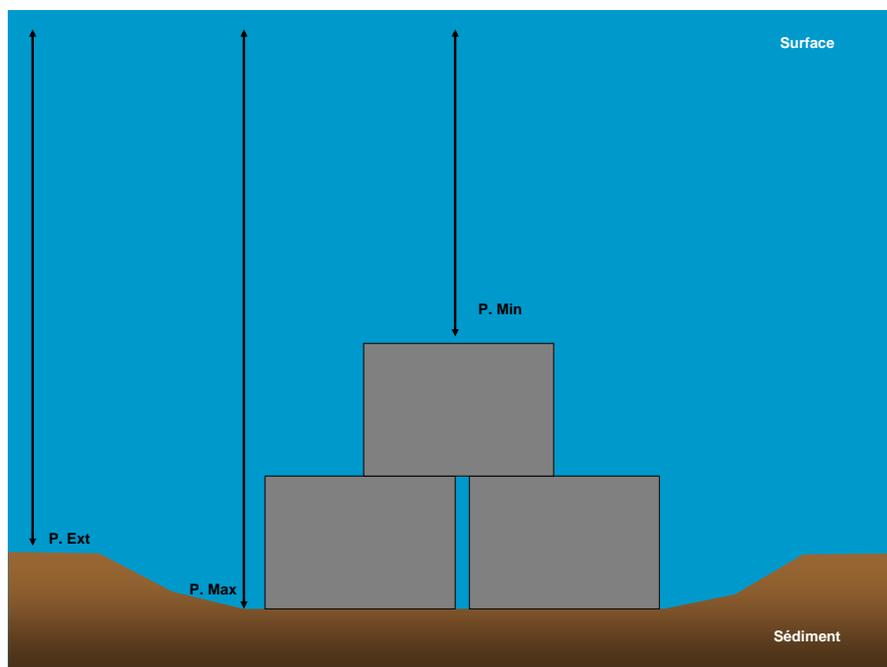


Figure 9 : Différentes mesures utilisées pour calculer l'indice d'effondrement d'un récif.

### L'émergence des modules

Deux paramètres sont mesurés pour pouvoir calculer l'émergence du récif :

- Profondeur minimale (prof. min. en mètres) : profondeur mesurée au point le moins profond du récif, généralement la partie supérieure de celui-ci ;
- Profondeur extérieure (prof. ext., en mètres) : profondeur observée à une dizaine de mètres de distance du récif et supposée ne pas être affectée par les perturbations courantologiques induites par le récif.

Les profondeurs sont estimées à l'aide d'un profondimètre digital donnant la mesure en mètres à dix centimètres près.

### 3.2 Résultats

#### Capbreton

Selon Biosub (2001), certaines buses du site 2 de Capbreton, immergées en août et en septembre 1999, étaient empilées sur trois niveaux. Mais suite à la tempête de décembre 1999, ces empilements ont disparu et les buses ne sont plus disposées qu'en une seule couche de 1 mètre de haut maximum.

En 2001, le site abritant les modules s'est enfoncé de 1 mètre en moyenne et les modules en périphérie des sites sont fortement ensablés et certains ont même totalement disparu (Biosub, 2001).

Suite aux mesures effectuées en 2007 et en 2008, il apparaît que la profondeur de la cuvette est proche de celle observée 2001, indiquant une stabilisation de ce phénomène. La présence de cette dépression autour des récifs artificiels immergés sur des fonds sablo-vaseux s'explique par les actions hydrodynamiques assez intenses. La circulation de l'eau autour des modules est perturbée par leur présence. Les lignes de courant sont déviées et s'accroissent à proximité de la structure. Cette accélération a tendance à remettre en suspension le sédiment et à le déposer plus loin.

Les récifs artificiels sont faiblement enfouis. La profondeur de la cuvette est importante, entraînant une émergence nulle des structures (Figure 10).

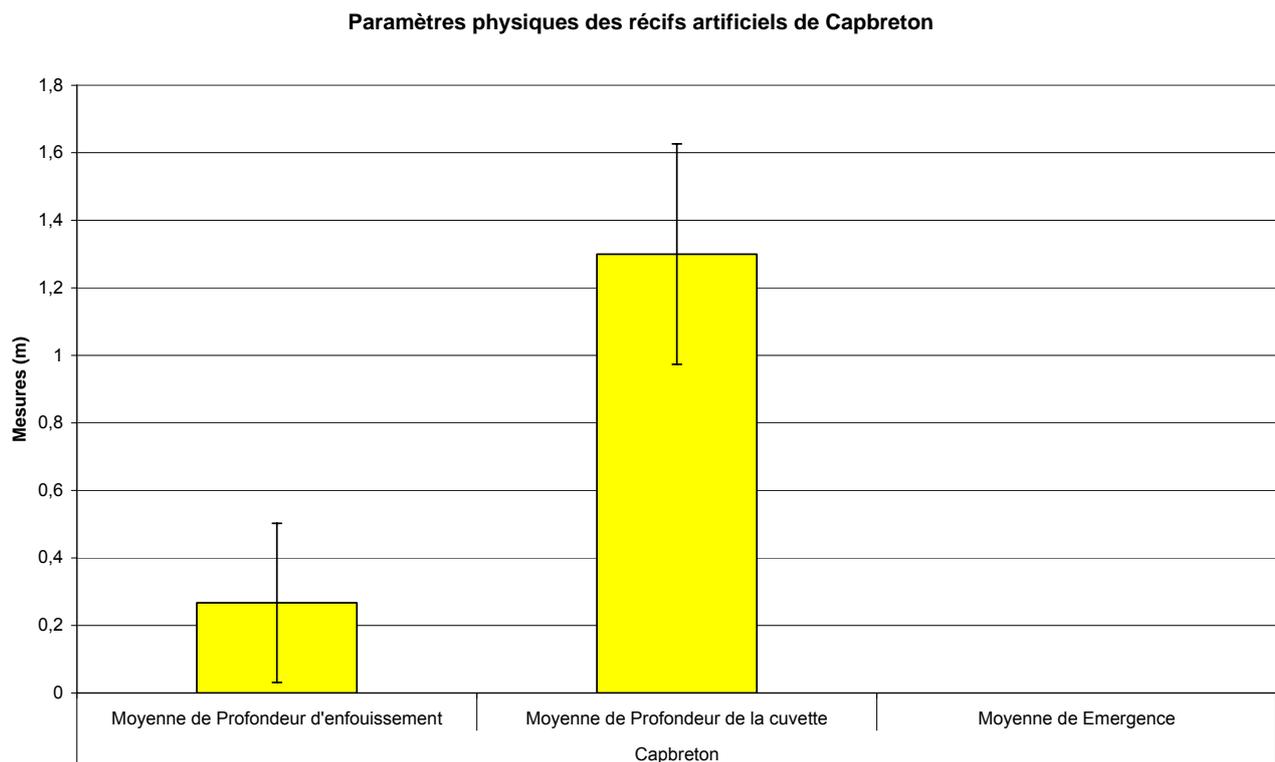


Figure 10 : Paramètres physiques des récifs artificiels de Capbreton.

## Messanges / Azur / Moliets

Immergé en 2003, le récif de Messanges / Azur / Moliets est constitué d'amas chaotiques de 200 buses environ sur une hauteur de 3 mètres maximum. L'émergence au niveau des amas chaotiques est plus importante que pour les autres types de modules du fait de l'empilement des structures.

Suite aux mesures effectuées en 2007, il apparaît que la profondeur de la cuvette et la profondeur d'enfouissement sont importants. De plus, l'indice d'effondrement indique que les amas chaotiques se serait effondré de 60%. Malgré tout, les récifs artificiels émergent d'environ 1,2 m (Figure 11).

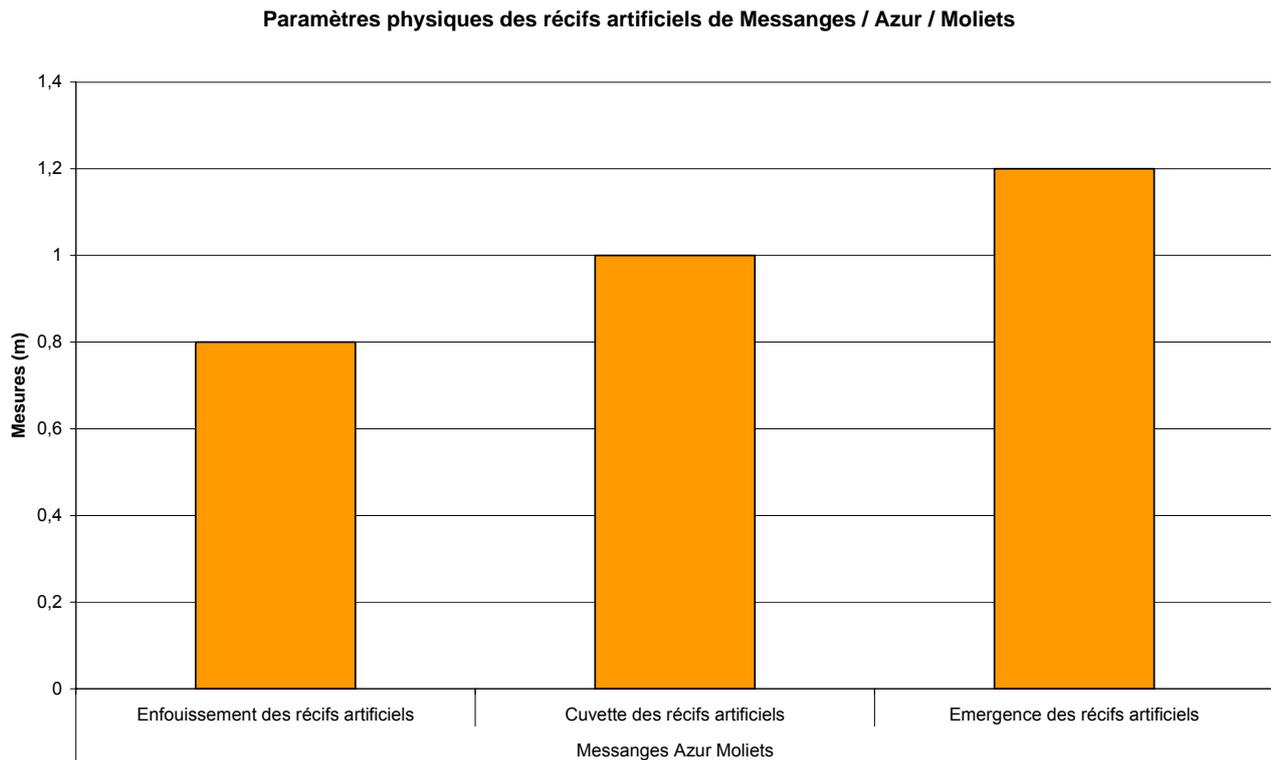


Figure 11 : Paramètres physiques des récifs artificiels de Messanges / Azur / Moliets.

### 3.3 Discussion

Ces campagnes de mesures ont permis de mettre en évidence la grande spécificité des zones (Figure 12).

Malgré leur proximité, chaque zone est unique et évolue de façon bien particulière. Du fait de la forte variabilité observée (écart-types élevés), cette évolution sera à vérifier lors des prochaines campagnes.

Dans les zones de substrats meubles soumis à l'action des houles, les phénomènes d'enfouissement des récifs artificiels sont importants. Le taux d'enfouissement est alors souvent élevé. En fonction des résultats obtenus, il apparaît que le phénomène d'envasement des récifs artificiels peut atteindre rapidement des valeurs importantes. De plus, il peut exister des oscillations des niveaux d'envasement suivant la saison et le site, attribuées principalement aux variations du

régime des courants et à l'intensité des tempêtes. Un module immergé est assujéti à de nombreuses forces (Sheng, 2000). Il est soumis à un forçage dû aux courants de fond et de surface (vagues et vent), proportionnel à la surface immergée, créant des forces de traction et d'inertie. La tendance pourra évoluer vers une relative stabilité autour d'un point d'équilibre entre les contraintes hydrodynamiques et la réduction de ces contraintes par enfouissement.

La présence d'une dépression autour du module n'est pas étonnante pour une structure de petite taille (buse) immergée sur des fonds sablo-vaseux et soumise à des actions hydrodynamiques assez intenses. La circulation de l'eau autour du module est perturbée par la présence du module. Les lignes de courant sont déviées et s'accélèrent à proximité de la structure, un peu à la manière d'un cours d'eau dont la vitesse d'écoulement augmente au niveau d'un passage plus étroit. Cette accélération a tendance à remettre en suspension le sédiment et à le déposer plus loin.

La forme des affouillements (profondeur de la cuvette, taille du talus) ne peut être interprétée avec les seules observations issues de ces campagnes. D'autres mesures seront nécessaires afin de bien caractériser ces phénomènes.



Figure 12 : Vue d'ensemble des récifs artificiels (d'après ALR©Georges Berron).

## 4 L'étude des paramètres biologiques

---

### 4.1 Méthodologie

#### 4.1.1 Les espèces étudiées

Une attention particulière, mais non exclusive, est portée aux espèces commercialisables et à leur cycle de vie (présence des différentes classes d'âge, des alevins aux géniteurs, etc.).

#### Les espèces sessiles (macroflore et invertébrés)

L'évaluation est réalisée en scaphandre autonome. Lors de la plongée, l'observateur étudie les principales espèces fixées sur le récif. En complément, quand les conditions météorologiques le permettent, des prises de vue sont réalisées pour une analyse d'images à terre.

La présence d'espèces caractéristiques peut éventuellement permettre d'identifier les différents stades de colonisation du récif artificiel (espèces pionnières comme les moules, certaines ophiures, etc.).

Lors de ce suivi scientifique des récifs artificiels, une attention toute particulière est apportée aux invertébrés présentant un intérêt commercial. Il conviendra néanmoins de signaler la présence des espèces sans importance commerciale et les espèces du substrat meuble situées au voisinage des récifs artificiels.

#### Les espèces vagiles (poissons et invertébrés)

Afin de ne pas perturber les peuplements ichtyques des récifs, un seul observateur de la palanquée réalise les comptages. L'approche et le déplacement sont réalisés strictement de la même façon à chaque inventaire.

Quatre types de distribution des espèces mobiles ont été choisies :

- Les espèces très mobiles et difficiles d'approche (sars, bars, pageots) sont comptées en premier (Figure 13) ;
- Les espèces à proximité immédiate du récif (poissons : labres, serrans ; invertébrés : calmars, seiche) sont dénombrées en suivant (Figure 14) ;
- Les espèces inféodées aux récifs (poissons : congres, rascasses, blennies, gobies ; invertébrés : poulpes, crustacés, etc.) sont répertoriées en explorant consciencieusement toutes les cavités ainsi que les zones internes à l'aide de phares sous-marins (Figure 15) ;
- Les espèces grégaires de pleine eau, peu craintives, souvent très abondantes (chinchards, tacauds, ombrines) sont estimées en dernier.

Des enregistrements vidéo ou des photographies sont réalisés sur chaque récif par le deuxième plongeur lorsque la visibilité le permet.

La difficulté de l'étude peut être directement liée aux conditions météorologiques (visibilité faible, fort vent, courant). Une estimation ou une mesure de la visibilité est réalisée. La méthodologie de comptage est adaptée en fonction des sites et des conditions environnementales. Cette méthodologie est clairement consignée pour être facilement reproduite.

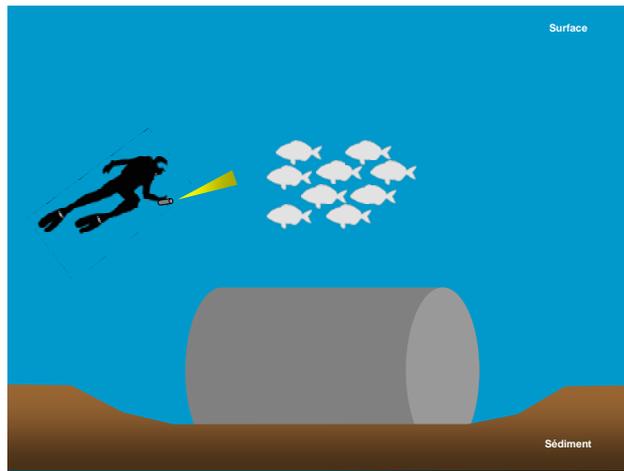


Figure 13 : Représentation schématique de la première phase du comptage, les espèces mobiles et difficiles d'approche.

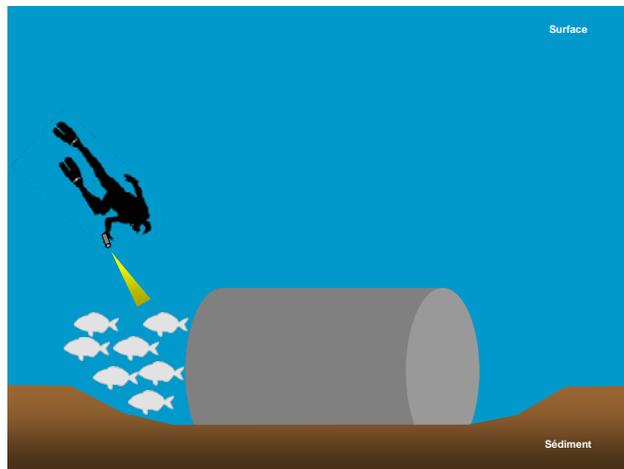


Figure 14 : Représentation schématique de la deuxième phase du comptage, les espèces à proximité immédiate du récif.



Figure 15 : Représentation schématique de la troisième phase du comptage, les espèces vivant à l'intérieur du récif.

#### 4.1.2 Les paramètres biologiques étudiés

##### La richesse spécifique

Lors de cette étude, le nombre d'espèces différentes est évalué. Une attention particulière est portée sur les espèces d'intérêt commercial. Cette liste d'espèces a été déterminée en collaboration avec les divers acteurs socio-économiques de la zone d'étude (pêcheurs professionnels et amateurs). La densité des espèces d'intérêt commercial peut ainsi être évaluée.

##### La densité des espèces en fonction des classes de taille

La densité est exprimée en nombre d'individus par récif. Le nombre d'individus présents sur chaque récif est dénombré de façon directe jusqu'à 30 individus. Pour les espèces regroupées en bancs, le nombre d'individus est estimé selon une cotation d'abondance proche d'une progression géométrique de base 2 : 31-50 / 51-100 / 101-200 / 201-500 / plus de 500. Cette cotation correspond généralement aux abondances des différents groupements de poissons les plus souvent observés en plongée (Harmelin-Vivien et Harmelin, 1975). Les densités sont calculées à partir de la moyenne arithmétique de chaque limite de classe (ex : 31-50 = 40).

L'emploi de classes d'abondance préfixées a l'avantage d'augmenter la rapidité de comptage et minimise les pertes d'informations qui découleraient de toute perte de temps lors de l'estimation d'un groupe de poissons. Malgré tout, plusieurs auteurs (Harmelin-Vivien et Harmelin, 1975 ; Frontier et Viale, 1977) ont démontré que le nombre d'individus comptabilisés est généralement sous-estimé. Les expériences réalisées par Harmelin-Vivien *et al.* (1985) ont montré qu'au-delà de 20 à 30 poissons, la numération directe était difficile. D'ailleurs, l'existence d'un seuil maximal de dénombrement possible, sans sous-estimation importante, a déjà été démontrée en psychologie humaine par Brevan *et al.* (1963). Ce seuil se situe aux alentours de la vingtaine d'objets.

Pour l'estimation de la taille du poisson, trois catégories sont généralement retenues : Petit, Moyen, Gros (Bayle-Sempere *et al.*, 1994 ; Charbonnel et Francour, 1994). Ces catégories, adaptées à chaque espèce, sont déterminées par rapport à la taille maximale (L. max) atteinte citée dans la littérature (Bauchot et Pras, 1980 ; Whitehead *et al.*, 1986 ; Fisher *et al.*, 1987) : Petit (0 à 1/3 de L. max), Moyen (1/3 à 2/3 de L. max) et Gros (2/3 à L. max).

##### La densité des espèces d'intérêt commercial

Lors de ce suivi des récifs artificiels, une attention particulière est portée sur les espèces d'intérêt commercial. Cette liste d'espèces a été déterminée en collaboration avec les divers acteurs socio-économiques de la zone d'étude (pêcheurs professionnels et amateurs). La densité des espèces d'intérêt commercial peut ainsi être évaluée.

##### La biomasse des espèces d'intérêt commercial

A partir des données de comptage *in situ*, il est possible d'estimer la biomasse (en grammes de poids humide) en utilisant une relation Taille - Poids par espèce. Pour chaque classe de taille (Petit, Moyen et Grand), un poids moyen est calculé. Ce poids correspond à la moyenne arithmétique des poids calculés pour les tailles limites de la classe de taille (Devaux et Millerioux, 1976 ; Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). La plupart des relations Taille - Poids disponibles proviennent des espèces de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, où la majorité des études sur les récifs

artificiels ont été effectuées (Charbonnel, 1989 ; Charbonnel et Francour, 1994 ; Ody, 1987 ; Ody et Harmelin, 1994). Certaines relations ne reflètent pas le contexte local.

## 4.2 Résultats

### 4.2.1 La faune pionnière

#### Les invertébrés fixés

Lors du suivi scientifique des récifs artificiels gérés par Aquitaine Landes Récifs, une attention toute particulière est apportée aux espèces présentant un intérêt commercial. Il convient néanmoins de signaler la présence des espèces sans importance commerciale mais dont le rôle écologique est primordial dans l'établissement de la chaîne trophique.

- Mollusques
  - Moule (*Mytilus edulis*) ;
- Anémones
  - Actinie rouge, *Actina equina* ;
  - Anémone, *Tealina felina* ;
  - Anémone bijou, *Corynactis viridis* (Figure 16)
  - Anémone dalhia, *Urticina eques* ;
  - Anémone encroûtante, *Parazoanthus anguicomus* ;
  - Anémone marguerite, *Actinothoe sphyrodeta* (Figure 17) ;
  - Anémone parasite, *Calliactis parasitica* ;
- Alcyonaires
  - Alcyon jaune, *Alcyonium digitatum* (Figure 18) ;
- Annélides polychètes
  - Spirographe, *Spirographis spallanzanii* ;
- Ascidiées
  - Ascidiée blanche, *Phallusia mammillata* ;
  - Ascidiée orange, *Botryllus leachi* ;
- Gorgonaires
  - *Leptogorgia sarmentosa* (Figure 19) ;
- Spongiaires
  - Eponge encroûtante orange-rouge, *Crambe crambe*.

Ces invertébrés peuvent parfois constituer de véritables faciès et donnent un aspect paysager particulier aux structures.

L'observation s'étant limitée aux macro-invertébrés aisément déterminables *in situ*, le nombre total d'espèces est donc certainement plus important.

Cette diversité en invertébrés fixés, plus spécialement l'abondance en organismes filtreurs et suspensivores, traduit la richesse du milieu en matières organiques et particulaires en suspension, engendrant une importante turbidité.

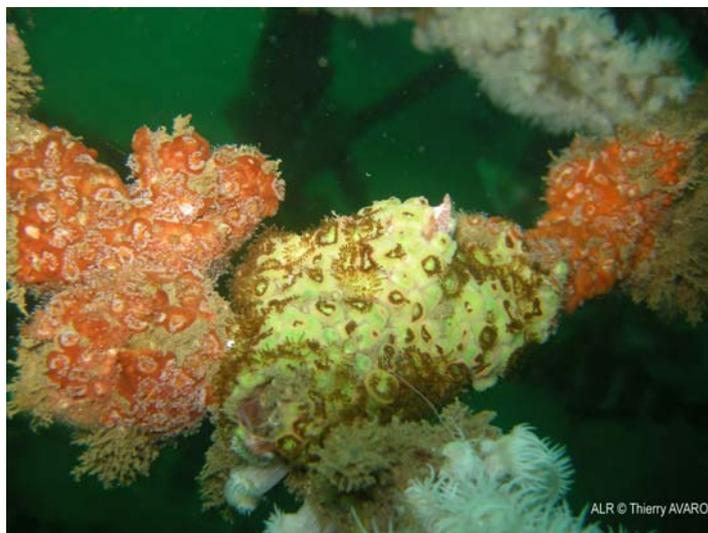


Figure 16 : Anémones bijou (*Corynactis viridis*) (d'après ALR©Thierry Avaro).



Figure 17 : Anémone marguerite (*Actinothoe sphyrodeta*) (d'après ALR©Thierry Avaro).



Figure 18 : Alcyon jaune (*Alcyonium digitatum*) (d'après ALR, Avaro).



Figure 19 : Gorgone orange (*Leptogorgia sarmentosa*) (d'après ALR©Jean Célestrino).

### Les invertébrés mobiles

Les invertébrés mobiles, directement observables et évoluant sur ou à proximité des récifs artificiels sont :

- Céphalopodes
  - Poulpe, *Octopus vulgaris* (Figure 20) ;
- Crustacés
  - Araignée, *Maja squinado* ;
  - Bernard l'hermite, *Pagurus bernhardus* ;
  - Crabe nageur, *Liocarcinus sp.* ;
  - Crabe vert, *Carcinus maenas* ;
  - Crevette bouquet, *Palaemon serratus* (Figure 21) ;
  - Etrille, *Necora puber* (Figure 22) ;
  - Galathée, *Galathea strigosa* ;
  - Homard, *Homarus gammarus* ;
  - Macropode, *Macropodia longirostris* ;
  - Petite cigale, *Scyllarus arctus* ;

- Echinodermes
  - Etoile de mer glaciale, *Marthasterias glacialis* ;
  - Etoile de mer, *Asteria rubens* ;
  - Oursin commun, *Paracentrus lividus* ;
  - Oursin de rocher, *Psammechinus miliaris* ;
  - Oursin de sable, *Echinocardium cordatum* ;
- Nudibranches
  - Doris canthabrique, *Hypselodoris cantabrica*.

Une nouvelle espèce a été observée sur le site de Capbreton : la Doris canthabrique, *Hypselodoris cantabrica*.

L'étrille (*Necora puber*) a été observée pour la première fois en 2008 sur le site de Messanges / Azur / Moliets.



Figure 20 : Poulpe (*Octopus vulgaris*) (d'après ALR©Thierry Avaro).



Figure 21 : Crevette bouquet (*Palaemon serratus*) (d'après ALR©Thierry Avaro).



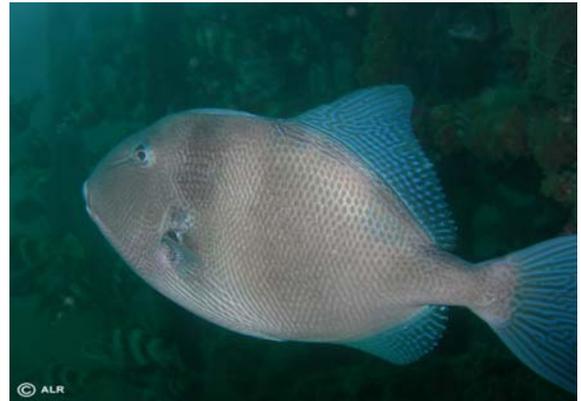
Figure 22 : Etrille (*Necora puber*) (d'après ALR©Thierry Avaro).

#### 4.2.2 La richesse spécifique

Au cours de ces différentes années de suivi scientifique, plusieurs espèces de vertébrés ont été observées sur les récifs artificiels (Figure 23) (Annexes).



*Parablennius gattorugine* (d'après ALR©Thierry Avaro)



*Balites capriscus* (d'après ALR©Thierry Avaro)



*Parablennius pilicornis* (d'après ALR©Thierry Avaro)



*Trisopterus luscus* (d'après ALR©Thierry Avaro)



*Conger conger* (d'après ALR©Georges Berron)



*Balistes capriscus* (d'après ALR@Thierry Avaro)



*Trisopterus luscus* (d'après ALR©Thierry Avaro)



*Conger conger* (d'après ALR@Thierry Avaro)

Figure 23 : Espèces de vertébrés rencontrées sur les récifs artificiels.

Pour chaque année, la richesse spécifique des récifs artificiels (nombre moyen d'espèces) a été étudiée sur les différentes zones (Tableau 2).

Tableau 2 : Richesse spécifique moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.

Zone	Données	Année							Moyenne	
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Capbreton	Moyenne	9,444	13,406	11,180	12,750	8,000	12,333	8,150	11,375	<b>10,933</b>
	Écart-type	3,693	4,485	5,465	2,278	1,633	6,342	3,054	3,638	4,771
Messanges / Azur / Moliets	Moyenne	√	√	√	√	9,333	√	8,333	3,667	<b>7,111</b>
	Écart-type	√	√	√	√	2,357	√	0,471	1,700	2,998
Soustons / Vieux-Boucau	Moyenne	5,500	9,500	10,292	√	9,500	10,500	8,000	√	<b>9,567</b>
	Écart-type	2,179	2,651	3,974	√	4,555	1,658	1,000	√	3,630
<b>Moyenne</b>		<b>9,050</b>	<b>12,000</b>	<b>10,892</b>	<b>12,750</b>	<b>9,143</b>	<b>11,600</b>	<b>8,160</b>	<b>9,273</b>	<b>10,431</b>
Écart-type		3,761	4,350	5,047	2,278	3,739	5,103	2,752	4,712	4,533

A la suite de ces différentes années, il apparaît que les zones ont suivi des évolutions différentes. Toutefois, du fait de la forte variabilité observée (écart-types élevés), cette évolution sera à vérifier lors de prochaines campagnes (Figure 24).

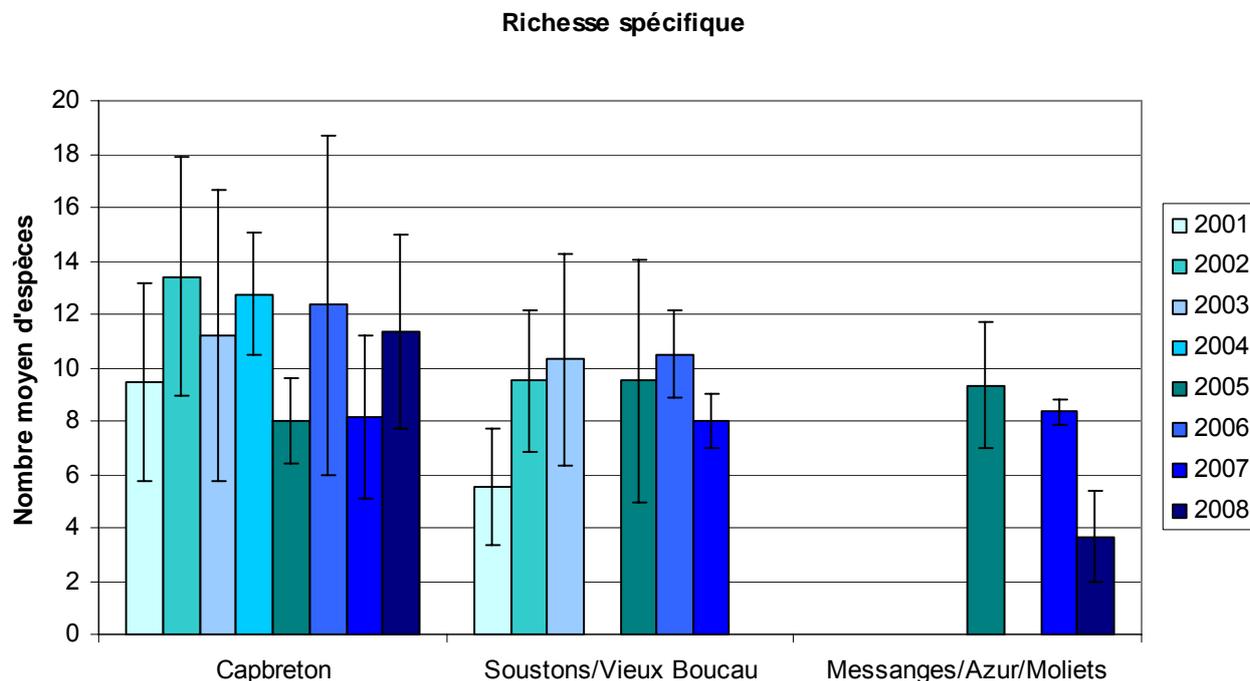


Figure 24 : Richesse spécifique moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.

#### 4.2.3 La densité des individus

Pour chaque année, la densité des récifs artificiels (nombre moyen d'individus) a été étudiée sur les différentes zones (Tableau 3).

Tableau 3 : Densité moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.

Zone	Données	Année								Moyenn e
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Capbreton	Moyenne	1420,77 8	1280,00 0	853,60 0	543,12 5	455,000	645,66 7	544,65 0	533,37 5	<b>978,724</b>
	Écart-type	768,603	638,263	415,56 2	210,56 7	22,730	430,12 7	220,44 8	244,55 6	631,184
Messanges / Azur / Moliets	Moyenne	√	√	√	√	1008,66 7	√	854,00 0	369,33 3	<b>744,000</b>
	Écart-type	√	√	√	√	316,734	√	306,17 8	13,888	372,729
Soustons / Vieux-Boucau	Moyenne	966,250	1016,00 0	814,25 0	√	876,250	955,25 0	446,50 0	√	<b>890,317</b>
	Écart-type	292,848	276,294	316,38 1	√	184,670	311,11 4	24,500	√	306,575
<b>Moyenne</b>		<b>1375,32 5</b>	<b>1184,96 0</b>	<b>840,83 8</b>	<b>543,12 5</b>	<b>814,357</b>	<b>769,50 0</b>	<b>573,92 0</b>	<b>488,63 6</b>	<b>946,754</b>
Écart-type		747,559	551,600	386,63 5	210,56 7	281,154	415,60 1	248,13 9	221,10 3	559,231

A la suite de ces différentes années, il apparaît que les zones ont suivi des évolutions différentes. Toutefois, du fait de la forte variabilité observée (écart-types élevés), cette évolution sera à vérifier lors de prochaines campagnes (Figure 25).

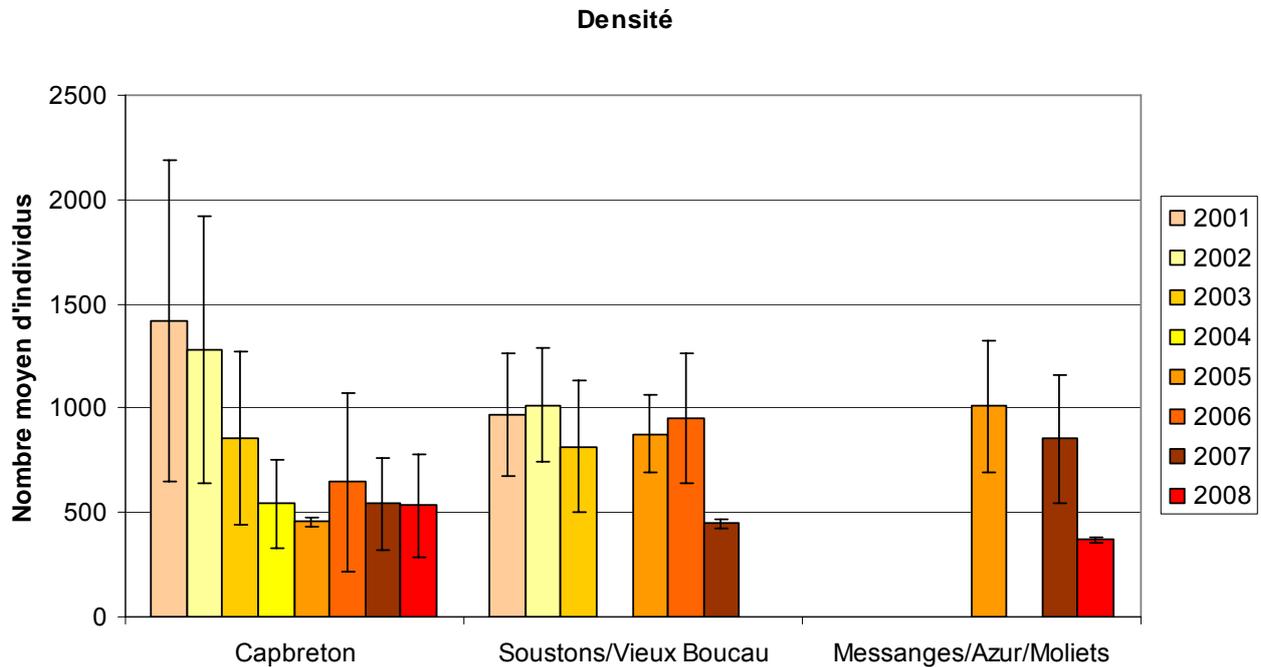


Figure 25 : Densité moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.

#### 4.2.4 La densité des individus en fonction des classes de taille

Pour chaque année, la densité des individus (nombre moyens d'individus par zone de récifs artificiels) en fonction des classes de taille a été étudiée sur les différentes zones (Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6).

A la suite de ces différentes années, il apparaît que les zones modules ont suivi des évolutions différentes. Toutefois, du fait de la forte variabilité observée (écart-types élevés), cette évolution sera à vérifier lors de prochaines campagnes (Figure 26, Figure 27, Figure 28).

Tableau 4 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Capbreton.

Taille	Données	Année								Moyenne
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Petit	Moyenne	267,111	359,063	203,140	239,125	376,667	268,667	120,500	187,000	<b>244,319</b>
	Écart-type	238,743	340,860	248,394	172,557	16,997	176,599	164,008	242,903	262,189
Moyen	Écart-type	971,472	647,938	548,460	263,875	58,333	291,167	314,450	175,000	<b>581,914</b>
	Écart-type	596,374	412,104	321,018	244,280	6,236	183,468	199,472	165,315	467,585
Gros	Moyenne	182,194	273,000	102,000	40,125	20,000	85,833	109,700	171,375	<b>152,491</b>
	Écart-type	194,381	326,415	161,303	17,940	0,000	136,700	155,003	202,591	219,284
<b>Moyenne</b>		<b>473,593</b>	<b>426,667</b>	<b>284,533</b>	<b>181,042</b>	<b>151,667</b>	<b>215,222</b>	<b>181,550</b>	<b>177,792</b>	<b>326,241</b>
Écart-type		524,683	395,688	316,424	199,886	160,208	190,525	197,708	206,162	381,983

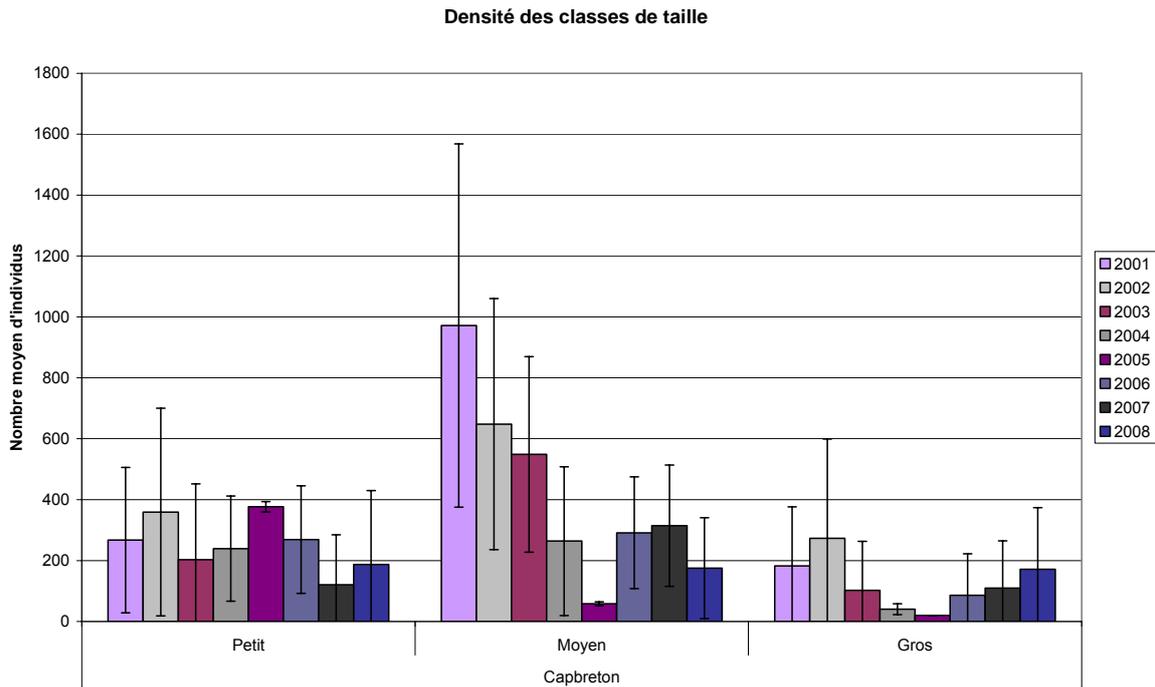


Figure 26 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Capbreton.

Tableau 5 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Soustons / Vieux-Boucau.

Taille	Données	Année						Moyenne
		2001	2002	2003	2005	2006	2007	
Petit	Moyenne	175,500	380,944	200,708	442,875	94,500	1,500	<b>271,667</b>
	Écart-type	175,001	317,892	295,231	152,072	159,094	0,500	294,348
Moyen	Moyenne	789,750	567,611	569,375	371,125	565,000	375,000	<b>550,333</b>
	Écart-type	154,297	333,826	288,721	169,178	419,478	15,000	305,442
Gros	Moyenne	1,000	67,444	44,167	62,250	295,750	70,000	<b>68,317</b>
	Écart-type	0,000	130,341	96,193	118,378	148,250	10,000	126,980
<b>Moyenne</b>		<b>322,083</b>	<b>338,667</b>	<b>271,417</b>	<b>292,083</b>	<b>318,417</b>	<b>148,833</b>	<b>296,772</b>
Écart-type		364,109	345,084	329,239	221,788	334,019	162,684	323,097

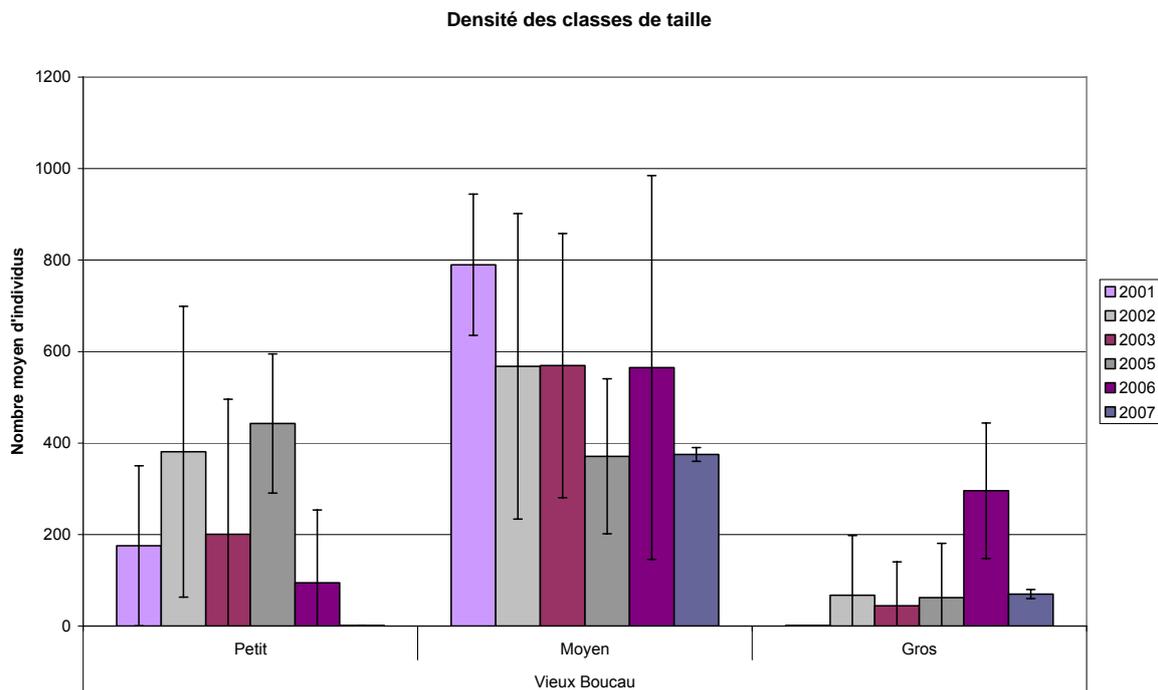


Figure 27 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Soustons / Vieux-Boucau.

Tableau 6 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Messanges / Azur / Moliets.

Taille	Données	Année			Moyenne
		2005	2007	2008	
Petit	Moyenne	393,667	360,333	5,000	<b>253,000</b>
	Écart-type	4,497	286,520	7,071	241,506
Moyen	Moyenne	491,667	128,667	14,333	<b>211,556</b>
	Écart-type	151,346	160,105	8,731	240,031
Gros	Moyenne	123,333	365,000	350,000	<b>279,444</b>
	Écart-type	167,349	283,755	0,000	219,993
<b>Moyenne</b>		336,222	284,667	123,111	248,000
Écart-type		203,073	273,714	160,611	235,711

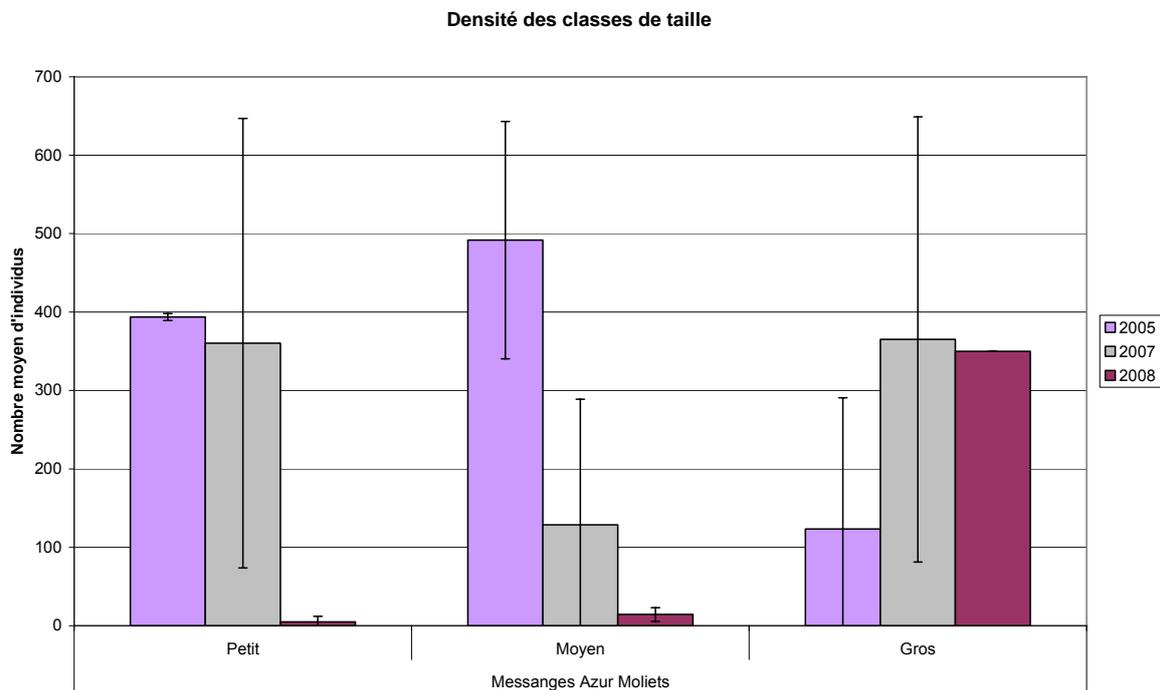


Figure 28 : Densité moyenne en fonction des classes de taille pour la zone de Messanges / Azur / Moliets.

#### 4.2.5 La biomasse des espèces

Pour chaque année, les biomasses (en kg) de congre (*Conger conger*) et de bar (*Dicentrarchus labrax*) ont été étudiées sur les différentes zones (Tableau 7). Cette estimation de biomasse porte sur ces deux espèces car elles ont été observées lors de chaque campagne (pour le congre). De plus, ces deux espèces peuvent synthétiser la possible rentabilité économique des récifs artificiels, avec un prix de vente relativement faible pour le congre (1,57 €/Kg) et un prix de vente assez élevé pour le bar (13,45 €/Kg) (OFIMER, 2007).

Tableau 7 : Biomasses (kg) de congre et de bar pour chaque zone de récifs artificiels.

Zone	Données	Année								Moyenne
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Capbreton	Moyenne	67,517	211,565	322,184	551,184	587,930	416,450	304,304	312,338	<b>261,145</b>
	Écart-type	65,405	166,830	230,076	97,220	0,000	246,193	233,689	222,880	227,432
Messanges / Azur / Moliets	Moyenne	√	√	√	√	146,983	√	166,580	0,000	<b>104,521</b>
	Écart-type	√	√	√	√	0,000	√	13,858	0,000	74,769
Soustons / Vieux-Boucau	Moyenne	29,397	163,314	251,095	√	440,948	390,580	350,135	√	<b>247,895</b>
	Écart-type	0,000	134,434	172,243	√	146,983	227,314	237,795	√	193,667
<b>Moyenne</b>		<b>63,705</b>	<b>194,194</b>	<b>299,128</b>	<b>551,184</b>	<b>409,451</b>	<b>406,102</b>	<b>291,444</b>	<b>227,155</b>	<b>251,642</b>
Écart-type		63,094	157,655	215,630	97,220	185,742	239,156	224,754	235,536	217,175

A la suite de ces différentes années, il apparaît que les différentes zones ont suivi des évolutions différentes. Toutefois, du fait de la forte variabilité observée (écart-types élevés), cette évolution sera à vérifier lors de prochaines campagnes (Figure 29).

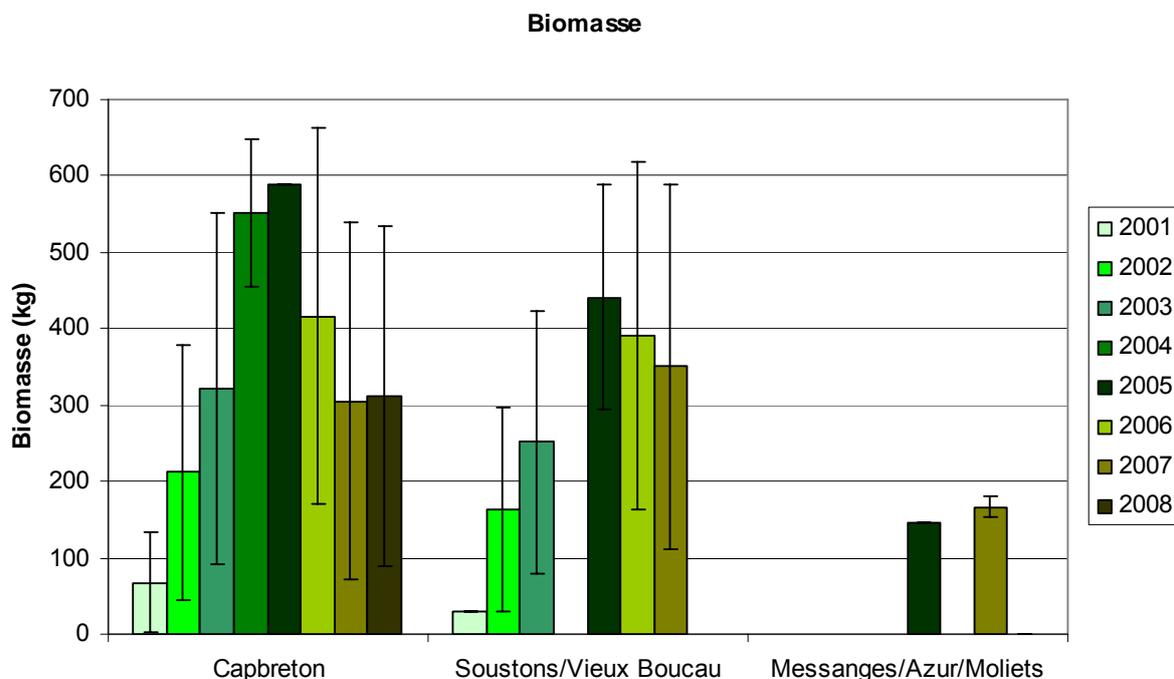


Figure 29 : Biomasses de congre et de bar pour chaque zone de récifs artificiels.

#### 4.2.6 Estimation de la rentabilité économique des récifs artificiels

Pour chaque année, une estimation de la rentabilité économique des récifs artificiels a été réalisée sur la base de l'étude des biomasses de congre et de bar et sur leur prix de vente les biomasses de congre et de bar (Tableau 8). Les prix de vente de congre et de bar sont respectivement de 1,57 €/Kg et de 13,45 €/Kg (OFIMER, 2007).

Tableau 8 : Estimation de la rentabilité économique (en Euros) pour chaque zone de récifs artificiels.

Zone	Données	Année								Moyenne
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Capbreton	Moyenne	105,006	324,934	502,142	840,556	896,593	635,087	464,479	476,315	<b>402,516</b>
	Écart-type	98,115	255,864	361,356	148,260	0,000	375,444	355,890	339,892	350,608
Messanges / Azur / Moliets	Moyenne	√	√	√	√	224,148	√	254,035	0,000	<b>159,394</b>
	Écart-type	√	√	√	√	0,000	√	21,133	0,000	114,022
Soustons / Vieux-Boucau	Moyenne	44,830	249,054	382,920	√	672,445	595,635	533,956	√	<b>378,040</b>
	Écart-type	0,000	205,012	262,671	√	224,148	346,654	362,637	√	295,343
<b>Moyenne</b>		<b>98,989</b>	<b>297,617</b>	<b>463,475</b>	<b>840,556</b>	<b>624,413</b>	<b>619,306</b>	<b>444,784</b>	<b>346,411</b>	<b>386,754</b>
Écart-type		94,815	241,569	337,225	148,260	283,256	364,713	342,364	359,193	334,109

A la suite de ces différentes années, il apparaît que les différentes zones ont suivi des évolutions différentes. Toutefois, du fait de la forte variabilité observée (écart-types élevés), cette évolution sera à vérifier lors de prochaines campagnes (Figure 30).

#### Estimation de la rentabilité économique des récifs artificielles

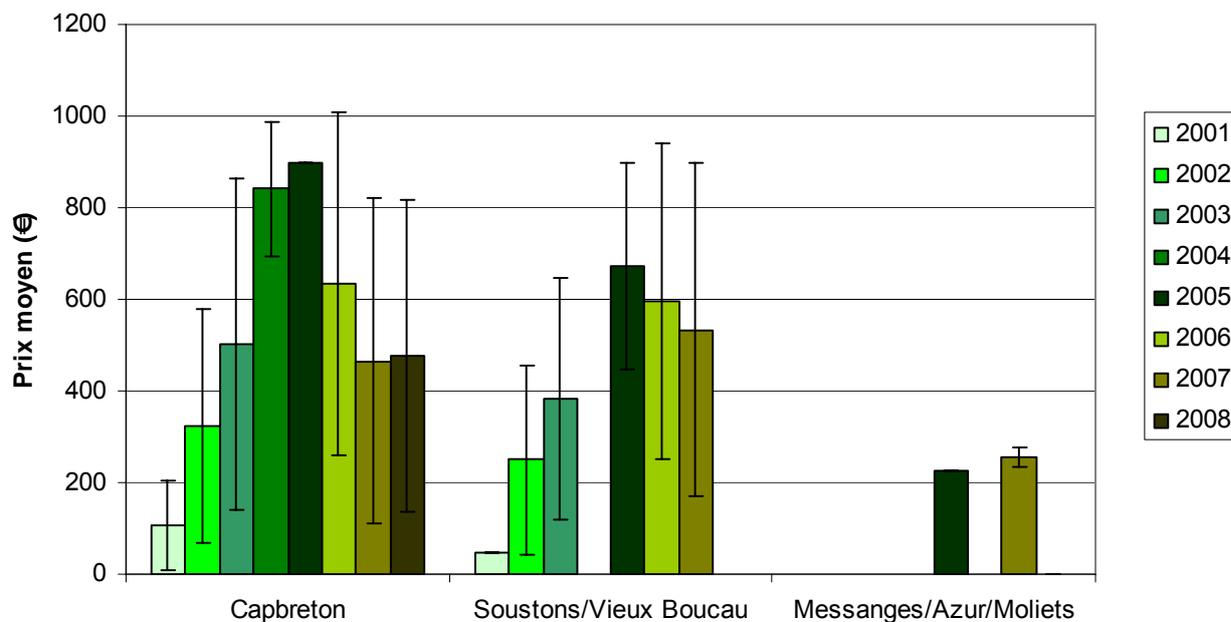


Figure 30 : Estimation de la rentabilité économique pour chaque zone de récifs artificiels.

## 4.3 Discussion

### Evolution des peuplements

Lors de ces différentes années, ce suivi scientifique a permis de mettre en évidence la grande spécificité des différentes zones. Malgré leur proximité, chaque zone est unique et évolue de façon bien particulière.

Depuis l'immersion des récifs artificiels de Capbreton (en 1999), de Soustons / Vieux-Boucau (en 2001 et 2002) et de Messanges / Azur / Moliets (en 2003), ces trois zones autrefois caractérisées par un substrat uniforme de sable et une diversité faunistique réduite ont vu leur diversité spécifique évoluer au fil des années. Cette diversité spécifique fluctue au cours de l'année en fonction des saisons et des conditions météorologiques (De Casamajor, 2001 ; De Casamajor, 2002 ; Marot, 2002 ; De Casamajor, 2004).

Lors des premières années d'immersions, des organismes « pionniers » se sont installés sur les récifs artificiels nouvellement immergés (crustacés, annélides, bivalves, etc.). Nombreux d'entre eux ont été consommés par des prédateurs (poulpe, poissons, etc.). Un réseau trophique a ainsi pu commencer à se développer.

Parmi ce peuplement faunistique, de nombreuses espèces de vertébrés et d'invertébrés d'intérêt commercial pour la pêche de petit métier ont été observées sur les récifs artificiels. Leur fréquence d'observation est rare (bonite, bar, marbré, turbot, homard, tourteau), occasionnelle (sar commun, araignée, calmar, poulpe, seiche,) ou fréquente (capelan, congre, rouget, sar commun, tacaud) (Dalias et Scourzic, 2006).

Une hypothèse « écologique » pourrait expliquer la variabilité des différents paramètres biologiques mesurés au sein de chaque zone de récifs artificiels. Le système récifal n'est pas clos et il peut exister des échanges plus ou moins importants entre une zone de récifs artificiels et les zones naturelles adjacentes. La majorité des ressources consommables par les poissons et les macro-invertébrés associés aux récifs artificiels provient de la colonne d'eau environnante par le biais des organismes filtreurs (Fang, 1992 ; Relini *et al.*, 2002a ; Steimle *et al.*, 2002).

Ainsi, une grande partie du succès d'un récif artificiel dépend de la productivité et de la disponibilité des ressources nutritives benthiques dans les habitats environnants. Dans ces conditions, il est probable que des espèces n'utilisent les récifs artificiels qu'une partie de la journée, de la saison, de l'année ou de leur cycle de vie.

Par ailleurs, les conditions de visibilité souvent médiocres lors du suivi scientifique en plongée sous-marine et le comportement particulier de certaines espèces (cryptiques : vivant le plus souvent cachées comme les gobies, blennies ; craintives : comportement de fuite à l'approche des plongeurs ; à domaine vital étendu : espèces non nécessairement sur la zone lors du comptage) peuvent également expliquer la variabilité de ces résultats.

Enfin, l'effort d'échantillonnage n'a pas été uniforme depuis 2001.

### Espèces commerciales

Bien que les populations de poissons ne semblent pas stabilisées sur les récifs artificiels, il est intéressant de noter que les espèces commerciales sont largement présentes sur les récifs artificiels, ce qui est l'objectif principal de l'immersion de ces structures. Ces espèces n'utilisant que temporairement les récifs artificiels ou se déplaçant d'un module à l'autre, leur « capturabilité » n'en sera que plus facile.

## Propositions

Les communautés et les populations biologiques évoluent au cours du temps au sein d'un récif artificiel. Il est reconnu que la succession d'espèces colonisatrices est plus rapide durant la période suivant l'immersion du récif que plusieurs années après. De plus, différents auteurs (Relini *et al.*, 2002b ; Perkol-Finkel et Benayahu, 2004) ont démontré qu'après dix ans de suivi d'un récif artificiel, les communautés présentes n'avaient toujours pas atteint un équilibre. Quatorze ans après l'installation des récifs artificiels sur la côte sud de l'Algarve (Portugal), la richesse spécifique globale est toujours en croissance sur les récifs artificiels de Faro (Santos et Monteiro, 2007).

Par ailleurs, des perturbations extérieures à la dynamique de colonisations des récifs artificiels sont à envisager. Des filets de pêche et de nombreuses lignes de pêche ont pu être observés directement sur les récifs. L'impact de la pêche professionnelle et de la pêche plaisance pourrait perturber la dynamique de colonisation. Les autres perturbations extérieures pourraient être les tempêtes ou l'envasement fluctuant.

Ainsi, afin d'appréhender au mieux le fonctionnement de ces récifs, l'objectif de la saison 2009 sera d'améliorer les observations en plongée sous-marine. L'évolution physique des modules, le comptage précis des individus, l'estimation des classes de taille et la recherche systématique de pontes et de juvéniles seront des priorités. Parallèlement, l'appui vidéo et photographique sera systématique à chaque plongée, comme pour les années précédentes.

Afin de suivre l'évolution des zones artificielles, il serait important de trouver une zone rocheuse naturelle présentant des caractéristiques similaires aux zones de récifs artificiels, en ce qui concerne la profondeur, la distance à la côte, l'orientation par rapport à la houle et aux courants, la superficie, l'émergence, etc.

Une fois cette zone naturelle repérée, des suivis en plongée sous-marine et par pêche expérimentale devront y être réalisés suivant les mêmes protocoles que ceux utilisés pour les suivis scientifiques des récifs artificiels.

## 5 L'étude halieutique par pêches expérimentales

---

### 5.1 Préambule

Depuis 1999, date de la première immersion de récifs artificiels sur la côte Sud landaise effectuée par l'association Aquitaine Landes Récifs, divers suivis scientifiques ont été réalisés par différents organismes, suivant différents protocoles.

Depuis 2006, le suivi scientifique des récifs artificiels gérés par Aquitaine Landes Récifs est réalisé en plongée sous-marine selon un protocole utilisé et validé dans d'autres régions (Dalias *et al.*, 2006a ; Dalias *et al.*, 2006b ; Dalias *et al.*, 2008 ; Lenfant *et al.*, 2007 ; Dalias *et al.*, 2008 ; Lenfant *et al.*, 2008a).

Afin de compléter le suivi scientifique en plongée sous-marine et sur la base des expériences précédemment citées, des pêches expérimentales ont été réalisées, en 2007 et 2008, avec les moyens humains, techniques et financiers d'Aquitaine Landes Récifs et d'OCEANIDE, en collaboration avec les pêcheurs professionnels de Capbreton. Ces pêches ont pour objectif de tester une nouvelle technique de suivi en fonction des spécificités locales et d'étudier la complémentarité avec le suivi en plongée sous-marine. Ce type d'approche semble pertinent et sera approfondi à l'avenir.

### 5.2 Méthodologie

Le suivi halieutique par pêches expérimentales permet d'évaluer l'impact de l'immersion des récifs artificiels sur la pêche professionnelle locale. Cette approche est complémentaire de l'observation en plongée (comptages visuels) car elle repose sur un prélèvement direct de la ressource dans le milieu, avec les mêmes moyens (filets) que ceux utilisés par les petits métiers. Une évaluation directe de la ressource disponible pour la pêche peut alors être proposée.

Pour ce suivi halieutique, deux zones d'immersion des récifs artificiels (Soustons / Vieux-Boucau et Messanges / Azur / Moliets) ont été étudiées en 2007 et en 2008.

Les pêches expérimentales, tout comme l'activité quotidienne de pêche, sont régies par les aléas climatiques et hydrodynamiques qui influent sur le comportement du poisson et sur sa vulnérabilité aux engins.

La pêche est effectuée par des pêcheurs professionnels locaux, sous la responsabilité des scientifiques. Les pêches expérimentales sont toujours réalisées avec le ou les mêmes pêcheurs et le même matériel, pour obtenir une meilleure cohérence des résultats (Figure 31).



(d'après ALR©Lucie Piek)



(d'après ALR©Lucie Piek)



(d'après ALR©Cécile Robby)



(d'après ALR©Cécile Robby)



(d'après ALR©Cécile Robby)



(d'après ALR©Cécile Robby)

Figure 31 : Pêches expérimentales, débarquements et mesures.

## 5.2.1 Matériel d'échantillonnage

### Standardisation des pêches

Pour effectuer des comparaisons pertinentes entre les différentes phases du suivi halieutique, les caractéristiques des engins de pêche choisis avec les pêcheurs pour ce suivi halieutique sont similaires d'une zone à l'autre et d'une phase de suivi à l'autre. La standardisation concerne :

- La caractéristique des engins de pêche ;
- Le nombre de pièce pour le filet calé (unité de pêche choisie fréquemment pour calculer des rendements par unité d'effort de pêche) ;
- Le temps d'immersion des engins et la période horaire ;
- La station précise de calée.

### Filet maillant

Dans les filets maillants, le poisson est maillé ou emmêlé dans la nappe qui peut être simple (filets maillants proprement dits) ou triple (trémails). Plusieurs types de filets peuvent être combinés dans le même engin (par exemple, trémil combiné avec filet maillant). Ces filets peuvent être utilisés soit isolément, soit le plus souvent en grand nombre mis bout à bout (tésure de filets). Selon, leur conception, leur lestage et la flottabilité, ces filets peuvent pêcher à la surface, entre deux eaux ou au fond.

Dans le quartier maritime de Bayonne dont dépend le port de Capbreton, les principaux métiers sont la bolinche (68% des captures), le fileyage droit ou trémil (14%) et le chalutage de fond (12%) (Richard, 2005).

Le filet maillant est posé sur le fond, ou à une certaine distance de celui-ci, au moyen de lests d'un poids suffisant pour neutraliser les flottabilité des flotteurs.

L'unité de base du filet est « la pièce » qui mesure 100 mètres de longueur. Cette unité a été choisie pour constituer la base de l'échantillonnage de la présente étude mais également dans le cadre d'autres travaux similaires (Dalias *et al.*, 2008 ; Lenfant *et al.*, 2008a).

La calée consiste à immerger d'abord un signal avec sa descente lestée puis le filet par l'arrière à vitesse moyenne.

La levée est facilitée par les roues hydrauliques et le rouleau qui permettent de relever le filet sur le côté du bateau.

Les pièces sont démaillées une à une en progressant le long du filet. Celui-ci est alors stocké à l'arrière prêt pour une nouvelle calée. Les prises sont respectivement distribuées dans des caissettes numérotées.

## 5.2.2 Matériel de mesures et données collectées

Les données collectées sont essentiellement d'ordre environnemental (station, date, conditions météo) et d'ordre biologique (espèce, taille et poids). L'ensemble est consigné dans des fiches de terrain puis saisi informatiquement. Lors des relevés de mesures, des prises de vue sont réalisées afin de faciliter l'identification des espèces.

Les informations suivantes sont notées pour chaque filet :

- Données environnementales :
  - La date ;
  - La météo : état de la mer, force et direction du vent, direction du courant ;
  - Le jour de calée et les heures de calée et de levée ;
  - La localisation en relevant les points GPS aux extrémités du filet ;
  - La profondeur avec le sondeur.
- Le produit de la pêche, en distinguant chaque pièce de chaque filet :
  - La composition de la pêche : identification de toutes les espèces ;
  - La taille et poids de chaque individu pêché ;

Les mesures de longueur sont réalisées sur un ichtyomètre gradué au millimètre près. Le paramètre sélectionné est la longueur totale (LT) plus facile à utiliser que la longueur standard. Le bon état des prises permet d'utiliser la longueur totale sans craindre de biais majeurs. Les céphalopodes sont mesurés à titre indicatif, notamment les poulpes qui sont généralement encore réactifs lors des mesures.

Les poids individuels sont mesurés avec un peson électronique précis à 10 g. Les poids frais sont obtenus directement car les poissons auront eu le temps de s'égoutter.

Tous les individus sont déterminés sur place jusqu'à l'espèce.

Chaque individu possède alors comme références son nom d'espèce, son poids et sa taille, l'appartenance à son unité d'échantillonnage, sa station ainsi que sa date de capture. Des observations annexes sont apportées, notamment les attaques de prédateur.

### **5.2.3 Fréquence d'échantillonnage**

La température conditionne le comportement des peuplements. Les espèces « locales » agrandissent leur territoire en saison chaude, d'autres espèces migratrices apparaissent temporairement dans la zone selon les saisons.

Afin d'évaluer les impacts des aménagements sur les fractions sédentaires et migratrices des populations de poissons et autres espèces exploitées, il apparaît nécessaire d'inclure des échantillonnages tout au long de l'année, en saison chaude mais aussi en saison froide.

### **5.2.4 Les paramètres biologiques étudiées**

La richesse spécifique et la biomasse correspondent respectivement au nombre moyen d'espèces et à la quantité (en g) d'espèces observées dans un filet.

L'effort de pêche est calculé grâce aux données sur les engins de pêche. Il permet d'étudier la pression exercée par la flottille ou par l'ensemble des moyens de capture mis en œuvre sur le stock halieutique pendant un intervalle de temps. Il est calculé grâce aux données sur les engins de pêche et sur leurs temps d'immersion. L'effort de pêche correspond à la hauteur du filet multipliée par la longueur, divisée par le temps d'immersion.

La Richesse Spécifique Par Unité d'Effort (RSPUE) et la Capture Par Unité d'Effort (CPUE) sont respectivement la richesse spécifique et la biomasse observées, divisées par l'effort de pêche de l'engin considéré.

## 5.3 Résultats

### 5.3.1 La richesse spécifique

Au cours des pêches expérimentales réalisées en 2007 et en 2008, plusieurs espèces de vertébrés et d'invertébrés ont été observées sur les récifs artificiels (Annexes). La richesse spécifique des récifs artificiels a été étudiée au niveau de chaque zone (

Tableau 9). A la suite de ces campagnes, il apparaît que les deux zones ont suivi des évolutions différentes. Toutefois, du fait de la forte variabilité observée (écart-types élevés), cette évolution sera à vérifier lors de prochaines campagnes (Figure 32).

Tableau 9 : Richesse spécifique moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.

Zone	Filet	Données	Résultats
Messanges / Azur / Moliets	Large	Moyenne	11,000
		Écart-type	0,000
	Milieu	Moyenne	8,500
		Écart-type	0,500
	Terre	Moyenne	9,500
		Écart-type	3,500
<b>Moyenne Messanges / Azur / Moliets</b>			<b>9,667</b>
Écart-type			2,285
Soustons / Vieux-Boucau	Large	Moyenne	8,000
		Écart-type	3,000
	Milieu	Moyenne	12,500
		Écart-type	5,500
	Terre	Moyenne	11,000
		Écart-type	0,000
<b>Moyenne Soustons / Vieux-Boucau</b>			<b>10,500</b>
Écart-type			4,072
Moyenne			10,083
Écart-type			3,328

Richesse spécifique moyenne pour chaque zone de récifs artificiels

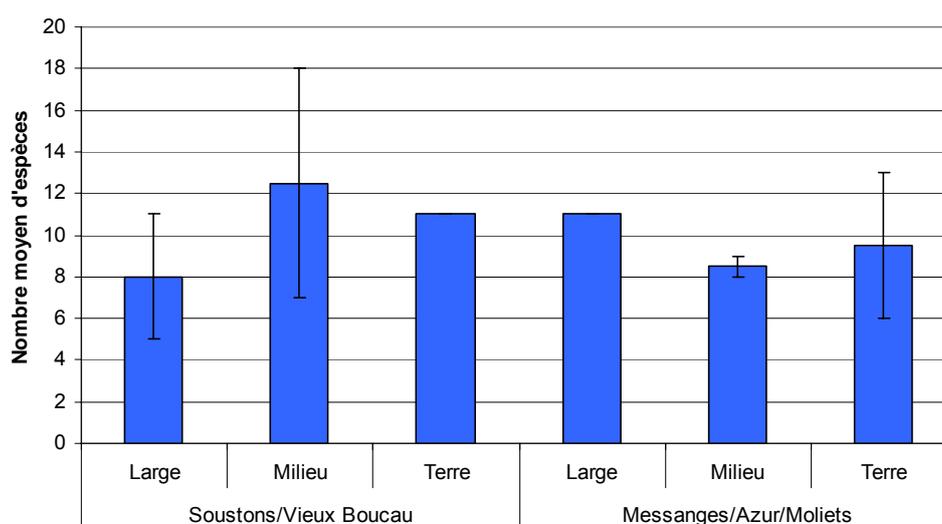


Figure 32 : Richesse spécifique moyenne pour chaque zone de récifs artificiels.

### 5.3.2 La Richesse Spécifique Par Unité d'Effort

La Richesse Spécifique Par Unité d'Effort (RSPUE) (en nombre d'espèces / m<sup>2</sup> de filet / h de calée) des récifs artificiels a été étudiée au niveau de chaque zone (Tableau 10). A la suite de ces campagnes, il apparaît que les deux zones ont suivi des évolutions différentes. Toutefois, du fait de la forte variabilité observée (écart-types élevés), cette évolution sera à vérifier lors de prochaines campagnes (Figure 33).

Tableau 10 : Richesse Spécifique Par Unité d'Effort (RSPUE) pour chaque zone de récifs artificiels.

Zone	Filet	Données	Résultats
Messanges / Azur / Moliets	Large	Moyenne	0,00023
		Écart-type	0,00000
	Milieu	Moyenne	0,00018
		Écart-type	0,00001
	Terre	Moyenne	0,00033
		Écart-type	0,00021
<b>Moyenne Messanges / Azur / Moliets</b>			<b>0,00025</b>
Écart-type			0,00014
Soustons / Vieux-Boucau	Large	Moyenne	0,00017
		Écart-type	0,00006
	Milieu	Moyenne	0,00026
		Écart-type	0,00011
	Terre	Moyenne	0,00023
		Écart-type	0,00000
<b>Moyenne Soustons / Vieux-Boucau</b>			<b>0,00022</b>
Écart-type			0,00008
Moyenne			0,00023
Écart-type			0,00011

Richesse Spécifique Par Unité d'Effort (RSPUE) pour chaque zone de récifs artificiels

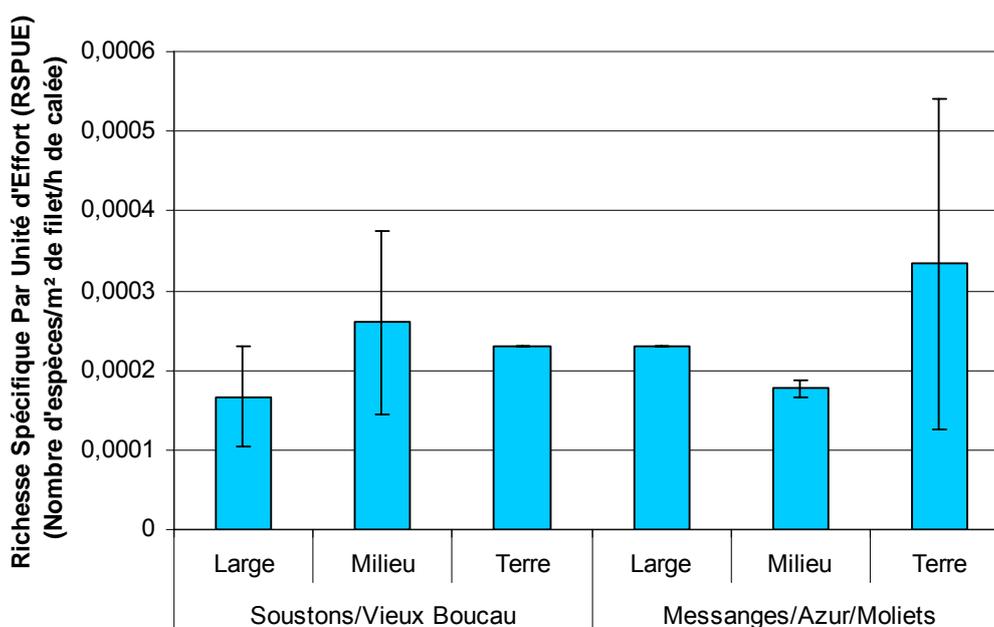


Figure 33 : Richesse Spécifique Par Unité d'Effort (RSPUE) pour chaque zone de récifs artificiels.

### 5.3.3 La biomasse des espèces

La biomasse (en g) des espèces présentes sur les récifs artificiels a été étudiée au niveau de chaque zone (Tableau 11). A la suite de ces campagnes, il apparaît que les deux zones ont suivi des évolutions différentes. Toutefois, du fait de la forte variabilité observée (écart-types élevés), cette évolution sera à vérifier lors de prochaines campagnes (Figure 34).

Tableau 11 : Biomasse des espèces présentes pour chaque zone de récifs artificiels.

Zone	Filet	Données	Résultats
<b>Messanges / Azur / Moliets</b>	Large	Moyenne	4835,5
		Écart-type	3064,5
	Milieu	Moyenne	22929,75
		Écart-type	19770,25
	Terre	Moyenne	10515,75
		Écart-type	9384,25
<b>Moyenne Messanges / Azur / Moliets</b>			<b>12760,33333</b>
Écart-type			14827,63486
<b>Soustons / Vieux-Boucau</b>	Large	Moyenne	6805,75
		Écart-type	6344,25
	Milieu	Moyenne	13521,75
		Écart-type	10378,25
	Terre	Moyenne	9827
		Écart-type	7623
<b>Moyenne Soustons / Vieux-Boucau</b>			<b>10051,5</b>
Écart-type			8731,08696
Moyenne			11405,91667
Écart-type			12242,53903

Biomasse des espèces présentes pour chaque zone de récifs artificiels

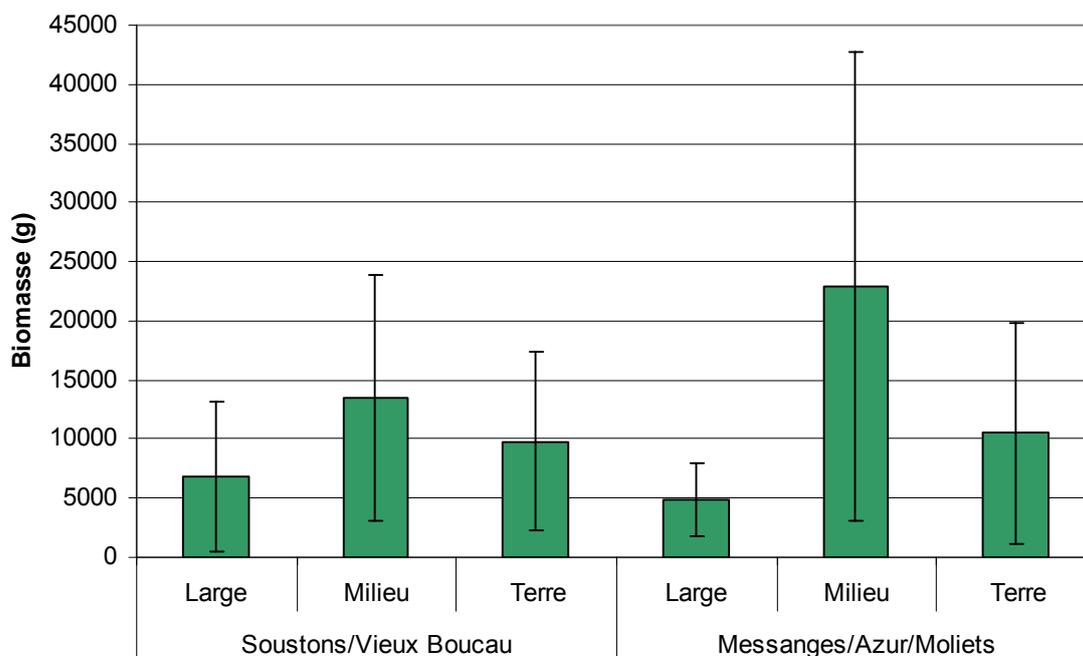


Figure 34 : Biomasse des espèces présentes pour chaque zone de récifs artificiels.

### 5.3.4 Les Captures Par Unité d'Effort

Les Captures Par Unité d'Effort (en g / m<sup>2</sup> de filet / h de calée) ont été étudiées au niveau de chaque zone (Tableau 12). A la suite de ces campagnes, il apparaît que les deux zones ont suivi des évolutions différentes. Toutefois, du fait de la forte variabilité observée (écart-types élevés), cette évolution sera à vérifier lors de prochaines campagnes (Figure 35).

Tableau 12 : Captures Par Unité d'Effort pour chaque zone de récifs artificiels.

Zone	Filet	Données	Résultats
Messanges / Azur / Moliets	Large	Moyenne	0,101
		Écart-type	0,064
	Milieu	Moyenne	0,478
		Écart-type	0,412
	Terre	Moyenne	0,231
		Écart-type	0,184
<b>Moyenne Messanges / Azur / Moliets</b>			<b>0,270</b>
Écart-type			0,306
Soustons / Vieux-Boucau	Large	Moyenne	0,142
		Écart-type	0,132
	Milieu	Moyenne	0,282
		Écart-type	0,216
	Terre	Moyenne	0,205
		Écart-type	0,159
<b>Moyenne Soustons / Vieux-Boucau</b>			<b>0,209</b>
Écart-type			0,182
Moyenne			0,240
Écart-type			0,253

Capture Par Unité d'Effort (CPUE) pour chaque zone de récifs artificiels

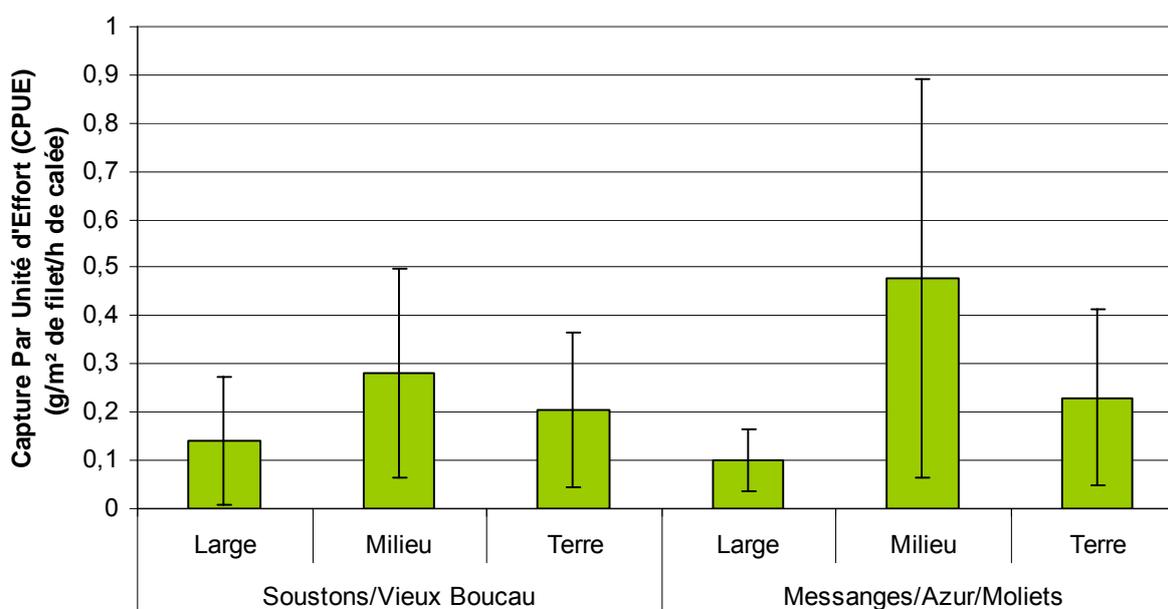


Figure 35 : Captures Par Unité d'Effort pour chaque zone de récifs artificiels.

## 5.4 Discussion

Ces deux campagnes ont permis de mettre en évidence la grande spécificité des zones de récifs artificiels. Malgré leur promiscuité, chaque site est unique et évolue de façon bien particulière.

Il est parfois reproché aux récifs artificiels de ne pas produire de nouvelle biomasse, mais de déplacer et de concentrer la biomasse des zones naturelles périphériques vers les zones artificielles, par leurs effets attractifs et concentrateurs.

La colonisation d'une zone naturelle est évidemment plus ancienne, ce qui se traduit par une structure plus complexe et un peuplement plus stable et plus diversifié. Toutefois, les différences entre zones naturelles et zones artificielles devraient tendre à s'atténuer avec le temps, sous réserve de l'évolution de certains paramètres, notamment physiques (envasement, effondrement).

Dans un premier temps, le récif joue un rôle attracteur, entraînant le déplacement de certains individus des zones adjacentes vers le récif. Après cette phase d'intégration, le récif devrait alors tendre à fonctionner comme une zone naturelle, avec une production de biomasse. En outre, un récif artificiel ne doit pas être pris comme un système isolé et clos mais comme un système ouvert en relation étroite avec les communautés et les habitats naturels. Comme pour les zones naturelles, le récif artificiel est fréquenté par des espèces permanentes et des espèces qui l'utilisent pendant une partie de leur cycle de vie (recrutement, stade juvénile, jeune, adulte), de la journée, de la saison ou de l'année, pour les fonctions de reproduction ou de nutrition (Harmelin et Bellan-Santini, 1997).

La biomasse produite par un récif est donc difficilement quantifiable compte tenu des interactions complexes avec les systèmes périphériques. Pour les invertébrés fixés (moule, huître), la production est effective pendant toute la durée de vie des individus sur les récifs. En revanche, pour la faune mobile, sans marquage individuel, il est impossible d'être certain d'observer le même individu lors de chaque plongée. Toutefois, le caractère exceptionnel de certaines observations (très grande taille des individus, présence très rare d'une espèce) permet de penser que plusieurs individus sont restés plusieurs mois sur la structure.

En plus de l'intérêt scientifique que représentent ces pêches expérimentales, elles ont également un rôle sociologique en impliquant fortement les pêcheurs professionnels à la gestion des récifs artificiels.

Ainsi, une enquête réalisée en 2008 par Stéphanie Decker, membre de l'ALR, auprès des pêcheurs professionnels de Capbreton, montre que ces professionnels de la mer connaissent l'existence des récifs artificiels sur les zones de Capbreton, Soustons / Vieux-Boucau, Messanges / Azur / Moliets et leurs rôles (protection, production). Ils approuvent les résultats des suivis scientifiques menés sur les récifs artificiels gérés par Aquitaine Landes Récifs. Certains pêcheurs souhaiteraient l'immersion de nouveaux récifs artificiels, en étant notamment plus impliqués en amont des phases d'immersion des récifs artificiels. Ils seraient prêts à participer financièrement aux futures immersions en adhérant à l'association Aquitaine Landes Récifs.

Afin de mieux appréhender le fonctionnement de ces récifs et de renforcer les liens tissés avec les pêcheurs professionnels, deux campagnes (saison froide, saison chaude) de pêches expérimentales pourraient être organisées en 2009.

## 6 Conclusion

---

### 6.1 Des résultats encourageants

Sur le plan physique, la tenue à la mer des récifs artificiels est apparemment satisfaisante (absence de signes de dégradation extérieure) et les immersions réalisées ont été effectuées dans de bonnes conditions, grâce à un positionnement géographique précis et une pose délicate sur le fond. Malgré tout, l'évolution dans le temps de ces structures est à surveiller lors des prochaines campagnes car certains modules présentent des caractéristiques particulières (présence d'une cuvette, envasement).

Sur le plan biologique, les récifs artificiels démontrent leur intérêt en créant un substrat dur permettant l'installation rapide de peuplements assez diversifiés (poissons et invertébrés). Les espèces recensées en plongée sous-marine ou lors des pêches expérimentales sont pour la plupart des espèces d'intérêt commercial, présentant une forte affinité pour les substrats rocheux. Les biomasses de poissons peuvent atteindre des valeurs importantes en raison de l'abondance de certaines espèces (tacauds, congres, ombrines). Depuis les immersions, l'apparition d'individus caractéristiques des substrats durs diversifie les possibilités de captures par les pêcheurs professionnels. Le rôle de production des récifs artificiels s'illustre principalement par la protection de pontes (seiche, calmar) et d'individus de poissons de petite taille, et par une certaine production conchylicole (moules, huîtres). Bien que des individus de taille commercialisable sont régulièrement observés sur les récifs artificiels, le rôle de production pour l'ensemble de la zone reste difficile à évaluer.

Ce suivi a permis d'envisager les mécanismes influençant la distribution des poissons sur les récifs artificiels. La richesse et l'abondance du peuplement de poissons dépendraient de facteurs tels que l'architecture et la forme du récif (plus la structure d'un récif est complexe, avec une disponibilité en habitats de type cavitaire, plus le récif sera riche), l'environnement naturel du récif (l'éloignement à la côte, la profondeur, la proximité d'habitats naturels comme les roches favorisant les échanges et les apports de nouvelles espèces sur le récif). Il ressort également que chaque récif est un cas particulier. Il existe, en effet, de fortes variations d'un récif artificiel à l'autre, même lorsqu'il s'agit d'un même type de module.

La colonisation des récifs artificiels poursuit son évolution et se complexifiera à long terme. Les prochaines campagnes de suivi pourront ainsi valider ou non les premières observations réalisées et tenter de préciser la succession des différentes espèces dans le temps.

### 6.2 Les effets bénéfiques des récifs artificiels

L'objectif principal du présent projet est de maintenir la pêche artisanale, en protégeant la ressource halieutique et en essayant de diversifier la pêche traditionnelle. L'enquête menée par l'ALR auprès des pêcheurs professionnels et les différents résultats obtenus au cours de ce suivi scientifique 2008 semblent confirmer les effets bénéfiques des récifs artificiels pour le maintien de la pêche locale.

Les chaluts de fond et pélagique sont interdits dans la zone des 3 milles du fait de l'importance écologique (zone de reproduction et de recrutement de nombreuses espèces, zone de migration, etc.) et de la sensibilité de cette zone géographique (surexploitation halieutique, pollution, etc.). Les récifs artificiels représentent un obstacle à ces pratiques et limitent cette pêche illégale au chalut et les dégradations des fonds associées. Une régénération du potentiel de production biologique des fonds meubles aménagés est envisageable. Fang (1992) a montré que la

présence de récif artificiel permettait d'augmenter la production primaire locale mais que celle-ci restait proportionnelle à la productivité initiale de la zone.

Les récifs artificiels présentent également un intérêt pour les substrats meubles (Falcao *et al.*, 2007). Une augmentation des observations et des captures de certaines espèces inféodées aux substrats meubles (rougets, soles, etc.) a été constatée (Dalias *et al.*, 2006a ; 2006b ; Dalias *et al.*, 2008 ; Lenfant *et al.*, 2007 ; Lenfant *et al.*, 2008a).

### 6.3 Les récifs artificiels, un outil de gestion des ressources

Développés au cours de ces dernières décennies, les récifs artificiels sont une réponse aux problèmes concernant les ressources côtières, les écosystèmes et les pêches.

Actuellement, ils forment des éléments importants des plans de gestion intégrée dans différents pays (Seaman et Hoover, 2001 ; Anon, 2003 ; Wilson *et al.*, 2003). Utilisés initialement et exclusivement à des fins halieutiques et au développement des pêcheries (Nakamura, 1985 ; Polovina, 1991 ; Bohnsack *et al.*, 1994), avec l'objectif simple d'augmenter les revenus des pêcheurs, les récifs artificiels ont maintenant de plus larges applications, principalement au niveau écologique, contribuant entre autre à la production biologique pour favoriser la biodiversité, la protection de juvéniles et la revitalisation des écosystèmes (Santos et Monteiro, 1997, 1998 ; Pondela *et al.*, 2002 ; Stephens et Pondela, 2002).

De nombreux pays ne sont plus disposés à dépenser de l'argent en recherche et en gestion. Ils concentrent leurs politiques de gestion de la pêche dans l'agencement des habitats, en investissant dans le développement et le déploiement des récifs artificiels. Beaucoup de récifs artificiels ont été installés dans l'Atlantique Ouest (Haroun et Herrera, 2000 ; Jensen *et al.*, 2000 ; Monteiro et Santos, 2000) et dans la Méditerranée (Allemand *et al.*, 2000 ; Barnabé *et al.*, 2000 ; Bombace *et al.*, 2000 ; D'Anna *et al.*, 2000 ; Moreno, 2000 ; Relini, 2000 ; Revenga *et al.*, 2000 ; Spanier, 2000 ; Dalias *et al.*, 2006a ; 2006b ; Lenfant *et al.*, 2007 ; Lenfant *et al.*, 2008a). Ces investissements sont considérés comme bénéfiques grâce aux retombées économiques potentielles sur le long terme qu'ils peuvent générer (Whitmarsh et Pickering, 1995 ; 1997 ; Whitmarsh *et al.*, 2008).

Dans le contexte actuel local, l'influence positive des récifs artificiels sur les stocks exploitables par les pêcheurs semble se traduire par la protection des juvéniles et des pontes, et par la création d'un substrat dur.

Cependant, il convient de garder à l'esprit que les récifs artificiels peuvent être préjudiciables au développement des stocks selon le type de gestion de l'exploitation halieutique mis en place.

En effet, les récifs artificiels attirent la faune et par conséquent les pêcheurs. Il est alors difficile de savoir si le récif fonctionne plutôt comme un engin de pêche ou plutôt comme un moyen de protection. Ce problème est particulièrement délicat en période de reproduction car la pêche des adultes venus sur les récifs artificiels pour se reproduire peut avoir des conséquences catastrophiques, surtout dans des zones où les substrats durs sont rares (côte sableuse).

Par exemple, dans une zone côtière de substrat meuble non aménagée en récifs artificiels et soumise uniquement à des pressions de pêche de la part des chalutiers et des petits métiers (cas simplifié), la ressource est dispersée et les mortalités par pêche (MP) sont dues à la pêche au chalut (MP1) et à la pêche aux petits métiers (MP2). Les mortalités par chalutage concernent de nombreux juvéniles. En aménageant une zone de récifs artificiels, un certain nombre d'espèces va avoir tendance à être attiré et à se concentrer autour de ces structures (reproduction, alimentation,

abri, etc.). En l'absence de l'activité de chalutage, la mortalité par pêche n'est le fait que de la pêche aux petits métiers (MP3). Par contre, comme la capturabilité des espèces augmente (MP1 = 0 et effet « concentration »), la pêche aux petits métiers peut ainsi prélever une plus grande partie de la ressource (MP3 devient supérieure à MP2). Ainsi, suivant ces éléments de mortalité par pêche, il apparaît que dans le cas où MP3 devient supérieur à MP1 + MP2, le récif devient un engin de pêche trop performant en raison de son effet concentrateur. Dans ce cas, le bilan final correspond à une baisse globale de la ressource. Ce raisonnement ne tient pas compte d'autres paramètres pouvant influencer sur la dynamique des populations des espèces concernées (Collart et Charbonnel, 1998).

Favorisant des techniques de pêche respectant l'intégrité physique du milieu (pêche aux petits métiers), les récifs artificiels sont des outils permettant d'espérer le maintien et le renouvellement à long terme des stocks exploitables. Un équilibre doit être trouvé entre la protection, la production, la concentration d'espèces et le maintien de certaines activités (pêche aux petits métiers).

D'une manière générale, différents types d'engins de pêche peuvent être utilisés au sein d'une zone aménagée en récifs artificiels afin de diversifier au maximum les captures et permettre ainsi l'exploitation de toutes les ressources accessibles. Les pêcheurs ont d'ailleurs l'habitude de faire évoluer leurs techniques de pêche en fonction des espèces visées et du type de fond sur lequel les engins de pêche sont calés.

Dans le cadre d'une gestion raisonnée et durable des récifs artificiels, la stratégie théorique pourrait être la suivante :

- Des lignes et des palangres utilisées directement sur les modules afin de réguler les populations de congres ;
- Des filets maillants calés à 50-150 m des récifs au vu des résultats obtenus lors de la présente étude et des travaux de Nêves-Santos (1997) ;
- Des filets trémails calés au-delà, sur les zones de fonds meubles, pour la capture des espèces benthiques (poissons plats).

L'effort de pêche doit être réparti sur l'ensemble du peuplement et non focalisé sur certaines espèces cibles (Nêves-Santos, 1997). L'équilibre et l'organisation des différents groupes fonctionnels des peuplements pourront alors être maintenus.

De plus, des mesures temporaires d'interdiction de la pêche pendant les périodes de reproduction peuvent être envisagées et un système de jachère pourrait être mis en place.

Diverses mesures de gestion peuvent donc être citées :

- Mesures d'interdiction :
  - Le cantonnement : C'est une zone dans les limites de laquelle sont interdits soit l'exercice de toute pêche, soit seulement l'utilisation de navires de certains tonnages d'une certaine force motrice ou l'emploi de certains engins de pêche ;
  - Le moratoire : Il suspend temporairement les activités qu'il vise, dans une zone précise. Il peut entre autre interrompre toutes les activités sur une zone donnée ;
- Mesures de régulation :
  - Aire Marine Protégée ;
  - La mise en jachère : elle consiste en un temps de repos inclus dans la stratégie d'exploitation d'une zone, pendant lequel tous les prélèvements sont interdits. Une jachère tournante reposerait donc sur l'exploitation successive de chaque zone récifale ;
  - Le partage de l'espace : Cette mesure permet de restreindre chaque activité du milieu à une zone différente en instaurant des périmètres réglementaires pour chaque activité, professionnelle ou récréative.

Ces mesures doivent être adaptées au territoire local mais aussi s'inscrire dans une démarche structurée de gestion régionale, en associant les différents usagers de la mer et/ou en créant une structure de gestion.

Tous les acteurs socio-économiques fréquentant les récifs artificiels gérés par Aquitaine Landes Récifs doivent être consultés afin de mettre en place une gestion raisonnée et durable des sites de Capbreton, de Soustons / Vieux-Boucau et de Messanges / Azur / Moliets.

Le présent projet d'immersion de récifs artificiels étant orienté vers un objectif halieutique, il convient de saluer l'initiative de l'association Aquitaine Landes Récifs, des pêcheurs, et des institutions, qui ont compris qu'une gestion durable de l'activité de pêche dépend avant tout de la conservation des ressources et de leur exploitation rationnelle. Il conviendra que l'exploitation par la pêche des zones de récifs artificiels soit contrôlée et bien gérée, au risque de dépeupler cette zone, mais aussi les zones périphériques.

## 7 Bibliographie

---

- Aldebert Y., 1997. Demersal resources of the Gulf of Lions (NW Mediterranean). Impact of exploitation on fish diversity. *Vie Milieu*, 47 (4): 275-284.
- Allemand D., Debernardi E., Seaman Jr. W., 2000. Artificial reefs in the Principality of Monaco: protection and enhancement of coastal zones. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Chap. 9: 151–166.
- Amanieu M. et Lassère G., 1982. Organisation et évolution des peuplements lagunaires. *Oceanologica Acta*, Special Number, Sept., 201–213.
- Anon., 2003. State of Florida artificial reef strategic plan. Florida Fish and Wildlife Commission. Division of Marine Fisheries, 15 pp.
- Barnabé G., Charbonnel E., Marinaro J. Y., Odi D., Francour P., 2000. Artificial reefs in France: analysis, assessments and prospects. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Chap. 10: 167–184.
- Barthe X. et Castaing P., 1989. Etude théorique de l'action des courants de marée et des houles sur les sédiments du plateau continental du Golfe de Gascogne. *Oceanologica Acta*, Vol 12, N°4, 325- 334.
- Bauchot M.L., Pras A., 1980. Guide des poissons marins d'Europe. Delachaux & Niestlé, éd., Lausanne : 1-427.
- Bayle-Sempere J.T., Ramos-Espla A.A., Garcia-Charton J.A., 1994. Intra-annual variability of an artificial reef fish assemblage in the marine reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean). *Bull. Mar. Sci.*, 55 (2-3) : 824-835.
- Biosub, 2001. Des récifs artificiels au large de Capbreton, Landes : 1-74.
- Bohnsack J.A., Harper D.E., McClellan D.B., Hulsbeck M., 1994. Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off Southeastern Florida, U.S.A. *Bulletin of Marine Science* 55, 796-823.
- Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., 2000. Artificial reefs in the Adriatic Sea. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Chap. 3: 31– 64.
- Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Sperenza S., 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic sea. *Bull. Mar. Sci.*, 55 (2-3) : 559-580.
- Bortone S. A., van Tassell J., Brito A., Falcon J. M., Mena J., Brundrick C. M., 1994. Enhancement of the nearshore fish assemblage in the Canary Islands with artificial habitats. *Bulletin of Marine Science* 55(2–3): 602–608.
- Bretagnolle V., Duncan P., Fritz H. et Lebreton J.-D., 2000. Indicateurs de l'impact des activités humaines sur l'évolution de la biodiversité. Pertinence de l'utilisation des bases de données à long terme : cas des oiseaux d'eau en zones humides. CNRS, Chize, Beauvoir sur Niort, France.
- Brevan W., Maier R.A., Helson H., 1963. The influence of context upon the estimation of number. *Am. J. Psychol.*, 76 : 464-469.

- Brock V.E., 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. *J. Wildl. Mgmt.*, 18 (3) : 297-308.
- CEPRALMAR, 2008. Bilan des immersions de récifs artificiels en Languedoc-Roussillon. 65p.
- Charbonnel E. et Francour P., 1994. Etude de l'ichtyofaune des récifs artificiels du Parc Régional Marin de la Côte Bleue en 1993. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-66.
- Charbonnel E., 1989. Evaluation des peuplements ichtyologiques des récifs artificiels dans les établissements de pêche des Alpes-Maritimes. Rapport Final. Conseil Général des Alpes-Maritimes. Contrat Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur, CEE-FEOGA et Parc National de Port-Cros : 1-96.
- Charbonnel E., Francour P., Harmelin J.G., 1997. Finfish population assessment techniques on artificial reefs : a review in the European Union. European Artificial Reef Research, A.C. Jensen edit. Proceedings of the first EARRN conference, Ancona, Italy : 261-275.
- Charbonnel E., Francour P., Harmelin J.G., Ody D., 1995. Les problèmes d'échantillonnage et de recensement du peuplement ichtyologique dans les récifs artificiels. *Biol. Mar. Med.*, 2 (1) : 85-90.
- Charbonnel E., Ruitton S., Bachet F., Maisonneuve De L., Daniel B., Geoffray C., 2001. – Les peuplements de poissons des récifs artificiels du Parc Marin de la Côte Bleue. Suivi 2000 et évolution à moyen et long terme. Contrat Parc Marin de la Côte Bleue & GIS Posidonie publ. Fr. : 1-92.
- Charbonnel E., Serre C., Ruitton S., Harmelin J.-G., Jensen A., 2002. Effects of increase habitat complexity on fish assemblages associated with large artificial reef units (French Mediterranean coast). *ICES Journal of Marine Science* 59, S208-S213.
- Claudet J., 2006. Aires Marines Protégées et récifs artificiels : Méthodes d'évaluation, protocoles expérimentaux et indicateurs. THÈSE pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université de Perpignan et de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes. Discipline : Océanologie. Université de Perpignan, Ecole Doctorale – Biologie, Environnement et Sciences pour l'Ingénieur. 266p.
- Collart D. et Charbonnel E., 1998. Impact des récifs artificiels de Marseillan et d'Agde sur le milieu marin et la pêche professionnelle. Bilan du suivi 1996 / 1997. Contrat Conseil Régional Languedoc-Roussillon & Conseil Général de l'Hérault. CEGEL & GIS Posidonie publ., Fr. : 1-168.
- D'Anna G., Badalamenti F., Riggio S., 2000. Artificial reefs in North West Sicily: comparisons and conclusions. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Chap. 6: 97–112.
- D'Anna G., Badalamenti F., Gristina M. et Pipitone C., 1994. Influence of artificial reefs on coastal nekton assemblages of the Gulf of Castellammare (Northwest Sicily). *Bulletin of Marine Science* 55(2–3): 418–433.
- D'Anna G., Giacalone V.M., Badalamenti F., Pipitone C., 2004. Releasing of hatchery-reared juveniles of the white seabream *Diplodus sargus* (L., 1758) in the Gulf of Castellammare artificial reef area (NW Sicily). *Aquaculture* 233 : 251–268.
- Dalias N., 2005. La plongée sous-marine et les récifs artificiels dans la région de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, Fr : 16p.

Dalias N., 2007. Artificial reefs : a management tool for scuba-divers in a Marine Protected Area ? Pérez-Ruzafa, A., Hoffmann, E., Boncoeur, J., García-Charton, J.A., Marcos, C., Salas, F., Sorensen, T.K. & Vestergaard, O. (Eds.) 2007. European symposium on Marine Protected Areas as a tool for Fisheries management and Ecosystem conservation. Emerging science and interdisciplinary approaches. Extended Abstracts Book. Empafish and Protect projects, Murcia, Spain: 346 pp. page 69-71.

Dalias N, Blouet S., Foulquié M., Dupuy de la Grandrive R, Lenfant P, 2008. Suivi scientifique des récifs artificiels de Valras-Plage / Année 1 - 2008. Contrat Mairie de Valras-Plage & OCEANIDE – ADENA - Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS - EPHE - UPVD. OCEANIDE publ. Fr. : 100 pages.

Dalias N., Lenfant P., Astruch P. et Pastor J., 2006b. Suivi des récifs artificiels de Leucate et Le Barcarès, Rapport Préliminaire Automne 2005. Contrat SIVOM de Leucate et Le Barcarès & EPHE, Fr : 1 – 13.

Dalias N., Lenfant P., Licari M.L., Bardelletti C., 2007a. Guide d'aide à la gestion des Aires Marines Protégées : gestion et suivi de l'activité de plongée sous-marine. Document édité par le Conseil Général des Pyrénées-Orientales dans le cadre du programme Interreg IIIC MEDPAN. Contrat Conseil Général des Pyrénées-Orientales – EPHE – OCEANIDE. 62 pages + annexes.

Dalias N., Lenfant P., Licari M.L., Bardelletti C., 2007b. Assistance guide to the management of the Protected Marine Areas: management and follow-up of the diving activity. Document published by the General Council of Pyrénées-Orientales within the program Interreg IIIC MEDPAN. Contract General Council of Pyrénées-Orientales– EPHE – OCEANIDE. 62 pages + annexes.

Dalias N., Lenfant P., Licari M.L., Bardelletti C., 2007c. Assistance guide for the management of the Marine Protected Areas : management and impact assessment of the scuba-diving activity. In Pérez-Ruzafa, A., Hoffmann, E., Boncoeur, J., García-Charton, J.A., Marcos, C., Salas, F., Sorensen, T.K. & Vestergaard, O. (Eds.) 2007. European symposium on Marine Protected Areas as a tool for Fisheries management and Ecosystem conservation. Emerging science and interdisciplinary approaches. Extended Abstracts Book. Empafish and Protect projects, Murcia, Spain: 346 pp. page 72-74.

Dalias N., Lenfant P., Saenz P., Astruch P., Pastor J., 2006b. Suivi des récifs artificiels de Leucate et Le Barcarès, Automne 2005 – Hiver 2006. Contrat SIVOM de Leucate et Le Barcarès & EPHE, Fr : 1 – 79.

Dalias N., Scourzic T., 2006. Suivi des récifs artificiels de Capbreton, Soustons / Vieux-Boucau et Messanges / Moliets Campagne 2006. Contrat A.L.R. & OCEANIDE, Fr : 1-59.

De Casamajor M. N., 2001. Récifs artificiels de Capbreton, suivi halieutique : 1-18.

De Casamajor M. N., 2002. Suivi Halieutique 2002 Récifs artificiels de Capbreton et Soustons - Vieux-Boucau. CERECA – ALR : 1-20.

De Casamajor M. N., 2004. Suivi Halieutique 2003 Récifs artificiels de Capbreton et Soustons - Vieux-Boucau. CERECA – ALR : 1-37.

De Martini E.E., Barnett A.M., Johnson T.D., Ambrose R.F., 1994. Growth and production estimates for biomass-dominant fishes on a Southern California artificial reef. Bull. Mar. Sci., 55 (2-3) : 484-500.

- Devaux J. et Millerioux G., 1976. Méthode d'estimation de la biomasse totale du phytoplancton à partir du nombre de cellules, issues d'une cotation d'abondance. C.R. Acad. Sci., 283 D : 927-930.
- Ditton R.B., R. O.H., Baker T.L., Thailing C.E., 2002. Demographics, attitudes, and reef management preferences of sport divers in offshore Texas waters. ICES Journal of Marine Science 59, S186-S191.
- Duclerc J. et Bertrand J., 1993. Variabilité spatiale et temporelle d'une pêcherie au filet dans le Golfe du Lion. Essai d'évaluation de l'impact d'un récif artificiel. Rapport interne de la DRV de l'IFREMER, 93.003/RH-SETE : 1-42.
- Ducloy P., 2006. Bilan halieutique des immersions de récifs artificiels en Languedoc-Roussillon, Perspectives et propositions d'action. Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du Diplôme d'Agronomie Approfondie Spécialisation Sciences Halieutiques et Aquacoles. Agrocampus Rennes – CEPRALMAR. 100p.
- Duval-Mellon C., 1987. Impact halieutique des récifs artificiels du Languedoc-Roussillon. Rapp. IFREMER, DRV, 87.016/RH/Sète : 1-96.
- Duvet C., 1964. Note sur l'état climatologique de la mer dans le permis des Landes atlantiques. Rapport interne ESSO-REP-SNPA-CEP, opérations maritimes, Archives n° A33d.
- Fabi G. et Fiorentini L., 1994. Comparison between an artificial reef and a control site in the Adriatic sea : analysis of four years of monitoring. Bull. Mar. Sci., 55 (2-3) : 538-558.
- Fabi G. et Sala. A., 2002. An assessment of biomass and diel activity of fish at an artificial reef (Adriatic sea) using a stationary hydroacoustic technique. ICES Journal of Marine Science, 59: 411-420.
- Falcao M., Santos M.N., Vicente M., Monteiro C.C., 2007. Biogeochemical processes and nutrient cycling within an artificial reef off Southern Portugal. Marine Environmental Research 63 : 429-444.
- Fang L.-S., 1992. A theoretical approach of estimating the productivity of artificial reef. Acta Zoologica Taiwanica 3, 5-10.
- Fischer W., Schneider M., Bauchot M.L., 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire, zone de pêche 37, Vol. I et II. FAO / CEE / ONUAA, Projet CGP / INT / 422 / EEC : 1-1527.
- Francour P., 1990. Dynamique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans le Parc national de Port-Cros. Analyse des compartiments matie, litière, faune vagile, échinodermes et poissons. Doct. Univ., P.M. Curie, Paris : 1-373.
- Frontier S. et Viale D., 1977. Utilisation d'une cotation d'abondance mise au point en Planctonologie pour l'évaluation des Cétacés en mer. J. Rech. Océanogr., 2 (4) : 15-22.
- Garcia-Rubies A. et Mac Pherson E., 1995. Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. Mar. Biol., 124 : 35-42
- Harmelin J.G., 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc National de Port-Cros, France). P.S.Z.N.I Mar. Ecol., 8 (3) : 263-284.

Harmelin J.G., Bellan-Satini D., 1997. Assessment of biomass and production of artificial reef communities. European Artificial Reef Research, A.C. Jensen edit. Proceedings of the first EARRN Conference, Ancona, Italy : 305-322.

Harmelin -Vivien M. et Francour P., 1992. Trawling or visual censuses ? Methodological bias in the assessment of fish populations in seagrass beds. P.S.Z.N.I. Mar. Ecol., 13 (1) : 41-51.

Harmelin-Vivien M. et Harmelin J.G., 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation *in situ* de la faune ichthyologique. Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros, 1 : 47-52.

Harmelin-Vivien M., Harmelin J.G., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Barnabe G., Blanc F., Chavalier R., Duclerc J., Lassere G., 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : problèmes et méthodes. Rev. Ecol. (Terre Vie), 40 : 467-539.

Harmelin-Vivien M.L., Harmelin J.G. et Leboulleux V., 1995. Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparids fishes on Mediterranean rocky shores. Hydrobiologia 300, 309-320.

Haroun R. et Herrera R., 2000. Artificial reefs of the Canary Islands. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 14: 235–248.

Jensen A. et Collins K., 1995. Artificial reef research in the European Union : a review. Proc. ECOSET'95 Conference, Japan (2) : 824-829.

Jensen A., Collins K. et Smith P., 2000. The Pool Bay artificial reef project. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 16: 263–288.

Johnson T.D., Barnett A.M., De Martini E.E., Craft L.L, Ambrose R.F., Purcell L.J., 1994. Fish production and habitat utilization on a Southern California artificial reef. Bull. Mar. Sci., 55 (2-3) : 709-723.

Larénie L., 2007. Caractérisation de la pêche artisanale « petits métiers ». Variabilité spatio-temporelle des captures. Mémoire de Master « Environnements Méditerranéens et Développement Durable » Mention professionnelle « Environnement et Développement Durable » Option « Fonctionnement et Gestion des Milieux Aquatique et Marin ». Université de Perpignan. 39p.

LCHF, 1979. Etude en nature de la côte Atlantique entre la Pointe de Grave et l'embouchure de l'Adour. Tome 1 : Géologie et Sédimentologie. M.I.A.C.A. – Rapport 47p.

Léauté J.P. et Caill-Milly N., 2003. Les petites pêches côtières et estuariennes Françaises du sud du golfe de Gascogne Typologie des flottilles et approche socio-économique et commerciale. IFREMER DRV/RH/DT/ 03-01 : 1-178.

Léauté J.P., 2000. Typologies des flottilles du sud du golfe de Gascogne en 1986, 1989, 1992 et 1995 - de Noirmoutier à Bayonne – Description et évolution des composantes de pêche. IFREMER R.INT.DRV/RH/RST/2000-OS : 1-113.

Lenfant P., Dalias N., Pastor J., Larenie L., Astruch P., 2007. Suivi des récifs artificiels de Leucate et Le Barcarès, Année 2 : Été 2006 – Automne 2006. Contrat SIVOM de Leucate et Le Barcarès & EPHE, Fr : 1 – 68.

Lenfant P., Pastor J., Dalias N., Astruch P., 2008b. Evaluation of artificial reefs impact on artisanal fisheries: necessity of complementary approaches. 13<sup>ème</sup> Colloque Franco-Japonais d'Océanographie / 13th France-Japan Oceanography Symposium CHJO. Marseille 8-10 septembre / Paris 12 septembre 2008.

Lenfant P., Saragoni G., Dalias N., Pastor J., Gabaud S., Auger T., 2008a. Suivi scientifique des récifs artificiels de Leucate et Le Barcarès, Année 3 : Eté 2007 – Hiver 2007. Contrat SIVOM de Leucate et Le Barcarès & EPHE, Fr, 73p.

Macpherson E., Biagi F., Francour P., García-Rubies A., Harmelin J.G., Harmelin-Vivien M.L., Jouvenel J.Y., Planes S., Vigliola L. and Tunesi L., 1997. Mortality of juvenile fishes of the genus *Diplodus* in protected and unprotected areas in the western Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 160, 135-147.

Marinaro J.Y., 1995. Artificial reefs in the French Mediterranean : a critical assessment of previous experiments and a proposition in favour of a new reef-planning policy. *Biol. Mar. Med.*, 2 (1) : 65-76.

Marot E., 2002. Bilans et perspectives du suivi halieutique du récif artificiel de Capbreton. MAÎTRISE «BIOLOGIE DES POPULATIONS ET DES ECOSYSTEMES » Mention «environnement » UFR de sciences Biologiques Université Bordeaux I. CNRS – ALR : 1-16.

Monteiro C. C. et Santos M. N., 2000. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P.M. Lockwood (eds), *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Chap. 15: 249–262.

Moreno I., 2000. Artificial reef programme in the Balearic Islands: Western Mediterranean Sea. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Chap. 13: 219–234.

Murray J.D., Betz C.J., 1994. User views of artificial reef management in the southern U.S. *Bulletin of Marine Science* 55, 970-981.

Murray S.N., Ambrose R.F., Bohnsack J.A., Botsford L.W., Carr M.H., Davis G.E., Dayton P.K., Gotshall D., Gunderson D.R., Hixon M.A., Lubchenco J., Mangel M., MacCall A., McArdle D.A., 1999. No-take reserve networks: sustaining fishery populations and marine ecosystems. *Fisheries* 24, 11-25.

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

Neves-Santos M., 1997. Ichthyofauna of the artificial reefs of the Algarve coast (Portugal). Exploitation strategies and management of local fisheries. Thèse Doctorat sciences de la mer, Université de l'Algarve, Portugal : 1-268.

Ody D. et Harmelin J.G., 1994. Influence de l'architecture et de la localisation de récifs artificiels sur leurs peuplements de poissons en Méditerranée. *Cybiurn*, 18 (1) : 57-70.

Ody D., 1987. Les peuplements ichthyologiques des récifs artificiels de Provence (France, Méditerranée Nord-Occidentale). Thèse 3<sup>ème</sup> cycle. Univ. Aix-Marseille II : 1-183.

Ody D., 1990. Les récifs artificiels en France. Bilan ; analyse ; perspectives. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 114 (4) : 49-55.

OFIMER, 2007. Données de ventes déclarées en halle à marée. Bilan annuel 2007. OFIMER - Division Observatoire Economique Entreprise. 109p.

- Pary B., 2004. Récifs artificiels en Languedoc-Roussillon : des outils originaux d'aménagement de la bande côtière. CEPRALMAR, 13 p.
- Pastor J., Astruch P., Prats E., Dalias N., Lenfant P., 2008. Premières observations en plongée de *Pomadasy incisus* (Haemulidae) sur la côte catalane française. *Cybium* 2008, 32(2): 185-186.
- Penin F., 1980. Le littoral aquitain : histoire holocène et évolution récente des environnements morphosédimentaires. Thèse de 3ème cycle, Université de Bordeaux 1, 129 p.
- Perkol-Finkel S., Benayahu Y., 2004. Community structure of stony and soft corals on vertical unplanned artificial reefs in Eilat (Red Sea): comparison to natural reefs. *Coral Reefs* 23, 195-205.
- Planes S., Galzin R., García-Rubies A., Goñi R., Harmelin J.-G., Le Diréach L., Lenfant P. and Quetglas A., 2000. Effects of marine protected areas on recruitment processes with special reference to Mediterranean littoral ecosystems. *Environmental Conservation* 27, 126-143.
- Planes S., Macpherson E., Biagi F., Garcia-Rubies A., Harmelin J., Harmelin-Vivien M., Jouvenel J.-Y., Tunesi L., Vigliola L. et Galzin R., 1999. Spatio-temporal variability in growth of juvenile sparid fishes from the Mediterranean littoral zone. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79, 137-143.
- Polovina J.J., 1991. Fisheries applications and biological impacts of artificial habitats. In *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*, pp. 153-176. Academic Press.
- Pondela II D. J., Stephens Jr. J. S., Craig M. T., 2002. Fish production of a temperate artificial reef based on the density of embiotocids (Teleostei: Perciformes). *ICES Journal of Marine Science* 59: S88–S93.
- Potts T.A., Hulbert A.W., 1994. Structural influences of artificial and natural habitats on fish aggregations in Onslow Bay, North Carolina. *Bulletin of Marine Science* 55, 609-622.
- Relini G., 2000. The Loano artificial reef. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Chap. 8: 129–150.
- Relini G., Relini M., Torchia G., De Angelis G., 2002a. Trophic relationships between fishes and an artificial reef. *ICES Journal of Marine Science* 59, S36-S42.
- Relini G., Relini M., Torchia G., Palandri G., 2002b. Ten years of censuses of fish fauna on the Loano artificial reef. *ICES Journal of Marine Science* 59, S132-S137.
- Revenga S., Fernández F., Gonzalez J. L., Santaella E., 2000. Artificial reefs in Spain: the regulatory framework. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Chap. 11: 185–194.
- Richard N., 2005. Etat des lieux des différents usages pour une gestion durable des pêches sur le littoral aquitain. Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins d'Aquitaine, 114p.
- Rogers C.S. et Beets J., 2001. Degradation of marine ecosystems and decline of fishery resources in marine protected areas in the US Virgin Islands. *Environmental Conservation* 28, 312- 322.
- Santos M. N. et Monteiro C. C., 1997. Olhao artificial reef system (south Portugal): fish assemblages and fishing yield. *Fisheries Research* 30: 33–41.

- Santos M. N. et Monteiro C. C., 1998. Comparison of the catch and fishing yield from an artificial reef system and neighbouring areas off Faro (south Portugal). *Fisheries Research* 39: 55–65.
- Santos M. N. et Monteiro C.C., 2007. A fourteen-year overview of the fish assemblages and yield of the two oldest Algarve artificial reefs (southern Portugal). *Hydrobiologia* (2007) 580: 225–231.
- Santos M.N., Monteiro C.C., Gaspar M.B., 2002. Diurnal variations in the fish assemblage at an artificial reef. *ICES Journal of Marine Science* 59, S32-S35.
- Scourzic T. et Dalias N., 2007. Suivi scientifique des récifs artificiels de Capbreton, Soustons / Vieux-Boucau et Messanges / Azur / Moliets Campagne 2007. Contrat Aquitaine Landes Récifs (A.L.R.) & OCEANIDE, Fr : 1-79
- Seaman, W. et A. Hoover, 2001. Artificial reefs: the Florida Sea Grant connection – science serving Florida's coast. Florida Sea Grant, SGEF-144: 4 pp.
- Sheng P.Y., 2000. Physical characteristics and engineering at reef sites. In *Artificial reef evaluation with application to natural marine habitats*, ed. Seaman W.J., pp. 51-94. Marine Science Series, CRC, Boca Raton, Florida, USA.
- Shyue S.-W., Yang K.-C., 2002. Investigating terrain changes around artificial reefs by using a multi-beam echosounder. *ICES Journal of Marine Science* 59, S338-S342.
- SIEE, 2006. Projet d'assainissement des communes de Saint-Jean-de-Luz, Ciboure et Urrugne - dossier d'enquête publique. Communauté de communes Sud Pays Basque-SEPA-CETE, 314p.
- SOGREAH, 1990. Etude de la faisabilité du dragage de la passe Nord du bassin d'Arcachon. SIBA. Rapport 5 1241, juillet 1990, 37p.
- Spanier E., 2000. Artificial reefs off the Mediterranean coast of Israel. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P.M. Lockwood (eds), *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Chap. 1: 1–20.
- Steimle F., Foster K., Kropp R., Conlin B., 2002. Benthic macrofauna productivity enhancement by an artificial reef in Delaware Bay, USA. *ICES Journal of Marine Science* 59, S100- S105.
- Stephens J. Jr. et Pondela II D., 2002. Larval productivity of a mature artificial reef: the ichthyoplankton of King Harbor, California. *ICES Journal of Marine Science* 59: S51–S58.
- Tessier E., Chabanet P, Pothin K., Soria M., Lasserre G., 2005. Visual censuses of tropical fish aggregations on artificial reefs: slate versus video recording techniques. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 315 (2005) 17– 30.
- Underwood A.J., 1981. Techniques of analysis of variance in experimental marine biology and ecology. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 19, 513-605.
- Underwood A.J., 1994. On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecological Applications* 4, 3-15.
- Voisin Ingénieur Conseil Environnement, 2002. Agglomération d'Hendaye, réseaux et station d'Armatonde, réseaux et station d'assainissement. Commune d'Hendaye, 80p.
- Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. eds., 1986. *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris. Vols. I, II and III : 1-173.

Whitmarsh D, Santos M.N., Ramos J., Monteiro C.C, 2008. Marine habitat modification through artificial reefs off the Algarve (southern Portugal): An economic analysis of the fisheries and the prospects for management. *Ocean & Coastal Management* 51 : 463–468.

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

Whitmarsh D., Pickering H., 1997. Commercial exploitation of artificial reefs: economic opportunities and management imperatives. CEMARE Research Paper 115, 19.

Wilson K. D. P., Leung A. W. Y. et Kennish R., 2003. Restoration of Hong Kong fisheries through deployment of artificial reefs in marine protected areas. *ICES Journal of Marine Science* 59: S157–S163.

## 8 Annexes

---

**Annexe 1 : Peuplements de vertébrés des récifs artificiels de Capbreton entre 1999 et 2008 (en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

**Annexe 2 : Peuplements de vertébrés des récifs artificiels de Soustons / Vieux-Boucau entre 2002 et 2008 (en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

**Annexe 3 : Peuplements de vertébrés des récifs artificiels de Messanges / Moliets entre 2005 et 2008 (en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

**Annexe 4 : Peuplements d'invertébrés des récifs artificiels de Capbreton entre 1999 et 2008 (en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en vert, espèce d'intérêt commercial).**

**Annexe 5 : Peuplements d'invertébrés des récifs artificiels de Soustons / Vieux Boucau entre 2002 et 2008 (en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

**Annexe 6 : Peuplements d'invertébrés des récifs artificiels de Messanges / Moliets entre 2005 et 2008 (en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

**Annexe 7 : Répartition des espèces lors de la pêche scientifique.**

**Annexe 1 : Peuplements de vertébrés des récifs artificiels de Capbreton entre 1999 et 2008  
(en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

Espèces	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Anchois, <i>Engraulis encrasicolus</i>		•	•	•		•			•	•
Baliste, <i>Balistes capriscus</i>	•	•	•	•	•	•			•	•
Bar, <i>Dicentrarchus labrax</i>		•	•	•	•				•	
Barbue, <i>Scophthalmus rhombus</i>			•		•					
Blennie, <i>Parablennius sp.</i>			•							•
Blennie gattorugine, <i>Parablennius gattorugine</i>			•		•	•	•	•	•	
Blennie pilicorne, <i>Parablennius pilicornis</i>				•	•	•	•	•	•	•
Blennie de Roux, <i>Parablennius rouxi</i>		•	•	•	•	•	•	•		
Bogue, <i>Boops boops</i>	•	•	•	•	•				•	
Bonite, <i>Sarda sarda</i>						•				
Capelan, <i>Trisopterus minutus</i>			•	•	•	•	•	•	•	•
Chapon, <i>Scorpaena scrofa</i>									•	
Chinchard, <i>Trachurus trachurus</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Congre, <i>Conger conger</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Crénilabre baillon, <i>Symphodus bailloni</i>					•					
Crénilabre cendré, <i>Symphodus cinereus</i>		•	•							
Crénilabre à 5 taches, <i>Symphodus roissali</i>			•	•	•			•		•
Cténolabre, <i>Ctenolabrus rupestris</i>		•	•	•	•			•	•	•
Dorade royale, <i>Sparus aurata</i>		•	•							
Dragonnet, <i>Callionymus lyra</i>				•	•					
Girelle, <i>Coris julis</i>					•			•		
Gobie, <i>Gobius sp.</i>										•
Gobie buhotte, <i>Pomatoschistus minutus</i>		•	•	•	•	•		•	•	•
Grande Vive, <i>Trachinus draco</i>	•	•	•	•	•	•		•	•	
Griset, <i>Spondyliosoma cantharus</i>	•	•	•	•	•	•		•		
Labre, <i>Labrus sp</i>		•	•							
Lieu jaune, <i>Pollachius pollachius</i>			•							
Maigre, <i>Argyrosomus regius</i>										
Maquereau, <i>Scomber scombrus</i>				•						
Marbré, <i>Lithognathus mormyrus</i>			•	•	•		•			
Ombrine bronze, <i>Umbrina canariensis</i>			•	•	•	•		•	•	•
Ombrine côtière, <i>Umbrina cirrosa</i>	•	•	•	•	•	•	•	•		
Orpie, <i>Belone belone</i>		•	•							
Pageot, <i>Pagellus erythrinus</i>		•	•	•					•	
Poisson lune, <i>Mola mola</i>	•	•	•	•	•			•		
Raie torpille, <i>Torpedo marmorata</i>					•					
Rascasse rouge, <i>Scorpaena notata</i>					•					
Rouget, <i>Mullus surmuletus</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Saint Pierre, <i>Zeus faber</i>				•		•				
Sar commun, <i>Diplodus sargus</i>	•		•	•	•	•			•	•
Sar à grosses lèvres, <i>Diplodus cervinus</i>		•	•	•	•					•
Sar tête noire, <i>Diplodus vulgaris</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Saupe, <i>Sarpa salpa</i>			•	•	•					
Sériole couronnée, <i>Seriola dumerili</i>						•				

Espèces	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Serran, <i>Serranus cabrilla</i>			•	•	•	•			•	
Sole, <i>Solea vulgaris</i>			•							
Syngnathe, <i>Syngnathus acus</i>					•					
Tacaud, <i>Trisopterus luscus</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Targeur, <i>Zeugopterus punctatus</i>			•	•	•			•		
Triptérygion, <i>Tripterygion triptéronotus</i>			•							
Turbot, <i>Psetta maxima</i>		•	•	•	•					
Vieille, <i>Labrus bergylta</i>	•	•	•	•	•	•				
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>24</b>	<b>38</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>17</b>
Nombre de plongées	14	49	34	32	50	8	3	5	20	8

**Annexe 2 : Peuplements de vertébrés des récifs artificiels de Soustons / Vieux-Boucau entre 2002 et 2008 (en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

Espèces	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Anchois, <i>Engraulis encrasicolus</i>							
Baliste, <i>Balistes capriscus</i>		•		•			
Bar, <i>Dicentrarchus labrax</i>							
Barbue, <i>Scophthalmus rhombus</i>		•					
Blennie, <i>Parablennius sp.</i>	•						
Blennie gattorugine, <i>Parablennius gattorugine</i>		•		•	•		
Blennie pilicorne, <i>Parablennius pilicornis</i>		•		•	•	•	
Blennie de Roux, <i>Parablennius rouxi</i>		•		•	•		
Bogue, <i>Boops boops</i>	•	•			•		
Bonite, <i>Sarda sarda</i>		•					
Capelan, <i>Trisopterus minutus</i>	•	•		•			
Chapon, <i>Scorpaena scrofa</i>							
Chinchard, <i>Trachurus trachurus</i>	•	•		•	•	•	
Congre, <i>Conger conger</i>	•	•		•	•	•	
Crénilabre baillon, <i>Symphodus bailloni</i>					•		
Crénilabre cendré, <i>Symphodus cinereus</i>							
Crénilabre à 5 taches, <i>Symphodus roissali</i>					•		
Cténolabre, <i>Ctenolabrus rupestris</i>	•						
Dorade royale, <i>Sparus aurata</i>							
Dragonnet, <i>Callionymus lyra</i>	•	•					
Girelle, <i>Coris julis</i>				•			
Gobie buhotte, <i>Pomatoschistus minutus</i>				•		•	
Grande Vive, <i>Trachinus draco</i>	•	•		•			
Griset, <i>Spondyliosoma cantharus</i>	•	•			•		
Labre, <i>Labrus sp</i>							
Lieu jaune, <i>Pollachius pollachius</i>				•			
Maigre, <i>Argyrosomus regius</i>				•			
Maquereau, <i>Scomber scombrus</i>							
Marbré, <i>Lithognathus mormyrus</i>				•			
Ombre bronze, <i>Umbrina canariensis</i>	•	•		•	•	•	
Ombre côtière, <i>Umbrina cirrosa</i>				•			
Orpie, <i>Belone belone</i>		•					
Pageot, <i>Pagellus erythrinus</i>							
Poisson lune, <i>Mola mola</i>	•			•	•		
Raie torpille, <i>Torpedo marmorata</i>				•	•		
Rascasse rouge, <i>Scorpaena notata</i>							
Rouget, <i>Mullus surmuletus</i>	•	•		•	•	•	
Saint Pierre, <i>Zeus faber</i>	•	•		•	•		
Sar commun, <i>Diplodus sargus</i>	•	•					
Sar à grosses lèvres, <i>Diplodus cervinus</i>	•						
Sar tête noire, <i>Diplodus vulgaris</i>	•	•		•	•		

Espèces	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Saupe, <i>Sarpa salpa</i>	•						
Sériole couronnée, <i>Seriola dumerili</i>							
Serran, <i>Serranus cabrilla</i>							
Sole, <i>Solea vulgaris</i>							
Syngnathe, <i>Syngnathus acus</i>							
Tacaud, <i>Trisopterus luscus</i>	•	•		•	•	•	
Targeur, <i>Zeugopterus punctatus</i>							
Triptérygion, <i>Tripterygion triptéronotus</i>							
Turbot, <i>Psetta maxima</i>	•						
Vieille, <i>Labrus bergylta</i>	•	•					
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>0</b>
Nombre de plongées	23	24	0	8	4	2	0

**Annexe 3 : Peuplements de vertébrés des récifs artificiels de Messanges / Azur / Moliets de 2005 à 2008 (en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

Espèces	2005	2007	2008
Anchois, <i>Engraulis encrasicolus</i>			
Baliste, <i>Balistes carolinensis</i>		•	
Bar, <i>Dicentrachus labrax</i>			
Barbue, <i>Scophthalmus rhombus</i>			
Blennie, <i>Parablennius sp.</i>			•
Blennie gattorugine, <i>Parablennius gattorugine</i>			
Blennie pilicorne, <i>Parablennius pilicornis</i>			
Blennie de Roux, <i>Parablennius rouxi</i>			
Bogue, <i>Boops boops</i>			
Bonite, <i>Sarda sarda</i>			
Capelan, <i>Trisopterus minutus</i>	•	•	
Chapon, <i>Scorpaena scrofa</i>			
Chinchard, <i>Trachurus trachurus</i>	•		•
Congre, <i>Conger conger</i>	•	•	
Crénilabre baillon, <i>Symphodus bailloni</i>			
Crénilabre cendré, <i>Symphodus cinereus</i>			
Crénilabre à 5 taches, <i>Symphodus roissali</i>			
Cténolabre, <i>Ctenolabrus rupestris</i>			
Dorade royale, <i>Sparus aurata</i>			
Dragonnet, <i>Callionymus lyra</i>			
Girelle, <i>Coris julis</i>			
Gobie buhotte, <i>Pomatoschistus minutus</i>			
Grande Vive, <i>Trachinus draco</i>			
Griset, <i>Spondyliosoma cantharus</i>		•	•
Labre, <i>Labrus sp</i>			
Lieu jaune, <i>Pollachius pollachius</i>			
Maigre, <i>Argyrosomus regius</i>			
Maquereau, <i>Scomber scombrus</i>			
Marbré, <i>Lithognathus mormyrus</i>			
Ombrine bronze, <i>Umbrina canariensis</i>	•	•	
Ombrine côtière, <i>Umbrina cirrosa</i>			
Orphie, <i>Belone belone</i>			
Pageot, <i>Pagellus erythrinus</i>			
Poisson lune, <i>Mola mola</i>			
Raie torpille, <i>Torpedo marmorata</i>			
Rascasse rouge, <i>Scorpaena notata</i>			
Rouget, <i>Mullus surmuletus</i>	•	•	
Saint Pierre, <i>Zeus faber</i>			
Sar commun, <i>Diplodus sargus</i>		•	
Sar à grosses lèvres, <i>Diplodus cervinus</i>			
Sar tête noire, <i>Diplodus vulgaris</i>	•		
Saupe, <i>Sarpa salpa</i>			

Espèces	2005	2007	2008
Sériole couronnée, <i>Seriola dumerili</i>			
Serran, <i>Serranus cabrilla</i>			
Sole, <i>Solea vulgaris</i>			
Syngnathe, <i>Syngnathus acus</i>			
Tacaud, <i>Trisopterus luscus</i>	•		•
Targeur, <i>Zeugopterus punctatus</i>			
Triptérygion, <i>Tripterygion triptéronotus</i>			
Turbot, <i>Psetta maxima</i>			
Vieille, <i>Labrus bergylta</i>			
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
Nombre de plongées	3	4	3

**Annexe 4 : Peuplements d'invertébrés des récifs artificiels de Capbreton entre 1999 et 2008 en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

Espèces	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Actinie rouge, <i>Actina equina</i>				•	•	•				
Alcyon jaune, <i>Alcyonium digitatum</i>				•	•			•		
Algue brune					•			•		
Algue rouge					•	•		•		
Algue verte					•					
Anémone, <i>Tealina felina</i>		•	•							
Anémone bijou, <i>Corynactis viridis</i>					•			•	•	•
Anémone dalhia, <i>Urticina eques</i>					•	•				
Anémone encroûtante, <i>Parazoanthus anguicomus</i>			•						•	
Anémone marguerite, <i>Actinothoe sphyrodeta</i>				•	•	•	•	•	•	•
Anémone parasite, <i>Calliactis parasitica</i>			•							
Anilocre, <i>Anilocra</i> sp.			•	•	•			•		
Anomie, <i>Anomia ephippium</i>				•						
Araignée, <i>Maja squinado</i>			•		•				•	
Ascidie couchée, <i>Ascidella aspersa</i>				•						
Ascidie encroûtante					•					
Ascidie orange, <i>Botryllus leachi</i>			•	•	•					
Balane, <i>Balanus perforatus</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	
Bernard l'hermite, <i>Pagurus bernhardus</i>				•	•	•	•	•	•	
Buccins, <i>Buccinum undatum</i>			•	•		•				
Calmar, <i>Loligo vulgaris</i>		•	•	•	•					
Cigale, <i>Scyllarides latus</i>								•	•	
Cione, <i>Ciona intestinalis</i>		•	•	•						
Coque <i>Cerastodoma edule</i>		•	•							
Comatule, <i>Antedon bifida</i>				•						
Couteau, <i>Ensis ensis</i>			•							
Crabe nageur, <i>Liocarcinus</i> sp.				•	•					
Crabe vert, <i>Carcinus maenas</i>		•	•	•	•					
Crevette bouquet, <i>Palaemon serratus</i>		•	•	•	•	•		•	•	•
Doris canthabrique, <i>Hypselerodoris cantabrica</i>										•
Epizoanthus brun, <i>Epizoanthus couchii</i>			•	•	•					
Eponge encroûtante				•		•		•		
Eponge mamelle										
Eponge rouge					•					
Eponge tubulaire, <i>Sycon</i> sp.				•	•					
Etoile de mer, <i>Asteria rubens</i>		•	•	•	•	•	•	•		
Etoile de mer glaciale, <i>Marthasterias glacialis</i>				•	•	•	•	•	•	
Etrille, <i>Necora puber</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Galathée, <i>Galathea strigosa</i>			•	•	•					
Gorgone, <i>Leptogorgia</i> sp.									•	
Hermelles, <i>Sabellaria alveolata</i>		•	•	•						
Homard, <i>Homarus gammarus</i>					•			•	•	

Espèces	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Huître, <i>Crassostrea gigas</i>			•	•		•			•	
Hydraire, <i>Aglaophenia</i> sp.					•					
Hydraire, <i>Tamarisca tamarisca</i>		•	•	•	•	•	•	•		
Hydraire, <i>Tubularia indivisa</i>			•	•						
Hydraire, <i>Sertularella</i> sp.				•	•	•	•	•	•	
Hydraire encroûtant, <i>Hydractinia echinata</i>				•	•	•	•	•		
Lanice, <i>Lanice conchilega</i>	•	•	•							
Macropode, <i>Macropodia longirostris</i>			•		•					
Méduse				•						
Moule, <i>Mytilus edulis</i>		•	•	•	•					
Nasse, <i>Nassarius reticulata</i>	•	•	•	•	•	•				•
Natice, <i>Natica catena</i>				•						
Nudibranche				•				•		
Oursin commun, <i>Paracentrus lividus</i>		•	•						•	•
Oursin de rocher, <i>Psammechinus miliaris</i>			•	•	•	•		•		
Oursin de sable, <i>Echinocardium cordatum</i>	•	•	•							
Palourde, <i>Ruditapes philippinarum</i> (ou <i>decussatus</i> )	•									
Pomatoceros, <i>Pomatoceros triqueter</i>		•	•	•	•					
Polycera, <i>Polycera faeroensis</i>					•					
Poulpe, <i>Octopus vulgaris</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Pourpre, <i>Thais haemastoma</i>					•					
Petite cigale, <i>Scyllarus arctus</i>			•		•					
Protule, <i>Protula tubularia</i>			•	•						
Rhizostome, <i>Rhizostoma pulmo</i>					•					
Rose de mer, <i>Pentapora foliacea</i>					•					
Sargatie, <i>Sargatia elegans</i>				•						
Seiche, <i>Sepia officinalis</i>	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Serpule, <i>Serpula vermicularis</i>					•					
Scorbiculaire, <i>Scorbicularia plana</i>		•	•							
Spirographe, <i>Spirographis spallanzanii</i>				•						
Tamaris de mer, <i>Tamarisca tamarisca</i>			•							
Tourteau, <i>Cancer pagurus</i>		•	•		•			•		
Vernis, <i>Cytherea chione</i>			•	•	•					
Vers tubicoles				•		•		•	•	
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>38</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>9</b>
Nombre de plongées	14	49	34	32	50	8	3	5	20	8

**Annexe 5 : Peuplements d'invertébrés des récifs artificiels de Soustons / Vieux-Boucau entre 2002 et 2008 (en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

Espèces	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Actinie rouge, <i>Actina equina</i>							
Alcyon jaune, <i>Alcyonium digitatum</i>		•		•			
Algue brune							
Algue rouge				•	•		
Algue verte							
Anémone, <i>Tealina felina</i>							
Anémone bijou, <i>Corynactis viridis</i>		•		•	•	•	
Anémone dahlia, <i>Urticina eques</i>							
Anémone encroûtante, <i>Parazoanthus anguicomus</i>							
Anémone marguerite, <i>Actinothoe sphyrodeta</i>	•	•		•	•	•	
Anémone parasite, <i>Calliactis parasitica</i>							
Anilocre, <i>Anilocra</i> sp.		•					
Anomie, <i>Anomia ephippium</i>	•	•			•		
Araignée, <i>Maja squinado</i>		•					
Ascidie couchée, <i>Ascidia aspersa</i>	•	•		•			
Ascidie encroûtante							
Ascidie orange, <i>Botryllus leachi</i>		•		•	•		
Balane, <i>Balanus perforatus</i>	•	•		•	•	•	
Bernard l'hermite, <i>Pagurus bernhardus</i>		•		•			
Buccins, <i>Buccinum undatum</i>							
Calmar, <i>Loligo vulgaris</i>	•	•		•			
Cigale, <i>Scyllarides latus</i>							
Cione, <i>Ciona intestinalis</i>	•	•					
Coque <i>Cerastodoma edule</i>							
Comatule, <i>Antedon bifida</i>	•	•			•		
Couteau, <i>Ensis ensis</i>							
Crabe nageur, <i>Liocarcinus</i> sp.	•	•			•		
Crabe vert, <i>Carcinus maenas</i>	•			•			
Crevette bouquet, <i>Palaemon serratus</i>	•	•		•	•	•	
Epizoanthus brun, <i>Epizoanthus couchii</i>	•	•					
Eponge encroûtante	•						
Eponge mamelle		•					
Eponge rouge							
Eponge tubulaire, <i>Sycon</i> sp.	•	•					
Etoile de mer, <i>Asteria rubens</i>	•	•		•			
Etoile de mer glaciale, <i>Marthasterias glacialis</i>	•			•		•	
Etrille, <i>Necora puber</i>	•	•		•	•	•	
Galathée, <i>Galathea strigosa</i>							
Gorgone, <i>Leptogorgia</i> sp.							
Hermelles, <i>Sabellaria alveolata</i>							
Homard, <i>Homarus gammarus</i>							

Espèces	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Huître, <i>Crassostrea gigas</i>	•	•			•	•	
Hydraire, <i>Aglaophenia</i> sp.		•		•	•		
Hydraire, <i>Tamarisca tamarisca</i>	•	•		•	•		
Hydraire, <i>Tubularia indivisa</i>							
Hydraire, <i>Sertularella</i> sp.	•	•		•	•		
Hydraire encroûtant, <i>Hydractinia echinata</i>		•		•	•		
Lanice, <i>Lanice conchilega</i>							
Macropode, <i>Macropodia longirostris</i>							
Méduse							
Moule, <i>Mytilus edulis</i>	•						
Nasse, <i>Nassarius reticulata</i>		•		•			
Natrice, <i>Natica catena</i>							
Nudibranche							
Oursin commun, <i>Paracentrus lividus</i>							
Oursin de rocher, <i>Psammechinus miliaris</i>	•	•		•			
Oursin de sable, <i>Echinocardium cordatum</i>							
Palourde, <i>Ruditapes phillippinarum</i> (ou <i>decussatus</i> )							
Pomatoceros, <i>Pomatoceros triqueter</i>	•	•					
Polycera, <i>Polycera faeroensis</i>							
Poulpe, <i>Octopus vulgaris</i>	•	•		•			
Pourpre, <i>Thais haemastoma</i>		•					
Petite cigale, <i>Scyllarus arctus</i>						•	
Protule, <i>Protula tubularia</i>							
Rhizostome, <i>Rhizostoma pulmo</i>							
Rose de mer, <i>Pentapora foliacea</i>							
Sargatie, <i>Sagartia elegans</i>							
Seiche, <i>Sepia officinalis</i>	•	•					
Serpule, <i>Serpula vermicularis</i>		•					
Scorbiculaire, <i>Scorbicularia plana</i>							
Spirographe, <i>Spirographis spallanzanii</i>					•		
Tamaris de mer, <i>Tamarisca tamarisca</i>							
Tourteau, <i>Cancer pagurus</i>					•		
Vernis, <i>Cytherea chione</i>							
Vers tubicoles	•			•	•		
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
Nombre de plongées	23	24	0	8	4	2	0

**Annexe 6 : Peuplements d'invertébrés des récifs artificiels de Messanges / Azur / Moliets entre 2005 et 2008 (en jaune, apparition d'une nouvelle espèce ; en gris, espèce d'intérêt commercial).**

Espèces	2005	2007	2008
Actinie rouge, <i>Actina equina</i>			
Alcyon jaune, <i>Alcyonium digitatum</i>			
Algue brune			
Algue rouge			
Algue verte			
Anémone, <i>Tealina felina</i>			
Anémone bijou, <i>Corynactis viridis</i>	•	•	
Anémone dalhia, <i>Urticina eques</i>			
Anémone encroûtante, <i>Parazoanthus anguicomus</i>			
Anémone marguerite, <i>Actinothoe sphyrodeta</i>		•	•
Anémone parasite, <i>Calliactis parasitica</i>			
Anilocre, <i>Anilocra</i> sp.			
Anomie, <i>Anomia ephippium</i>			
Araignée, <i>Maja squinado</i>			
Ascidie couchée, <i>Ascidia aspersa</i>			
Ascidie encroûtante			
Ascidie orange, <i>Botryllus leachi</i>			
Balane, <i>Balanus perforatus</i>	•		
Bernard l'hermite, <i>Pagurus bernhardus</i>			
Buccins, <i>Buccinum undatum</i>			
Calmar, <i>Loligo vulgaris</i>	•		
Cigale, <i>Scyllarides latus</i>			
Cione, <i>Ciona intestinalis</i>			
Coque <i>Cerastodoma edule</i>			
Comatule, <i>Antedon bifida</i>			
Couteau, <i>Ensis ensis</i>			
Crabe nageur, <i>Liocarcinus</i> sp.			
Crabe vert, <i>Carcinus maenas</i>			
Crevette bouquet, <i>Palaemon serratus</i>			
Epizoanthus brun, <i>Epizoanthus couchii</i>			
Eponge encroûtante			
Eponge mamelle			
Eponge rouge			
Eponge tubulaire, <i>Sycon</i> sp.			
Etoile de mer, <i>Asteria rubens</i>	•		
Etoile de mer glaciaire, <i>Marthasterias glacialis</i>	•		
Etrille, <i>Necora puber</i>			•
Galathée, <i>Galathea strigosa</i>			
Gorgone, <i>Leptogorgia</i> sp.			
Hermelles, <i>Sabellaria alveolata</i>			
Homard, <i>Homarus gammarus</i>			

Espèces	2005	2007	2008
Huître, <i>Crassostrea gigas</i>			
Hydraire, <i>Aglaophenia sp.</i>			
Hydraire, <i>Tamarisca tamarisca</i>			
Hydraire, <i>Tubularia indivisa</i>			
Hydraire, <i>Sertularella sp.</i>			
Hydraire encroûtant, <i>Hydractinia echinata</i>			
Lanice, <i>Lanice conchilega</i>			
Macropode, <i>Macropodia longirostris</i>			
Méduse			
Moule, <i>Mytilus edulis</i>			
Nasse, <i>Nassarius reticulata</i>	•		
Natrice, <i>Natica catena</i>			
Nudibranche			
Oursin commun, <i>Paracentrus lividus</i>	•	•	•
Oursin de rocher, <i>Psammechinus miliaris</i>	•		
Oursin de sable, <i>Echinocardium cordatum</i>			
Palourde, <i>Ruditapes phillippinarum</i> (ou <i>decussatus</i> )			
Pomatoceros, <i>Pomatoceros triqueter</i>			
Polycera, <i>Polycera faeroensis</i>			
Poulpe, <i>Octopus vulgaris</i>	•		
Pourpre, <i>Thais haemastoma</i>			
Petite cigale, <i>Scyllarus arctus</i>			
Protule, <i>Protula tubularia</i>			
Rhizostome, <i>Rhizostoma pulmo</i>			
Rose de mer, <i>Pentapora foliacea</i>			
Sargatie, <i>Sagartia elegans</i>			
Seiche, <i>Sepia officinalis</i>			
Serpule, <i>Serpula vermicularis</i>			
Scorbiculaire, <i>Scorbicularia plana</i>			
Spirographe, <i>Spirographis spallanzanii</i>	•		
Tamaris de mer, <i>Tamarisca tamarisca</i>			
Tourteau, <i>Cancer pagurus</i>			
Vernis, <i>Cytherea chione</i>			
Vers tubicoles	•		
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Nombre de plongées	3	4	4

**Annexe 7 : Espèces observées lors des pêches expérimentales.**

Nom vernaculaire	Genre espèce	2007	2008
Alose feinte	<i>Alosa fallax</i>	•	
Alose grande	<i>Alosa alosa</i>	•	
Anchois	<i>Engraulis encrasicolus</i>		•
Baliste	<i>Balistes capriscus</i>	•	•
Bar	<i>Dicentrarchus labrax</i>	•	
Baudroie	<i>Lophius piscatorius</i>	•	
Bonite à dos rayé	<i>Sarda sarda</i>	•	•
Céteau	<i>Dicologoglossa cuneata</i>		•
Chien de mer	<i>Squalus acanthias</i>		•
Chinchard	<i>Trachurus trachurus</i>	•	•
Cigale	<i>Scyllarus arctus</i>		•
Congre	<i>Conger conger</i>	•	
Daurade royale	<i>Sparus aurata</i>	•	
Etrille	<i>Necora puber</i>		•
Griset	<i>Spondylosoma cantharus</i>	•	•
Grondin	<i>Trigla lucerna</i>	•	
Lieu jaune	<i>Pollachius pollachius</i>	•	
Maigre	<i>Argyrosomus regius</i>	•	•
Maquereau	<i>Scomber scombrus</i>	•	•
Maquereau espagnol	<i>Scomber japonicus</i>		•
Marbré	<i>Lithognathus mormyrus</i>	•	•
Merlan	<i>Merlangius merlangus</i>	•	
Merlu	<i>Merluccius merluccius</i>	•	•
Muge	<i>Mugil sp.</i>	•	
Ombrine bronze	<i>Umbrina canariensis</i>	•	•
Pageot	<i>Pagellus acarne</i>	•	•
Poisson lune	<i>Mola mola</i>	•	
Raie bouclée	<i>Raja clavata</i>	•	
Raie pastenague	<i>Dasyatis pastinaca</i>	•	
Roussette	<i>Scyliorhinus canicula</i>	•	•
Sar commun	<i>Diplodus sargus</i>	•	
Sardine	<i>Sardina pilchardus</i>	•	•
Saupe	<i>Sarpa salpa</i>		•
Seiche	<i>Sepia officinalis</i>	•	
St Pierre	<i>Zeus faber</i>	•	•
Syngnathe	<i>Syngnathus acus</i>	•	
Tacaud	<i>Trisopterus luscus</i>	•	•
Tourteau	<i>Cancer pagurus</i>		•
Vieille	<i>Labrus bergylta</i>		•
Vive	<i>Trachinus lineolatus</i>	•	•
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>24</b>

