

# SYNDICAT MIXTE POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA PECHE ET LA PROTECTION DES ZONES MARINES DANS LE GOLFE D'AIGUES-MORTES

---

## Impact des récifs artificiels sur le milieu marin et la pêche professionnelle dans le golfe d'Aigues-Mortes

---

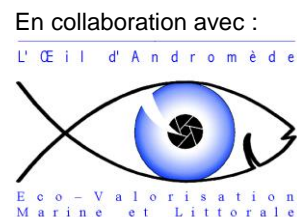
SYNTHESE DES 3 ANNEES DE SUIVI

---



Dossier 100049

Montpellier, Décembre 2003



## SOMMAIRE

1 -	Introduction.....	5
1.1 -	Cadre du projet.....	5
1.2 -	Types de récifs immergés.....	7
1.3 -	Suivi scientifique des récifs.....	7
2 -	Matériels et méthodes.....	9
2.1 -	Choix des récifs pour le suivi.....	9
2.2 -	Suivi des caractéristiques physiques des récifs.....	9
2.3 -	Faune et flore fixées.....	10
2.3.1 -	Les relevés photographiques.....	10
2.3.2 -	Les grattages.....	12
2.3.3 -	Relevés visuels.....	14
2.4 -	Les peuplements ichtyologiques.....	14
2.5 -	Estimation de la production globale des récifs artificiels.....	15
2.5.1 -	Estimation de la biomasse en invertébrés benthiques.....	15
2.5.2 -	Estimation de la biomasse totale présente sur les récifs.....	15
2.6 -	Impacts des récifs sur les substrats meubles environnants.....	16
2.7 -	Suivi halieutique.....	19
2.7.1 -	Pêches expérimentales.....	19
2.7.2 -	Enquêtes auprès des pêcheurs.....	19
3 -	Résultats.....	20
3.1 -	Choix des récifs pour le suivi.....	20
3.2 -	Structure physique des récifs.....	21
3.2.1 -	Description générale.....	21
3.2.2 -	Evolution des caractéristiques physiques des récifs au cours du suivi.....	21
3.3 -	Faune et flore fixées.....	24
3.3.1 -	Etude des quadrats photographiques et des relevés visuels en plongée.....	24
3.3.2 -	Etude des prélèvements par grattage intégral.....	30
3.4 -	Suivi ichtyologique.....	35
3.4.1 -	Description générale des peuplements en place sur chaque récif.....	35
3.4.2 -	Les différents indices biologiques.....	35
3.5 -	Estimation de la biomasse présente sur les récifs artificiels.....	39
3.5.1 -	Estimation de la biomasse en invertébrés benthiques.....	39
3.5.2 -	Estimation de la biomasse totale présente sur les récifs.....	40
3.6 -	Benthos substrat meuble.....	41
3.6.1 -	Récifs immergés en zone sableuse peu profonde et soumis à un courant fort.....	41
3.6.2 -	Récif immergé en zone vaseuse profonde à une distance importante de la côte et soumis à un faible courant (M34).....	42
3.7 -	Suivi halieutique.....	43
3.7.1 -	Pêches expérimentales.....	43
3.7.2 -	Enquêtes auprès des pêcheurs.....	44
4 -	Discussion - Synthèse.....	46
4.1 -	Structure physique des récifs.....	46
4.2 -	Faune et flore fixées.....	47
4.2.1 -	Les quadrats photographiques.....	47
4.2.2 -	Les grattages.....	48
4.3 -	Suivi ichtyologique.....	49
4.4 -	Estimation de la production globale des récifs.....	49
4.5 -	Benthos substrats meubles.....	50
4.6 -	Suivi halieutique.....	51
4.6.1 -	Pêches expérimentales.....	51
4.6.2 -	Enquêtes auprès des pêcheurs.....	51
5 -	Conclusion.....	53

## FIGURES

Figure 1 - Les récifs artificiels immergés en Languedoc-Roussillon depuis 1995.....	6
Figure 2 - Les deux types de RA immergés dans le golfe d'Aigues-Mortes. (a) Amas chaotique de modules Sabla; (b) Double buse .....	7
Figure 3 - Localisation des principaux récifs artificiels immergés dans le golfe d'Aigues-Mortes. Les cercles désignent les récifs choisis pour le suivi scientifique .....	8
Figure 4 - méthode de suivi du comportement physique des récifs artificiels.....	10
Figure 5 - Emplacement des quadrats photographiques sur les modules SABLA en 2000 et 2001 (a) et en 2002 (b) .....	11
Figure 6 - Emplacement des grattages sur les modules SABLA.....	12
Figure 7 - Les différentes étapes nécessaires à l'estimation de la biomasse totale présente sur les récifs .....	16
Figure 8 - Localisation des stations d'échantillonnage des substrats meubles.....	18
Figure 9 - Evolution du nombre de blocs de l'étage supérieur entre 2000 et 2002.....	22
Figure 10 - Effet de la profondeur d'immersion des récifs sur leur émergence.....	22
Figure 11 - Evolution du phénomène de creusement de cuvettes entre 2000 et 2002.....	23
Figure 12 - Evolution de l'émergence, de la cuvette et du nombre de bloc en 2 <sup>ème</sup> niveau sur un récif moyen entre 2000 et 2002.....	23
Figure 13 - Evolution de la surface colonisée sur les récifs artificiels entre 2000 et 2002 au niveau des 4 quadrats.....	24
Figure 14 - Zonation des peuplements benthiques sur les récifs en 2002 .....	27
Figure 15 - Evolution de l'indice de colonisation des récifs entre 2000 et 2002.....	27
Figure 16 - Influence de la profondeur sur l'indice de colonisation des récifs entre 2000 et 2002.....	28
Figure 17 - Influence de l'isolement sur l'indice de colonisation des récifs entre 2000 et 2002 ..	28
Figure 18 - Influence de la position géographique sur l'indice de colonisation des récifs entre 2000 et 2002.....	29
Figure 19 - Influence de la perturbation des récifs sur l'indice de colonisation en 2002 .....	29
Figure 20 - Evolution du nombre d'espèces total d'invertébrés benthiques de 2000 à 2002 (où n correspond au nombre de récifs grattés).....	30
Figure 21 - Comparaison du nombre d'espèces d'invertébrés benthiques par récif .....	30
Figure 22 - Evolution de l'abondance et de la biomasse par m <sup>2</sup> entre 2001 et 2002 .....	31
Figure 23 - Evolution de l'indice de Shannon entre les grattages de 2001 et 2002 .....	31
Figure 24 - Evolution de la répartition des abondances (a) et des biomasses (b) dans les différents groupes trophiques de la classification de Word (1998) entre 2001 et 2002 .....	32
Figure 25 - Influence de la profondeur d'immersion des récifs sur la richesse spécifique en invertébrés benthiques.....	33
Figure 26 - Influence de la profondeur d'immersion des récifs sur la biomasse en invertébrés benthiques .....	33
Figure 27 - Influence de l'isolement des récifs sur la biomasse en invertébrés benthiques.....	34
Figure 28 - Evolution du nombre d'espèces d'invertébrés benthiques en fonction de la position géographique.....	34
Figure 29 - Richesse spécifique par récif sur les 3 années de suivi .....	36
Figure 30 - Evolution de l'abondance et de la biomasse par récif sur les 3 années de suivi .....	36
Figure 31 - Influence de la position géographique sur la richesse spécifique et l'indice de Shannon sur les 3 années de suivi .....	38
Figure 32 - Effet de l'écroulement des structures sur la biomasse et l'abondance .....	39
Figure 33 - Estimation de la biomasse en invertébrés benthiques présente sur les récifs artificiels en 2001 .....	40
Figure 34 - Influence des récifs P3 et M35 sur les zones de substrat meuble voisines.....	42
Figure 35 - Influence du récif M34 sur les zones de substrat meuble voisines.....	43
Figure 36 - Quantité de poissons pêchés sur les récifs et les zones naturelles témoins lors de la campagne de pêche de 2000.....	44

## TABLEAUX

Tableau 1 - Exemple de calcul de l'indice de colonisation (récif C3) .....	12
Tableau 2 - Caractéristiques des huit récifs choisis pour le suivi scientifique .....	20
Tableau 3 - Evolution des caractéristiques physiques (nombre de blocs de l'étage supérieur, émergence et cuvette) pour l'ensemble des récifs au cours du suivi .....	21
Tableau 4 - Estimation de la biomasse humide totale (en kg, [valeur basse-valeur haute]) présente sur les récifs artificiels et les zones sablo-vaseuses témoins de même surface au sol en 2001 .....	40

## RESUME

En Octobre 1999, 1600 m<sup>3</sup> de récifs artificiels de type buses et amas chaotiques ont été immergés dans le golfe d'Aigues-Mortes (Méditerranée) à des fins de production halieutiques pour les petits métiers de la pêche et de protection du milieu contre les activités de chalutage.

Le suivi scientifique sur 3 ans a révélé que des facteurs comme la profondeur d'immersion, l'éloignement de zones naturelles rocheuses et un gradient Est/ Ouest affectent la colonisation des récifs artificiels. La profondeur d'immersion semble être le facteur physique primordial influençant la colonisation des récifs artificiels.

Les biomasses d'invertébrés benthiques et de poissons ont fortement progressés. L'apparition de comportement de symbiose et la disparition de certaines espèces de fonds meubles semblent indiquer que l'écosystème tend vers une certaine maturation.

L'influence des récifs sur la richesse biologique du milieu ne se limite pas aux espèces associées directement à leur structure physique mais elle s'étend à plusieurs dizaines de mètres autour des blocs en béton.

Les professionnels de la pêche aux petits métiers disent avoir peu d'information sur les récifs. La majorité considère que les récifs remplissent davantage un rôle de protection que de production halieutique.

**Mots clés :** récifs artificiels, « petits métiers », colonisation, invertébrés benthiques, poissons, biomasse.

## 1 - INTRODUCTION

Des études scientifiques ont montré que les zones rocheuses étaient beaucoup plus productives que les zones sableuses ou vaseuses en terme de biomasse et de diversité. Des récifs artificiels ont donc été immergés sur des fonds meubles dans le but d'en augmenter la productivité et la diversité biologique. Selon Bombace (1994), un récif artificiel peut produire 100 fois plus de biomasse qu'un fond sablo-vaseux.

La mise en place d'un récif artificiel sur fond meuble revient à créer un nouvel habitat potentiellement colonisable par une multitude d'organismes qui initialement n'étaient pas présents sur le site. Le nouveau substrat dur va servir de support pour la fixation d'organismes animaux et végétaux (algues) capables d'assimiler les particules en suspension ou dissoutes dans le milieu (plancton, sels minéraux) et qui constituent un des maillons indispensables de la chaîne alimentaire. La faune fixée est surtout représentée par des organismes filtreurs (vers, moules, huîtres, éponges, etc.). Ces organismes fixés seront consommés par certains poissons qui serviront eux-mêmes de proies à des poissons de taille supérieure (loups, sars, daurades, congres, etc.) et à des invertébrés mobiles (poules, seiches, homards, etc.). Une fois cet écosystème mis en place, une véritable production de biomasse pourra se réaliser (croissance, production).

L'attrait des poissons et des invertébrés mobiles pour la nouvelle structure s'explique par la présence de nourriture et d'abris. Les nombreuses cavités sont un refuge pour les juvéniles et pour de nombreuses espèces qui trouvent là un endroit sûr pour se cacher ou pour se reproduire (rôle de nurserie). Certaines espèces passeront le reste de leur vie sur le récif alors que d'autres n'y séjourneront que pour se reproduire ou s'alimenter.

### 1.1 - Cadre du projet

L'immersion de récifs artificiels dans le Golfe d'Aigues-Mortes a eu lieu en Octobre 1999, après presque 10 ans de négociations. Le projet, porté par le Syndicat Mixte pour le Développement de la Pêche et la Protection des Zones Marines dans le Golfe d'Aigues-Mortes qui rassemble la Région Languedoc-Roussillon, les départements de l'Hérault et du Gard, les Communes de Mauguio-Carnon, Palavas-les-Flots, le Grau du Roi et la Grande-Motte est apparu à la demande des prud'homies de Palavas et du Grau du Roi.

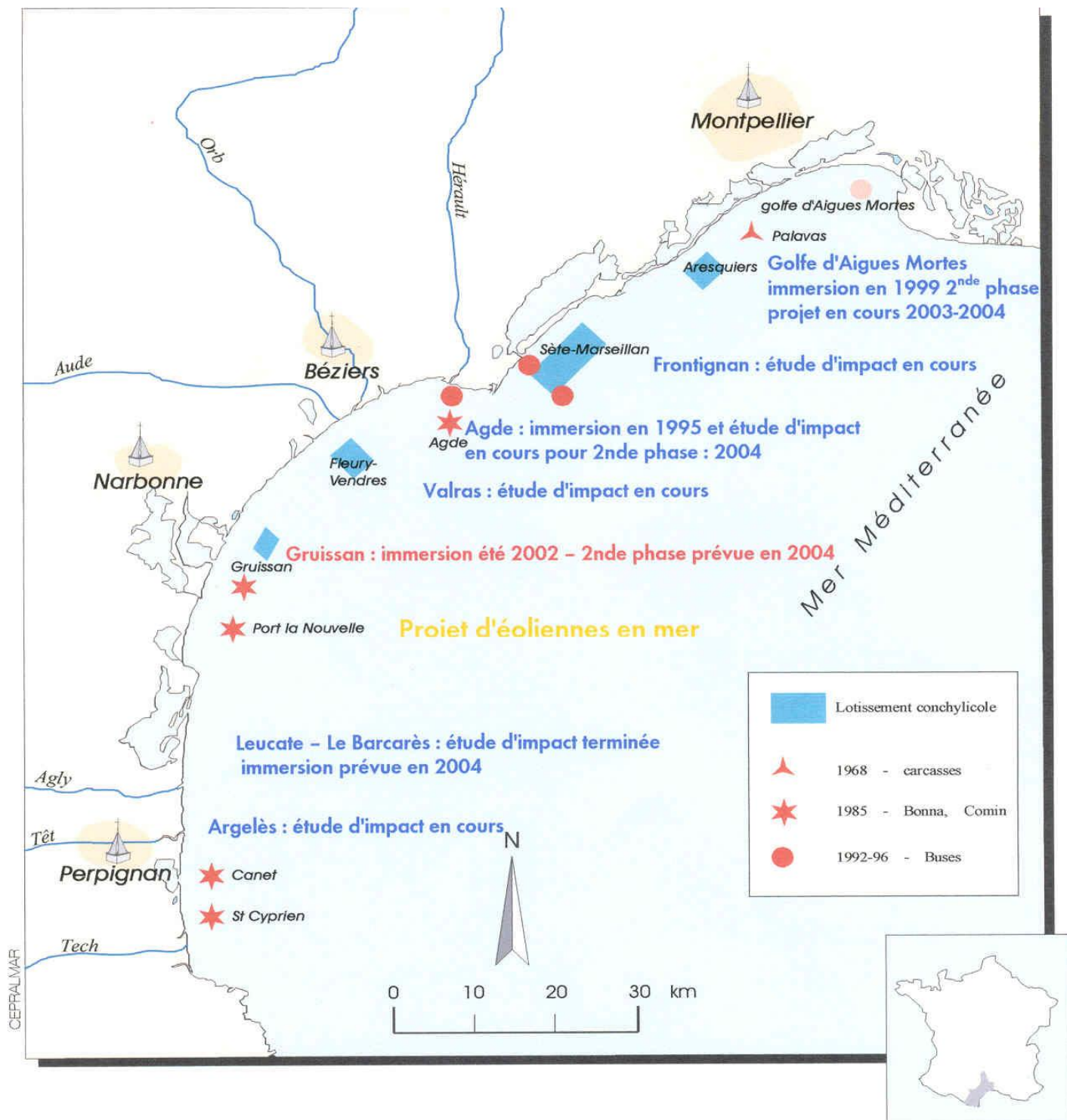
Avec un coût de 3 millions de francs, c'est le projet le plus ambitieux depuis 1984. Aucune aide financière européenne n'a pu être débloquée. Les collectivités locales ont donc dû se mobiliser : 1MF de la région, 0.5MF par département, et 0.25MF de chaque commune.

Ce projet fait suite à plusieurs plans d'immersion qui se multiplie en Languedoc-Roussillon depuis les premiers essais français à Palavas-les-Flots en 1968 (Figure 1).

L'immersion de récifs artificiels dans le golfe d'Aigues-Mortes répond à la fois à un objectif économique et environnemental.

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

**Figure 1** - Les récifs artificiels immergés en Languedoc-Roussillon depuis 1995 (source : CEPRALMAR)



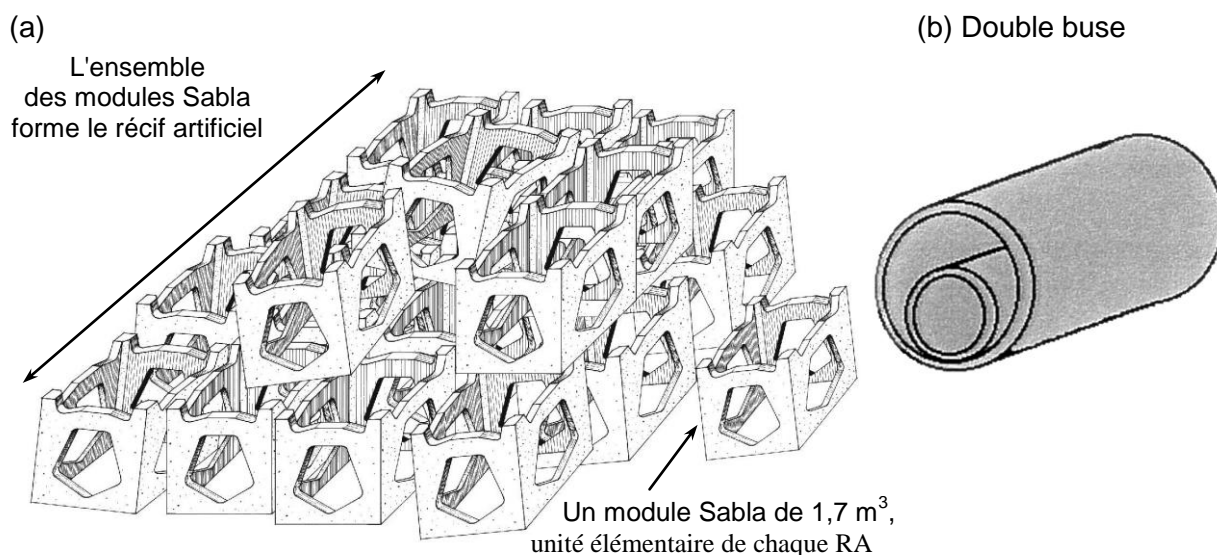
## 1.2 - Types de récifs immergés

Deux types de récifs artificiels (Figure 2) représentant un volume de 1600 m<sup>3</sup> ont été immergés en Octobre 1999 dans le golfe d'Aigues-Mortes sur une surface totale de 22 km<sup>2</sup>, en bordure du banc rocheux allant de Palavas-Les-Flots au Grau-du-Roi entre 1 et 2 miles de la côte et par des profondeurs de 7 à 22 mètres (Figure 3) :

- 109 doubles buses de béton de 8 tonnes chacune : structures de petites tailles mais néanmoins intéressantes pour limiter le chalutage dans la zone des trois milles.
- 25 amas chaotiques constitués de 20 cubes de type SABLE de 1,7 m<sup>3</sup> chacun.

Le but des buses est essentiellement la lutte contre le chalutage (accessoirement de favoriser l'installation de certaines espèces comme les Congres et les Homards); celui des cubes disposés en amas chaotiques est de favoriser l'effet protection pour les juvéniles et fournir un substrat pour la mise en place de la base d'un nouvel écosystème.

**Figure 2** - Les deux types de RA immergés dans le golfe d'Aigues-Mortes. (a) Amas chaotique de modules Sabla; (b) Double buse



## 1.3 - Suivi scientifique des récifs

Afin d'apprécier l'impact des récifs artificiels sur le milieu marin et la pêche professionnelle, un suivi scientifique sur trois ans a été mis en place. Ce suivi a été réalisé sur 8 des 25 amas chaotiques immergés lors de ce projet. Il a débuté en septembre 2000 et s'est achevé en février 2003. Il a permis d'acquérir des données sur :

- l'évolution dans le temps de la structure physique des récifs,
- les premiers stades de colonisation des récifs par la faune et la flore fixées et par les poissons,
- la modification des peuplements des substrats meubles environnants,
- l'impact de ces récifs sur la pêche aux petits métiers de Palavas, de Carnon-Plage et du Grau-du-Roi.

**Figure 3** - Localisation des principaux récifs artificiels immergés dans le golfe d'Aigues-Mortes. Les cercles désignent les récifs choisis pour le suivi scientifique



## 2 - MATERIELS ET METHODES

### 2.1 - Choix des récifs pour le suivi

Afin de choisir les récifs et les zones témoins qui serviront au suivi scientifique, des plongées de vérification et de description ont été organisées sur les 25 récifs artificiels de type amas chaotiques. Chaque structure immergée a été repérée grâce à l'utilisation d'un GPS différentiel (permet d'atteindre des précisions inférieures au mètre) et d'un sondeur vidéo couleur.

Le but étant de choisir 8 récifs parmi les 25 immergés tout en obtenant une combinaison de récifs qui soient représentatifs de l'ensemble des conditions écologiques de la zone d'étude.

Plusieurs critères ont été pris en compte :

- la profondeur d'immersion,
- l'éloignement des récifs par rapport aux zones naturelles rocheuses,
- la répartition des récifs sur l'ensemble de la zone d'étude.

A des fins de comparaison de l'efficacité des récifs par rapports à des zones naturelles, 4 zones naturelles témoins ont été sélectionnées sur la zone d'étude :

- 2 zones témoins de substrat meuble suffisamment éloignées des récifs pour ne pas en être influencées, une zone sableuse peu profonde (FM1) et une zone vaseuse profonde (FM2).
- 2 zones de substrat dur différentes par leur bathymétrie et leur isolement : une zone peu profonde, englobée dans le plateau rocheux du golfe d'Aigues-Mortes (ZNR1) et une zone profonde, "Les Amériques" isolée du plateau rocheux du golfe d'Aigues-Mortes (ZNR2).

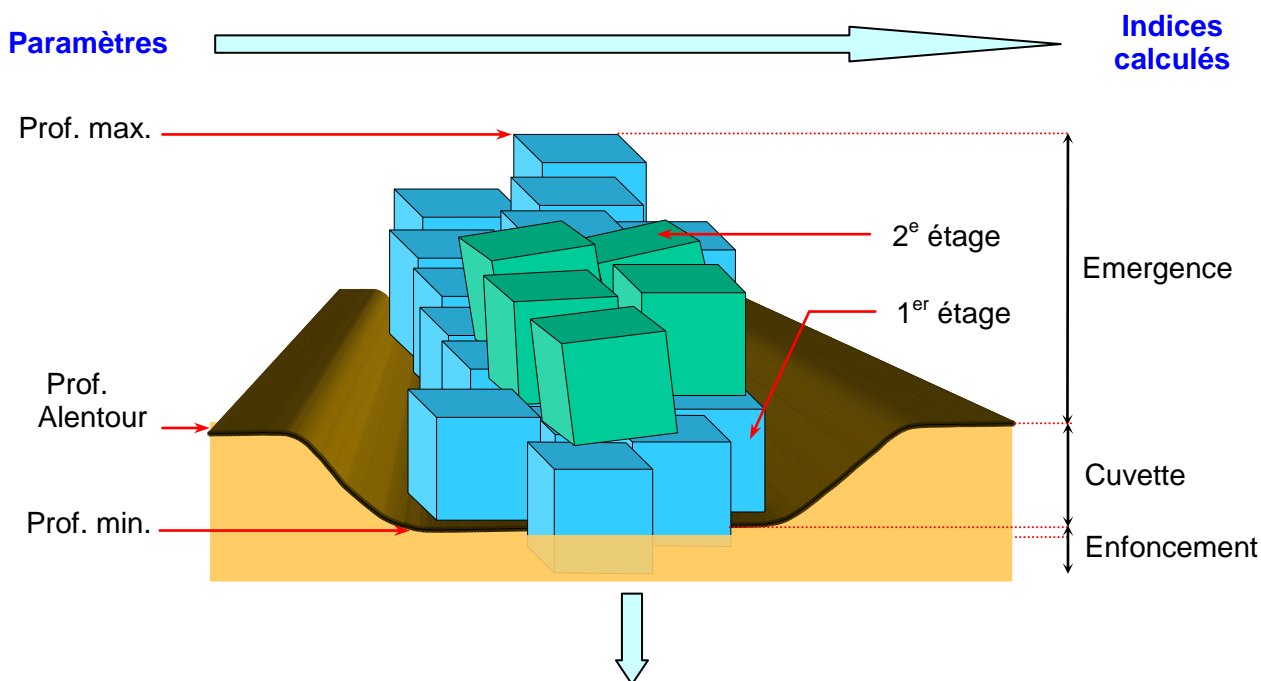
### 2.2 - Suivi des caractéristiques physiques des récifs

Afin d'étudier le phénomène général d'enfouissement des structures et d'en suivre l'évolution temporelle, un certain nombre de mesures (profondeur maximale, minimale et profondeur du substrat alentour) ont été relevées trois fois au cours du suivi durant les campagnes de comptages poissons (Figure 7 et Annexe 2). Ces paramètres ont permis de calculer trois indices : l'émergence, la profondeur de la cuvette et l'enfoncement (Annexe 2).

Le nombre de blocs en 2<sup>e</sup> étage mais également tout paramètre utile à la description globale de l'agencement des récifs ont été relevés.

La Figure 4 ci-après schématise la méthode de suivi.

**Figure 4** - méthode de suivi du comportement physique des récifs artificiels



**But : Evaluation de l'état physique des récifs artificiels.**

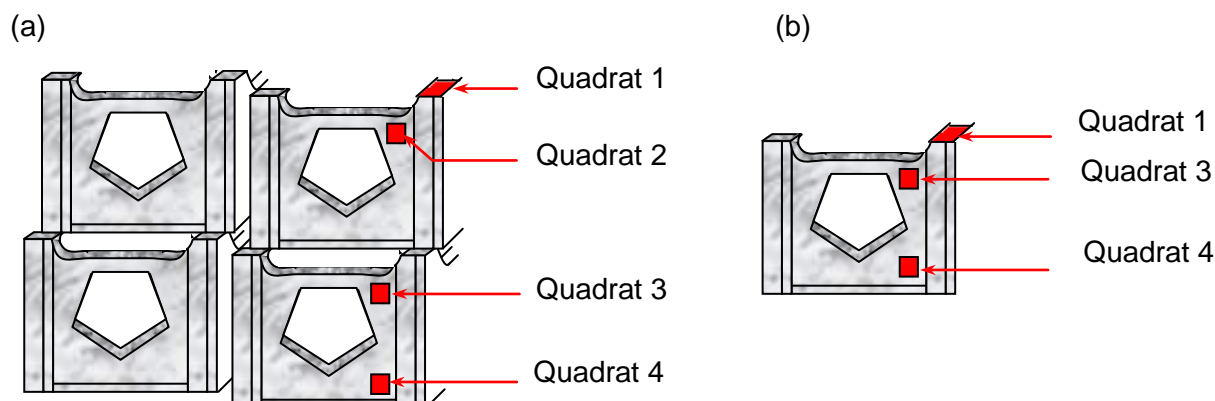
## 2.3 - Faune et flore fixées

Trois méthodes ont été utilisées pour l'étude de la faune et de la flore fixées des récifs : des relevés photographiques, des prélèvements par grattage intégral et des relevés visuels.

### 2.3.1 - Les relevés photographiques

Dans le but de réaliser une description et une analyse de la faune et de la flore fixées sur les récifs, des campagnes photographiques ont été effectuées sur chacun des huit récifs sur des surfaces déterminées (quadrats permanents) à raison d'une campagne par an. Sur chaque récif, quatre quadrats permanents (Figure 5) d'une dimension de 23 x 16 cm (soit une surface de 368 cm<sup>2</sup>) ont été photographiées à l'aide d'un Nikonos V équipé d'un objectif 28 mm. Afin d'augmenter la représentativité des résultats, cette opération a été répétée 3 fois ce qui représente un total de 96 quadrats.

**Figure 5** - Emplacement des quadrats photographiques sur les modules SABLA en 2000 et 2001 (a) et en 2002 (b)



En 2002, le quadrat Q2 n'a pas pu être échantillonné pour les récifs P8, C6, M34 et R1 car les blocs de l'étage supérieur se sont effondrés. Seuls les quadrats Q1, Q3 et Q4 ont été photographiés en 2002 (Figure 8b).

Des critères visuels mais également l'abondance et la fixité de l'espèce ont permis de sélectionner six groupes d'organismes.

Il s'agit des balanes (*Balanus amphitrite*), des antédons (*Antedon mediterranea*), des moules (*Mytilus galloprovincialis*), des ascidies (*Ciona intestinalis*, *Phallusia mamillata*, etc.), des vers fixés (*Sabella spallanzani*, *Pomatoceros triqueter*, *Protula tubularia*, etc.) et des algues. La surface non colonisée (substrat nu) a également été prise en compte.

Malgré le fait qu'ils ne soient pas des organismes fixés, les antédons ont été pris en compte en raison de leur importance quantitative sur les récifs.

Calcul de l'indice de colonisation : pour chaque quadrat photographique des coefficients d'abondance (valeurs comprises entre 0 et 3) sont attribués aux organismes. La somme de tous ces coefficients est appelée « indice de colonisation » et donne une idée de la quantité d'organismes fixés sur les récifs (Tableau 1)

Les résultats présentés sous forme d'histogrammes permettront de mettre en évidence l'influence de certains paramètres tels que la profondeur, l'éloignement des zones naturelles rocheuses et la position géographique sur les peuplements.

**Tableau 1** - Exemple de calcul de l'indice de colonisation (récif C3)

	Quadrat 1	Quadrat 2	Quadrat 3	Quadrat 4
Vers	2	3	3	3
Balanes	0	0	0	0
Antédons	2	2	2	1
Moules	1	1	1	0
Ascidies	0	0	0	0
Algues	0	0	0	0
Somme des coefficients = 21				

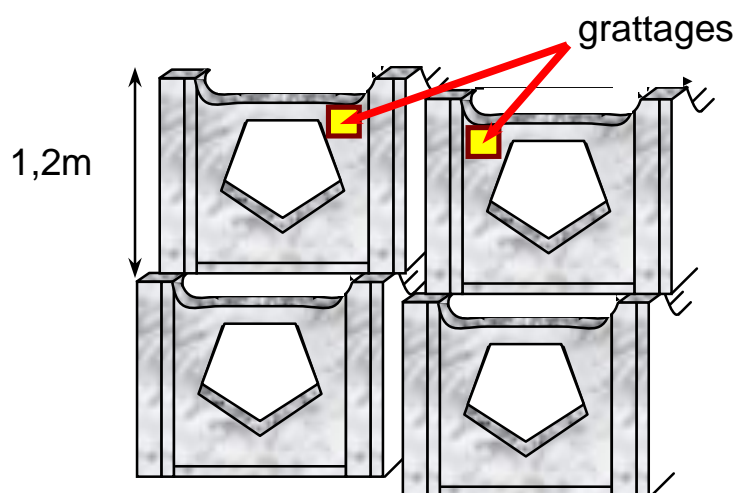
Les récifs ont été regroupés en 3 classes de profondeur et d'éloignement ainsi qu'en 4 secteurs géographiques afin de mettre en évidence l'influence éventuelle de la profondeur, de la proximité des zones naturelles rocheuses (ZNR) et de la position géographique sur l'indice de colonisation.

### 2.3.2 - Les grattages

Les prélèvements de faune et de flore par grattage intégral de la surface des récifs (Figure 9, Annexe photos 1a) ont été réalisés sur cinq récifs en septembre 2000 (P1, P3, C3, M34 et R1) et sur chacun des huit récifs en février 2001, 2002, et 2003 à l'aide d'une lame de couteau. Les dimensions des quadrats sont de 23 x 16 cm, soit une surface de 368 cm<sup>2</sup>.

Les échantillons obtenus sont ensuite formolés puis envoyés dans un laboratoire d'analyse spécialisé pour les déterminations taxonomiques et quantitatives (biomasses et abondances).

**Figure 6** - Emplacement des grattages sur les modules SABLA



Les grattages de septembre 2000 ont été effectués sur seulement cinq récifs (P1, P3, C3, M34 et R1) et n'ont fait l'objet que de reconnaissances spécifiques et pas d'évaluation quantitative.

A partir des données brutes, 5 variables ont été calculées :

- La richesse spécifique, c'est-à-dire le nombre d'espèces différentes recensées.
- L'abondance qui correspond au nombre d'individus de chaque espèce par unité de surface échantillonnée.
- La biomasse qui correspond au poids des invertébrés (par espèces et au total) en place sur la zone étudiée. Dans l'ensemble du rapport les biomasses des invertébrés sont fournies en poids de matière sèche sans cendre (mssc).
- La diversité : indice de Shannon qui tient compte à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce, ce qui permet en règle générale de caractériser l'équilibre écologique du peuplement d'un écosystème.

$s$ = nombre d'espèces $n_i$ = abondance de l'espèce $i$ $N$ = abondance totale $p_i = n_i / N$	$H = - \sum_{i=1}^{i=s} p_i \cdot \text{Log } p_i$
--	--

- L'indice trophique : il rend compte du régime alimentaire des espèces.

Les espèces reconnues lors des grattages ont été classées en 4 groupes trophiques ce qui permet au final de calculer un indice trophique (I.T.). Le groupe 1 représente les suspensivores (espèces se nourrissant des particules nutritives en suspension dans la colonne d'eau), le groupe 2 les détritivores (espèces se nourrissant de petites particules déposées sur le substrat), le groupe 3 les dépositivores (espèces se nourrissant de particules plus grosses sur le substrat) et le groupe 4 les espèces se nourrissant dans le substrat anaérobie.

La formule permettant de le calculer est la suivante :

$$IT = 100 - [ 33,33 \times ((0n_1 + 1n_2 + 2n_3 + 3n_4) / (n_1 + n_2 + n_3 + n_4)) ]$$

où  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$  et  $n_4$  correspondent aux abondances respectivement des groupes trophiques 1, 2, 3 et 4. Les coefficients multiplicateurs 0, 1, 2 et 3 affectés à chaque groupe trophique sont proportionnels au degré d'association de l'espèce avec le sédiment vis à vis de sa stratégie trophique. Ainsi les espèces suspensivores, complètement dépendantes de la colonne d'eau, sont affectées du coefficient le plus faible.

Les valeurs de l'indice ont été exprimées en pourcentage et varient de 0 à 100%.

Elles sont interprétées de la manière suivante :

$IT > 60$  : le peuplement est normal : il n'est pas affecté par l'enrichissement en matière organique du sédiment;

$30 > IT > 60$  : le peuplement est déséquilibré : il est légèrement affecté par l'enrichissement en matière organique du sédiment;

$IT < 30$  : le peuplement est perturbé : il est affecté par la dégradation du sédiment due à un sur-enrichissement en matière organique.

### 2.3.3 - Relevés visuels

Des observations directes en plongée sous-marine (relevés *in situ*) ont été effectuées sur l'ensemble des récifs.

Ce type de relevé est souvent utilisé comme première méthode d'investigation afin de recueillir des informations qualitatives sur les peuplements benthiques (recensement des espèces les plus abondantes).

## 2.4 - Les peuplements ichthyologiques

Plusieurs équipes de recherche en Méditerranée ont utilisé les techniques de comptage visuel en plongée sous-marine pour le suivi ichthyologique des récifs artificiels (Charbonnel et al., 1997). Le comptage des poissons a été effectué selon cette technique par un plongeur doté d'un scaphandre recycleur en circuit fermé et à gestion électronique (Annexe photos 2a). Ce type de matériel permet d'éviter l'émission de bulles en plongée et donc d'approcher les poissons plus aisément.

Le volume relativement important des amas chaotiques (34 m<sup>3</sup>) et la forte turbidité moyenne des eaux (2 à 4 mètres au maximum) a impliqué l'utilisation de la méthode de comptage stratifié : l'ensemble du récif est parcouru circulairement de haut en bas.

Afin de perturber le moins possible les peuplements en place sur le récif, un seul observateur a effectué les comptages selon ce protocole d'approche. Chaque récif est visité à deux reprises pendant 45 minutes, soit une durée totale d'observation de 90 minutes. Les individus de chaque espèce sont comptabilisés sur l'ensemble de l'amas chaotique y compris ses alentours proches dans un rayon de 2 mètres (Annexe photos 2b).

Six campagnes de comptages ont été effectuées sur les huit récifs : trois campagnes estivales en Septembre et trois campagnes hivernales en Février.

Quatre sites témoins ont été suivis en parallèle des récifs artificiels : deux zones rocheuses naturelles (ZNR1 et ZNR2) et deux zones de fond meuble (FM1 et FM2). Afin de comparer de manière objective les données entre sites artificiels et sites naturels, les volumes d'eau et de substrat doivent être le plus similaire possible à celui des récifs.

A partir des données brutes, 4 variables ont été calculées : la richesse spécifique, l'abondance, la biomasse (les biomasses poissons sont fournies en kilogramme de poids frais) et l'indice de Shannon.

En raison de l'objectif de production des récifs artificiels, les résultats sur la biomasse peuvent être considérés comme une finalité. Dans cette optique, afin d'obtenir une estimation du poids des espèces observées et avoir ainsi des données sur les biomasses, des classes de taille et d'abondance ont été élaborées.

- Classes de taille : pour chaque espèce, trois classes de taille ont été déterminées à partir de la taille maximale connue (L. max) : petit (de 0 à 1/3 de L. max), moyen (de 1/3 à 2/3 de L. max) et gros (de 2/3 à L. max). Ces trois classes sont couramment utilisées dans les comptages de poissons (Charbonnel & Francour, 1994).
- Classes d'abondance : les poissons sont dénombrés un par un jusqu'à 30 individus. Au delà, les bancs de poissons sont répartis en classe d'abondance (31/50 ; 51/100 ; 101/200 ; 201/500 ; plus de 500). Les valeurs de l'abondance retenues pour le calcul de la biomasse sont calculées à partir de la moyenne de chaque limite de classe (exemple : 31/50 = 40).

A partir de l'abondance et de la taille des poissons, il est possible d'obtenir une estimation de la biomasse présente sur chaque récif (en kilogramme de poids frais) en utilisant une relation taille / poids. La synthèse bibliographique réalisée par Collart et Charbonnel (1998) dans le cadre du suivi des récifs artificiels de Marseillan et d'Agde, fournit des données précises sur la relation entre la taille et le poids des poissons dans le golfe du Lion et est présentée en Annexe 4-1.

## **2.5 - Estimation de la production globale des récifs artificiels**

Afin de confirmer le rôle de production des récifs artificiels, une estimation de la biomasse totale présente sur les récifs (invertébrés benthiques et poissons) a été réalisée.

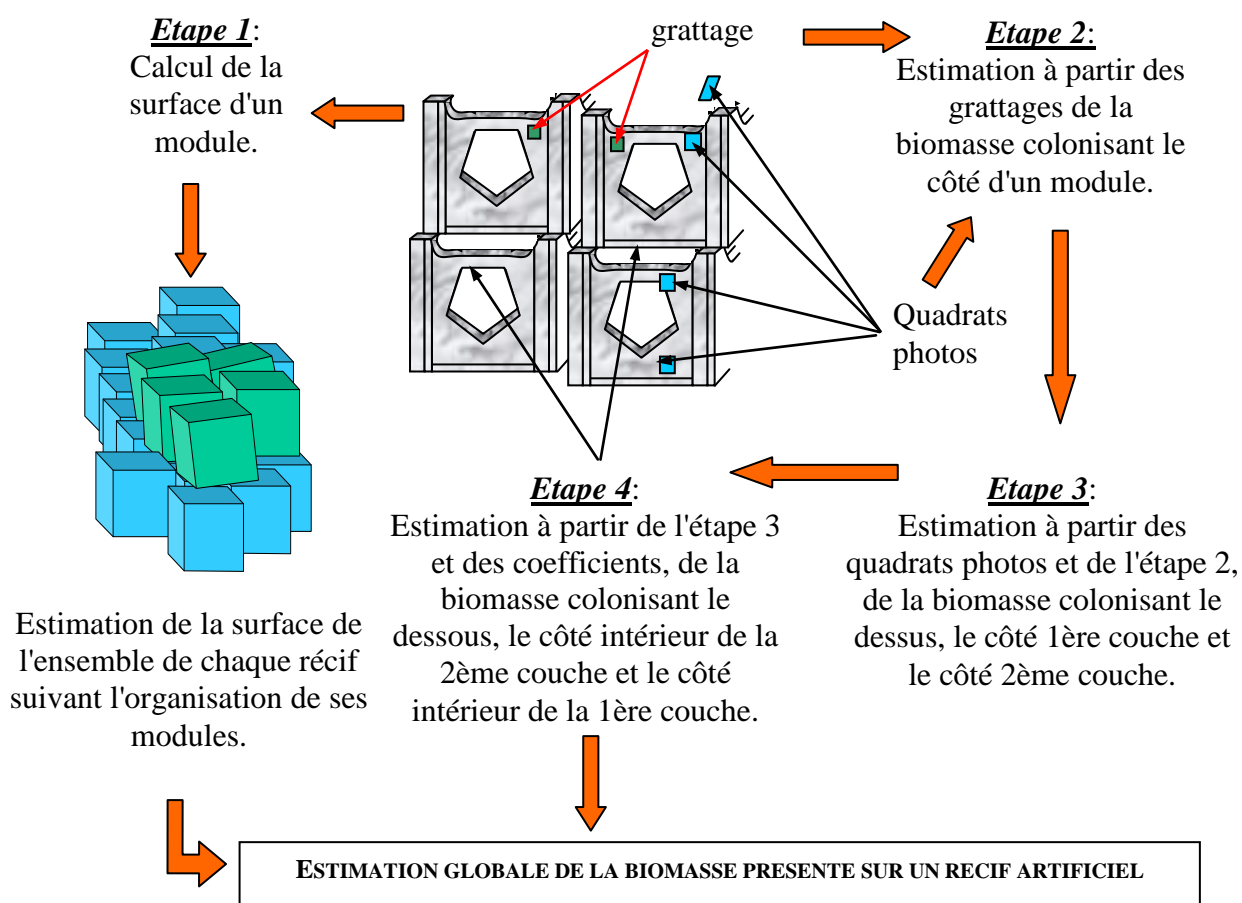
### **2.5.1 - Estimation de la biomasse en invertébrés benthiques**

La biomasse en invertébrés benthiques a été estimée à partir des quadrats photos et des grattages réalisés en 2001. La Figure 7 présente les différentes étapes nécessaires à l'estimation de la biomasse. En ce qui concerne l'étape 4, aucun prélèvement n'a été fait à l'intérieur des deux couches et sur le dessous des modules de deuxième couche. Ces zones ont donc été assimilées à d'autres zones où les données étaient disponibles, mais avec un coefficient correcteur variable pour limiter les erreurs.

### **2.5.2 - Estimation de la biomasse totale présente sur les récifs**

La biomasse totale s'obtient en cumulant les biomasses d'invertébrés benthiques et celles des poissons, le problème principal étant de relier les biomasses de matière sèche sans cendre et les biomasses humides de poissons. Selon les scientifiques, en multipliant les biomasses de matière sèche sans cendre par un coefficient compris entre 6 et 9, on obtient une valeur acceptable de la biomasse humide équivalente.

**Figure 7** - Les différentes étapes nécessaires à l'estimation de la biomasse totale présente sur les récifs



## 2.6 - Impacts des récifs sur les substrats meubles environnants

L'objectif de cette tâche est d'évaluer l'impact des récifs artificiels sur la qualité du milieu sur lequel ils ont été immergés et d'estimer leur zone d'influence.

Pour ce faire, des prélèvements ont été effectués à la benne Van Veen autour de trois récifs artificiels (P3, M34 et M35) immergés dans des conditions différentes de nature du fond, d'éloignement par rapport à la côte et de profondeur.

Quinze stations ont été échantillonnées autour de ces trois récifs, à raison de cinq stations par récif, la première située au pied du récif, et les quatre autres à des distances respectives de 50, 100, 200 et 500 m du récif (Figure 8).

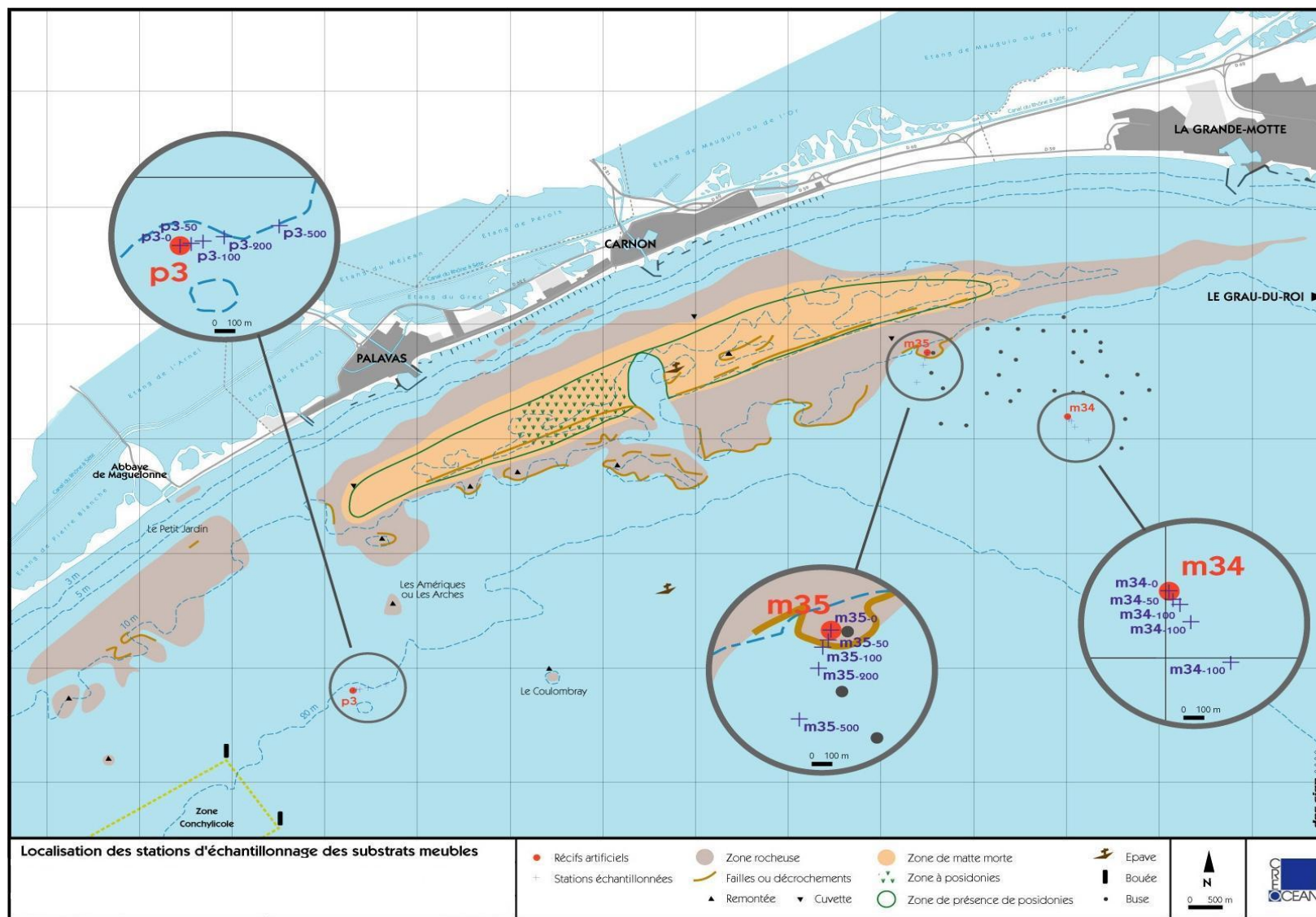
Les prélèvements destinés aux analyses physico-chimiques sont conditionnés dans des barquettes en aluminium ; ceux destinés au benthos sont tamisés à bord du bateau (tamis de 1 mm de vide de maille), mis en sacs, formolés (10%) et conditionnés pour leur envoi au laboratoire.

L'analyse des peuplements benthiques est basée sur un inventaire qualitatif et quantitatif des espèces présentes à chaque station. A partir de cet inventaire, la biomasse et l'abondance de chaque espèce ainsi que plusieurs indices permettant de décrire la structure et la composition des peuplements sont calculés (indice de Shannon et indice trophique).

Les analyses physico-chimiques réalisées sur les échantillons sont la structure granulométrique, la teneur en eau, le potentiel d'oxydo-réduction ainsi que les concentrations en matière organique totale, carbone organique, azote total et phosphore total.

Les stations les plus éloignées des récifs serviront de sites témoins lors de la comparaison de la biomasse totale produite par le récif et par une zone de substrat meuble.

Figure 8 - Localisation des stations d'échantillonnage des substrats meubles



## **2.7 - Suivi halieutique**

### **2.7.1 - Pêches expérimentales**

Dans le but de vérifier l'effet production des récifs artificiels, des pêches expérimentales ont été organisées sur les huit récifs et sur 4 zones naturelles témoins (2 zones rocheuses et 2 zones sablo-vaseuses) à la fin de l'année 2000. Ces pêches réalisées au moyen d'arts fixes (filets maillants) ont permis d'obtenir des données précises sur le poids des individus et d'évaluer l'impact des récifs sur la pêche professionnelle.

Cependant cette manipulation n'a pas été reconduite en 2001 à cause de problèmes techniques. Les pêcheurs ne sont pas payés pour cette tâche et beaucoup estiment que le risque de casser leur matériel est important.

### **2.7.2 - Enquêtes auprès des pêcheurs**

Les enquêtes de pêches ont été menées sur le terrain durant les mois de mai à août 2001 auprès des professionnels de la pêche aux petits métiers. L'enquête s'est limitée aux navires implantés en zone maritime.

Une vingtaine de patrons pêcheurs de Palavas-les-Flots, Carnon-Plage et du Grau-du-Roi susceptibles de pêcher à proximité immédiate des récifs artificiels ont été questionnés individuellement, au cours d'entretiens dont la durée a varié entre une demi-heure et une heure.

Le questionnaire est présenté en détail en Annexe 7 et portait sur :

- ✓ Leurs méthodes de travail,
- ✓ Les récifs immergés dans le golfe d'Aigues-Mortes,
- ✓ Le rôle des récifs artificiels,
- ✓ L'efficacité des récifs artificiels,
- ✓ L'utilisation des récifs,
- ✓ Les contraintes identifiées.

### 3 - RESULTATS

#### 3.1 - Choix des récifs pour le suivi

Les plongées de vérification et de description lors de la caractérisation du plan d'immersion ont permis de retenir 8 récifs artificiels pour le suivi scientifique de type amas chaotiques (P1, P3, P5, P8, C3, C6, M34 et R1), répartis sur quatre secteurs géographiques (Tableau 2).

**Tableau 2** - Caractéristiques des huit récifs choisis pour le suivi scientifique

Récifs	Profondeur	Eloignement des ZNR	Secteur géographique	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)
P1	Faible	Moyen	Maguelone	43°29'780 N	3°54'949 E
P3	Grande	Important	Maguelone	43°28'804 N	3°55'305 E
P5	Grande	Moyen	Palavas	43°30'247 N	3°58'237 E
P8	Moyenne	Faible	Palavas	43°30'603 N	3°58'322 E
C3	Grande	Moyen	Carnon	43°30'718 N	3°59'998 E
C6	Moyenne	Faible	Carnon	43°31'258 N	4°00'840 E
M34	Moyenne	Important	Grande-Motte	43°31'195 N	4°3'5 E
R1	Faible	Faible	Grande-Motte	43°32'375 N	4°4'31 E

Les valeurs des trois classes de profondeur sont les suivantes :

- ✓ Profondeur faible : environ 12 mètres.
- ✓ Profondeur moyenne : environ 17 mètres.
- ✓ Profondeur élevée : environ 21 mètres.

## 3.2 - Structure physique des récifs

### 3.2.1 - Description générale

Les caractéristiques physiques des récifs pour l'ensemble du suivi sont présentées dans le tableau 3.

**Tableau 3** - Evolution des caractéristiques physiques (nombre de blocs de l'étage supérieur, émergence et cuvette) pour l'ensemble des récifs au cours du suivi

Récifs	Profondeur (m)	Nombre de blocs de l'étage supérieur			Profondeur de la cuvette (m)			Emergence (cm)		
		2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
P1	12,5	3	3	3	0,9	1	1,3	130	120	110
P3	21,1	5	5	3	0	0,2	0,2	250	230	200
P5	21,2	6	3	2	0	0,3	0,2	200	230	190
P8	17,3	7	5	3	0	0,3	0,3	270	250	230
C3	21,1	8	3	3	0	0,2	0	240	240	230
C6	16,6	4	3	0	0,9	0,8	1,2	100	120	40
M34	17	5	0	0	0	0,2	0	200	110	110
R1	12	2	2	2	0	0,4	0,6	200	200	170
<b>Moyenne</b>		5	3	2	0,225	0,425	0,475	198,8	187,5	160
<b>Ecart type</b>		2	1,6	1,3	0,4	0,3	0,5	58,4	60,4	67,4

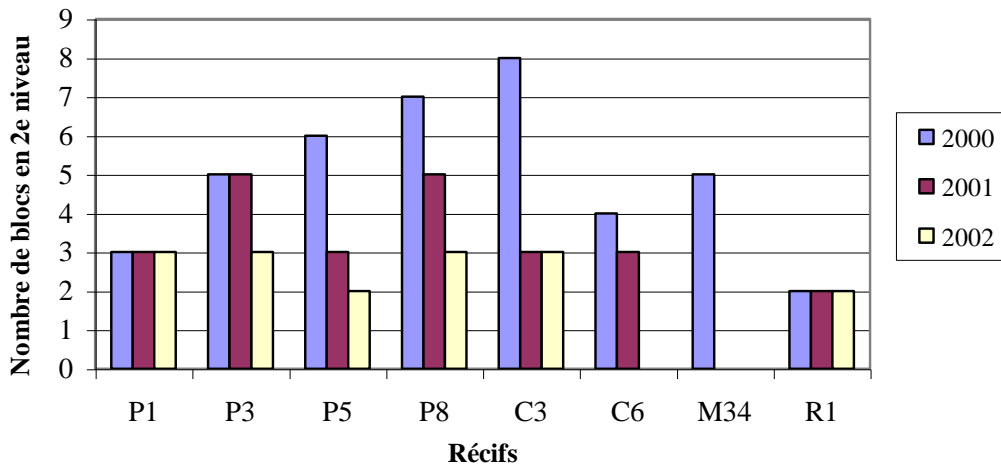
### 3.2.2 - Evolution des caractéristiques physiques des récifs au cours du suivi

Les observations réalisées en plongée montrent un envasement assez important sur l'ensemble des récifs notamment sur M34 où une couche de vase de 2 cm a été observée sur le haut des structures. En revanche, l'enfoncement des structures dans le sédiment est resté faible (environ 15 à 20 cm) pour l'ensemble des récifs.

Au cours des trois années de suivi la structure physique des récifs a subi d'importantes modifications.

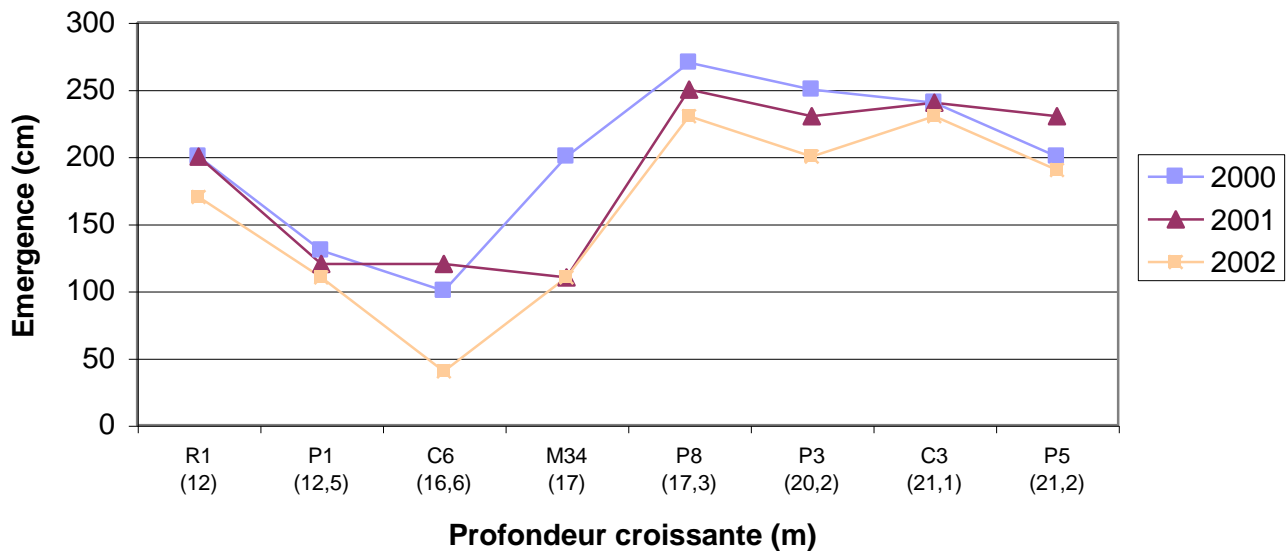
**Nombreuses chutes des blocs de l'étage supérieur** : le pourcentage de blocs de l'étage supérieur ayant chuté entre 2000 et 2001 est de 40% et avoisine les 30% entre 2001 et 2002. (Figure 9).

**Figure 9 - Evolution du nombre de blocs de l'étage supérieur entre 2000 et 2002**



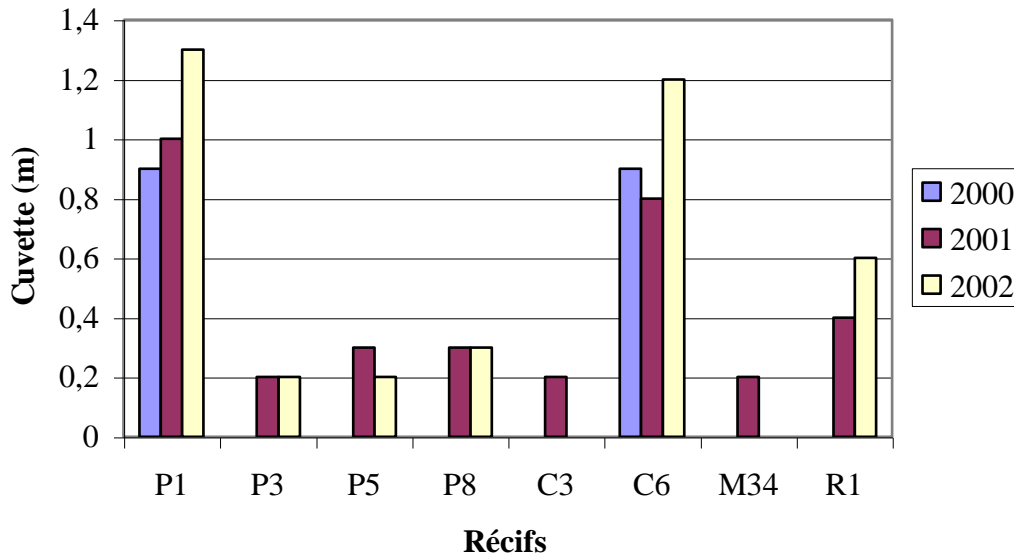
**Diminution de l'émergence des récifs consécutivement à la chute des blocs :** cette diminution est relativement faible sur la plupart des récifs (5 à 6% en moyenne chaque année), sauf sur M34 (diminution de 45% entre 2000 et 2001) et sur C6 (60% entre 2001 et 2002) (Figure 10). Les récifs profonds (P3, C3 et P5) mais également les récifs P8 et R1 ont une émergence plus élevée que les autres récifs.

**Figure 10 - Effet de la profondeur d'immersion des récifs sur leur émergence**



**Augmentation de la profondeur des cuvettes** : le creusement de cuvettes est très variable d'un récif à l'autre : de l'ordre de 1m pour P1 et C6, et de 30 cm pour les autres récifs (Figure 11).

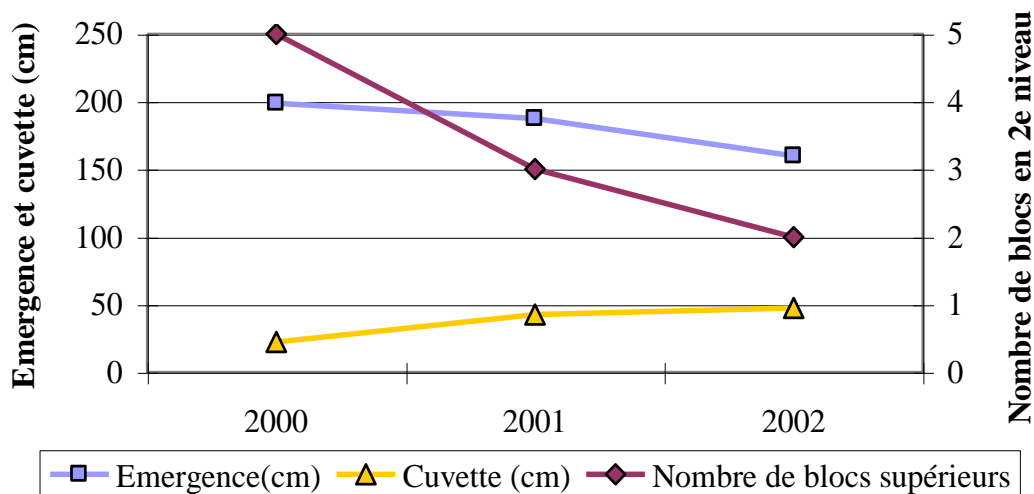
**Figure 11** - Evolution du phénomène de creusement de cuvettes entre 2000 et 2002



**Bilan**

- Nombreuses chutes de blocs de deuxième niveau en 2001 et 2002.
- Diminution lente de l'émergence moyenne des récifs.
- Creusement important des cuvettes en 2001 puis stabilisation en 2002.

**Figure 12** - Evolution de l'émergence, de la cuvette et du nombre de bloc en 2<sup>ème</sup> niveau sur un récif moyen entre 2000 et 2002



### 3.3 - Faune et flore fixées

#### 3.3.1 - Etude des quadrats photographiques et des relevés visuels en plongée

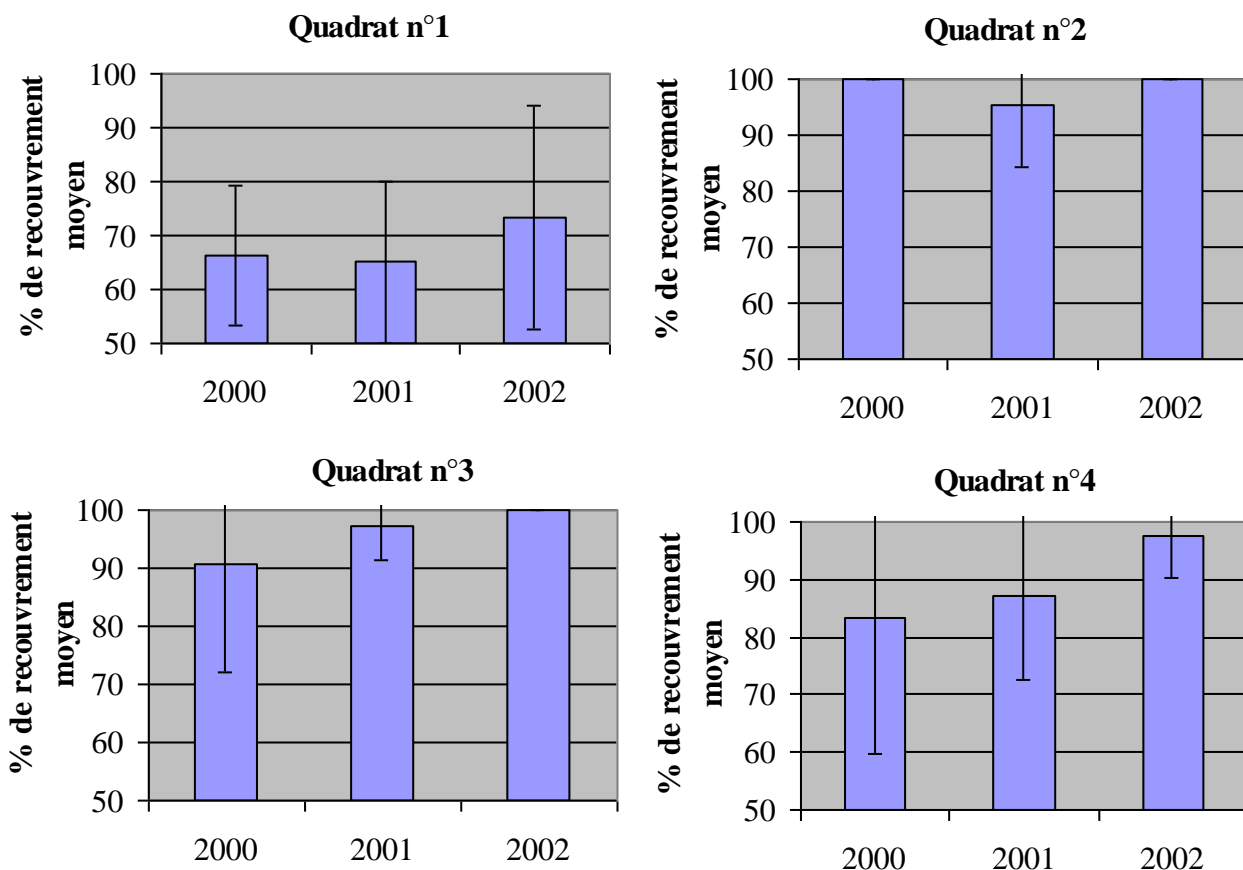
##### 3.3.1.1 - Evolution de la surface colonisée sur les récifs

Entre 2000 et 2002 on assiste à une augmentation progressive de la surface colonisée par les organismes (Figure 13).

Dès la première année, les quadrats Q2 et Q3 sont presque entièrement recouverts par les organismes. Cependant, les surfaces horizontales supérieures des récifs (quadrat Q1) sont encore incomplètement colonisées en 2002 notamment sur les récifs profonds (40 % de surface non colonisée sur P3 et P5 et 60% sur C3) et sur R1 (50% de surface non colonisée).

Enfin, sur les surfaces verticales situées à la base des récifs (quadrat Q4), la colonisation a progressé mais du béton nu est encore visible à certains endroits en 2002.

**Figure 13** - Evolution de la surface colonisée sur les récifs artificiels entre 2000 et 2002 au niveau des 4 quadrats



### 3.3.1.2 - Description générale des peuplements en place sur chaque récif

Les résultats mettent en évidence de fortes disparités entre les récifs profonds (P3, P5 et C3) et les récifs peu ou moyennement profonds (P1, R1, P8, C6 et M34).

#### Récifs peu profonds (12 m)

- Le récif R1 très proche du banc rocheux est peu diversifié et faiblement colonisé : dans 3 quadrats sur 4 la surface non colonisée atteint 50 %. Entre 2001 et 2002, on constate une modification dans la structure des peuplements fixés : disparition des algues et forte diminution des moules au profit des balanes.
- Sur P1 en revanche, la colonisation et la diversité sont relativement importantes avec des peuplements de moules abondants sur la partie supérieure du récif. A partir de 2001, les vers et les balanes sont progressivement remplacés par les moules et les huîtres dans les parties supérieures et par les ascidies dans les parties basses du récif.

#### Récifs moyennement profonds (15-17 m)

- Le récif P8 est bien colonisé. La diversité importante en 2001, a nettement chuté en 2002 (disparition des algues, forte régression des ascidies et des moules). Seuls les balanes sont en augmentation.
- Le récif C6 : la colonisation est importante et n'a cessé de progresser. Comme pour P8, une chute de la diversité est survenue entre 2001 et 2002 (régression des moules et des ascidies, disparition des balanes). En 2002, les peuplements sont dominés par les vers fixés.
- Sur M34, la colonisation est importante. La diversité suit la même tendance que les récifs P8 et C6. En 2002, on note une mortalité importante des populations de moules et une explosion ponctuelle des populations de *Dardanus arrosor* (Bernard l'Hermite).

#### Récifs profonds (19-21 m)

- Les peuplements des récifs P3 et C3 sont assez peu diversifiés (presque exclusivement composés de vers et d'antédons) mais extrêmement denses. Toutefois la colonisation est faible sur C3 et importante sur P3. On note la disparition des moules sur C3 en 2001.
- Le récif P5 est toujours fortement colonisé en 2002. On assiste à une disparition progressive des populations de moules qui sont progressivement remplacées par des vers et des antédons en proportion similaire. Présence d'algues rouges dans le quadrat supérieur (Q1).

### 3.3.1.3 - Zonation des peuplements benthiques entre 2000 et 2002

Le suivi des quadrats par des prises photographiques permet d'avoir une vision de la répartition de la faune benthique sur l'ensemble du récif (Figure 14). Plusieurs constatations ont été faites :

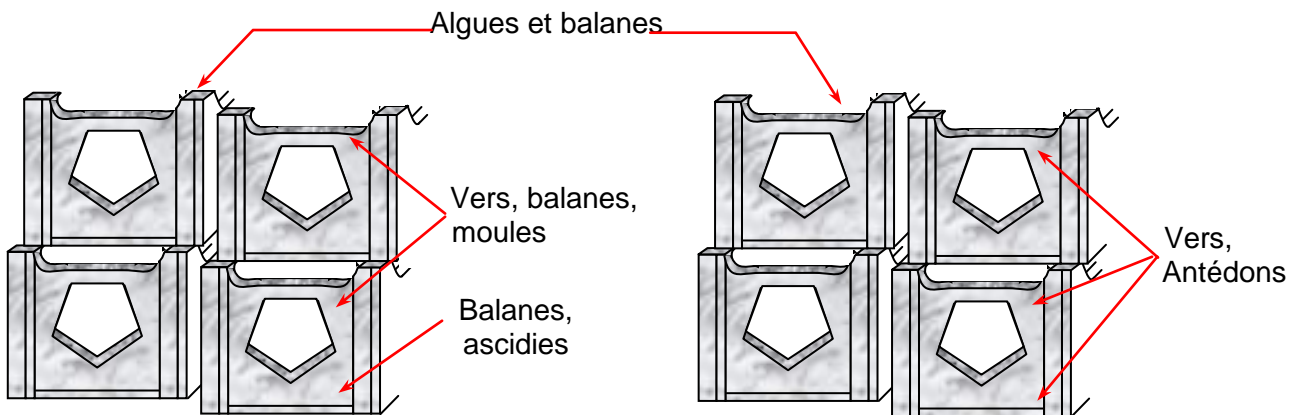
- Les surfaces horizontales au sommet des récifs (quadrat Q1) sont globalement peu colonisées, sauf par des algues et des balanes.

- Les surfaces verticales situées sur le haut des récifs (quadrat Q2) sont dominées par des antédons et des vers sur les récifs profonds et par des moules, des vers et des balanes sur les récifs P1, R1 et M34.
- Les surfaces verticales situées à mi-hauteur des récifs (quadrat Q3) sont dominées par les vers et les antédons sur les récifs profonds. Les autres récifs sont plus diversifiés avec en particulier une proportion importante de balanes, de vers et de moules.
- Enfin, les surfaces verticales situées à la base des récifs (quadrat Q4) sont colonisées par des antédons et des vers sur les récifs profonds et par des balanes et des ascidies sur les récifs moins profonds. Le récif R1 se distingue des autres par la présence d'algues et de balanes en abondance.

**Figure 14 - Zonation des peuplements benthiques sur les récifs en 2002**

**(a) Récifs peu / moyennement profonds**

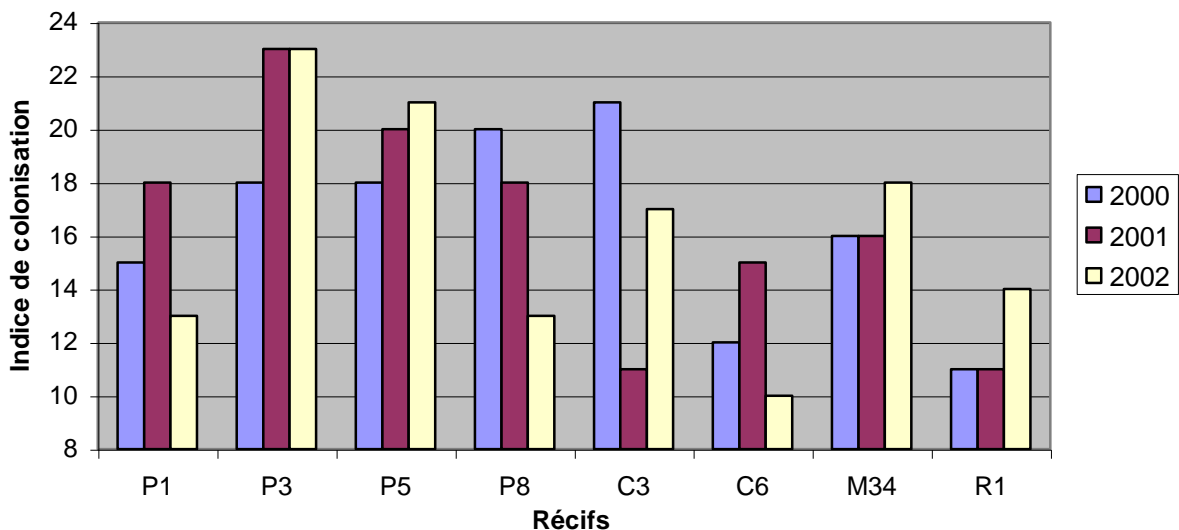
**(b) Récifs profonds**



**3.3.1.4 - Evolution de l'indice de colonisation des récifs artificiels entre 2000 et 2002**

L'indice de colonisation est en progression sur les récifs P3, P5, M34 et R1 (Figure 15). Sur les autres récifs, on note une diminution de l'indice en 2001 ou 2002. Sur C3, cette diminution fait suite à une disparition des moules en 2001 probablement due à leur récolte par des plongeurs.

**Figure 15 - Evolution de l'indice de colonisation des récifs entre 2000 et 2002**

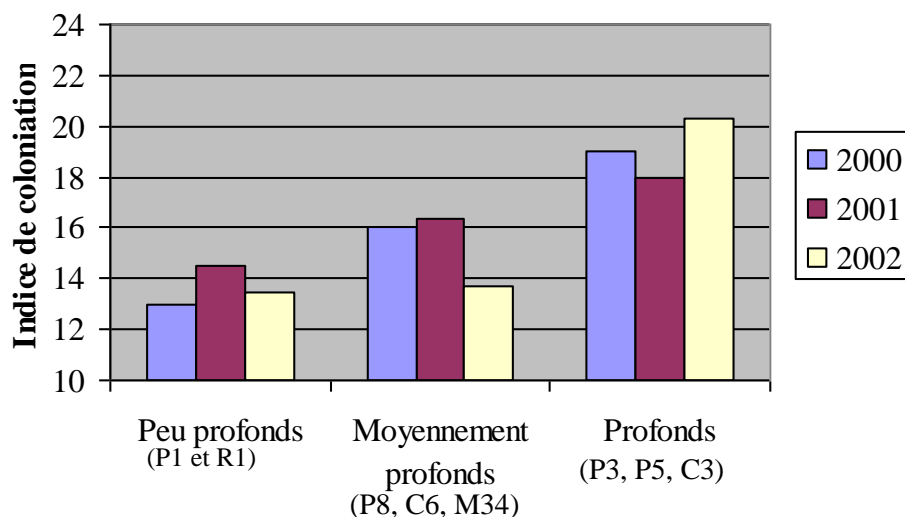


### 3.3.1.5 - Recherche des facteurs susceptibles d'influencer la colonisation des récifs

#### Influence de la profondeur

L'indice de colonisation des récifs augmente avec la profondeur (Figure 16).

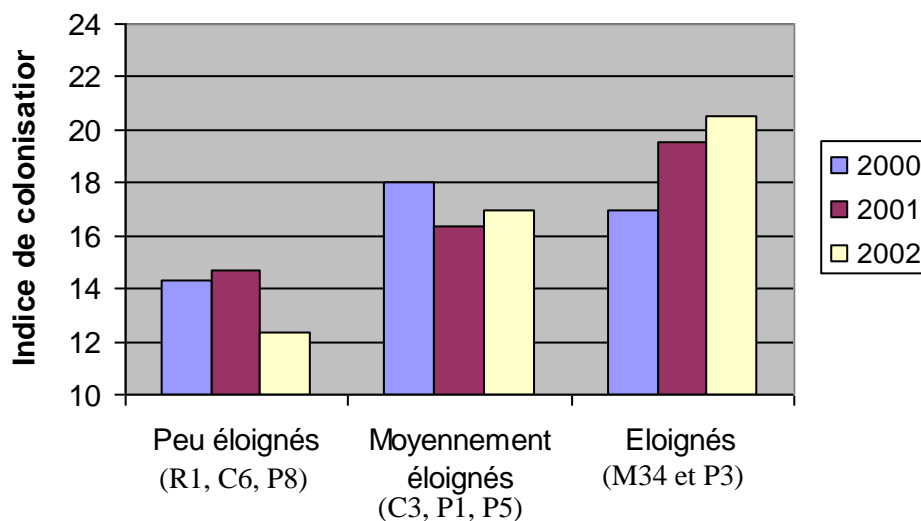
**Figure 16** - Influence de la profondeur sur l'indice de colonisation des récifs entre 2000 et 2002



#### Influence de l'isolement

En 2000, l'isolement des récifs ne semble pas influencer la colonisation des récifs. Par contre, les années suivantes, les récifs éloignés des zones naturelles rocheuses ont un indice supérieur aux autres récifs (Figure 17).

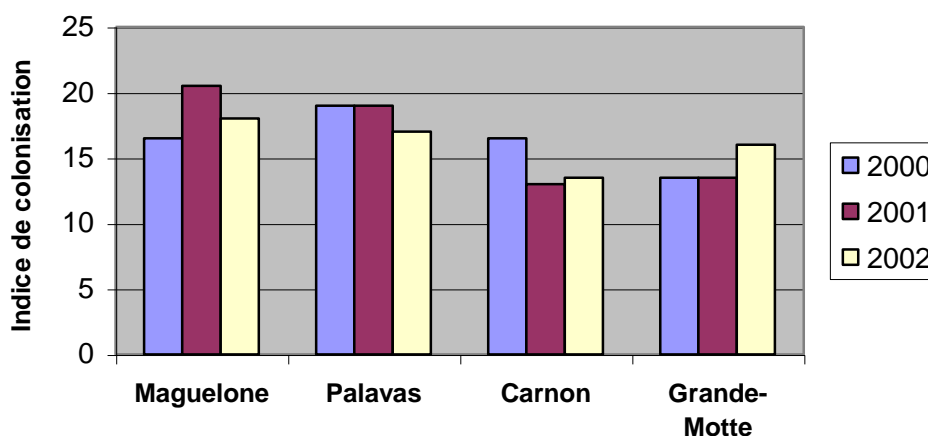
**Figure 17** - Influence de l'isolement sur l'indice de colonisation des récifs entre 2000 et 2002



### Influence de la position géographique

En 2001 et en 2002, les récifs situés plus à l'Est (secteur Maguelone-Palavas) ont des indices de colonisation supérieurs aux récifs de la zone Ouest (secteur Carnon, La Grande-Motte) du golfe d'Aigues-Mortes (Figure 18).

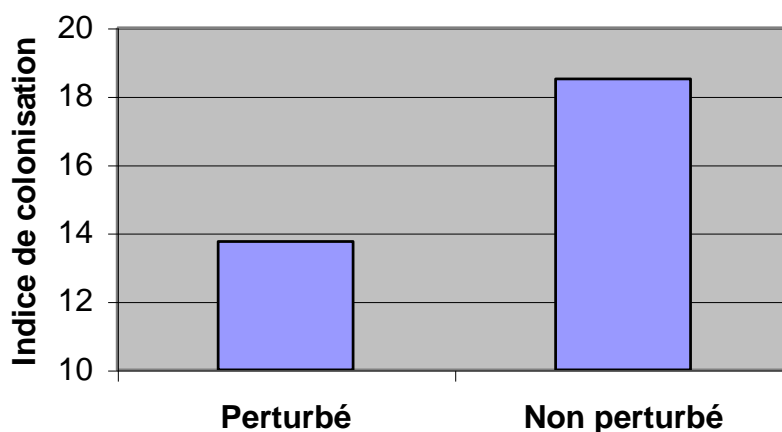
**Figure 18** - Influence de la position géographique sur l'indice de colonisation des récifs entre 2000 et 2002



### Perturbation des récifs

Au cours de l'hiver 2001, les récifs P8, C6, M34 et R1 ont subi d'importantes perturbations (déplacement ou écroulement de bloc). Ces récifs qui ont subi des détériorations ont un indice de colonisation plus faible que les autres (Figure 19).

**Figure 19** - Influence de la perturbation des récifs sur l'indice de colonisation en 2002



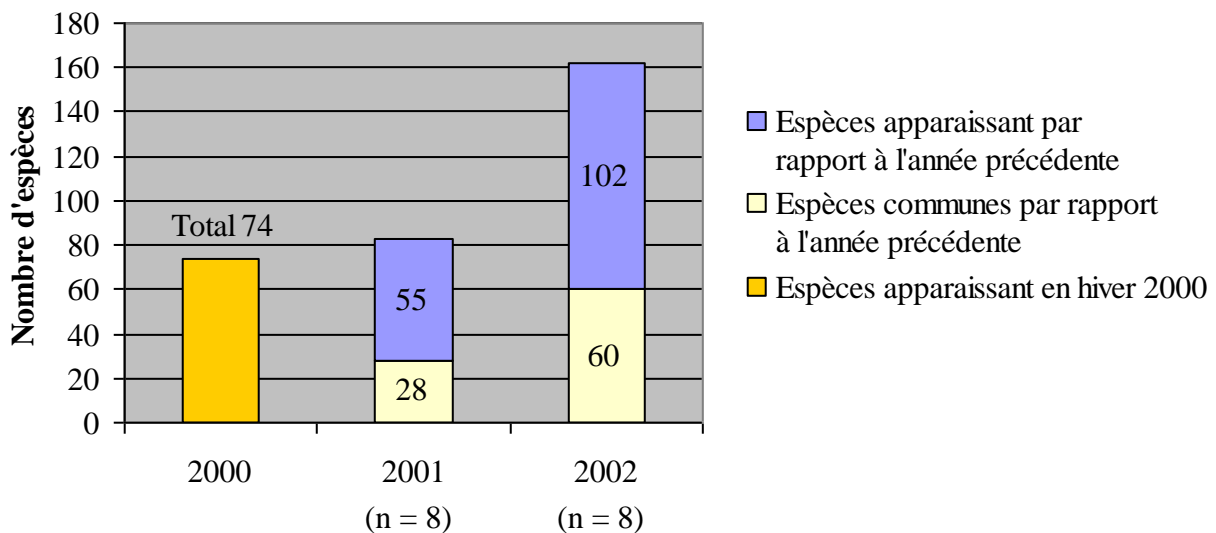
### 3.3.2 - Etude des prélèvements par grattage intégral

#### 3.3.2.1 - Evolution des différents indices biologiques de septembre 2000 à février 2002

##### Evolution du nombre d'espèces

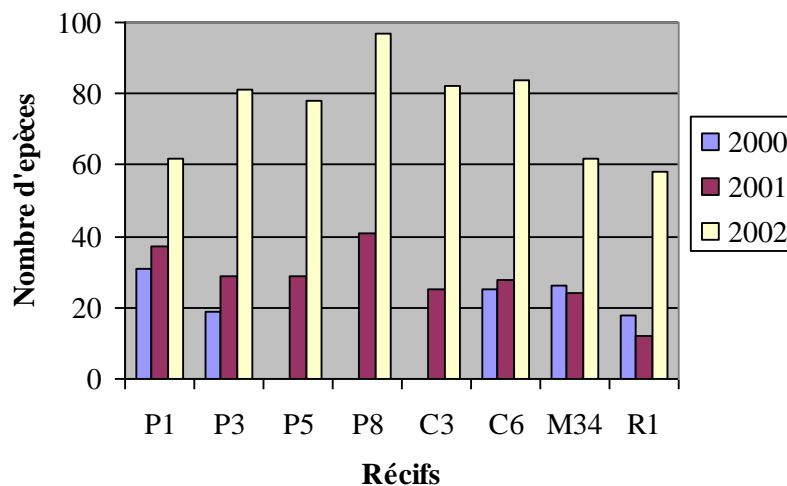
Entre septembre 2000 et février 2001, le nombre d'espèces est resté sensiblement le même sur l'ensemble des récifs (disparition de 46 espèces et apparition de 55 nouvelles espèces). Par contre, le nombre d'espèce est multiplié par 2 en 2002 par rapport aux deux années précédentes (Figure 23).

**Figure 20** - Evolution du nombre d'espèces total d'invertébrés benthiques de 2000 à 2002 (où n correspond au nombre de récifs grattés)



La forte augmentation du nombre d'espèces en 2002 se vérifie sur tous les récifs.

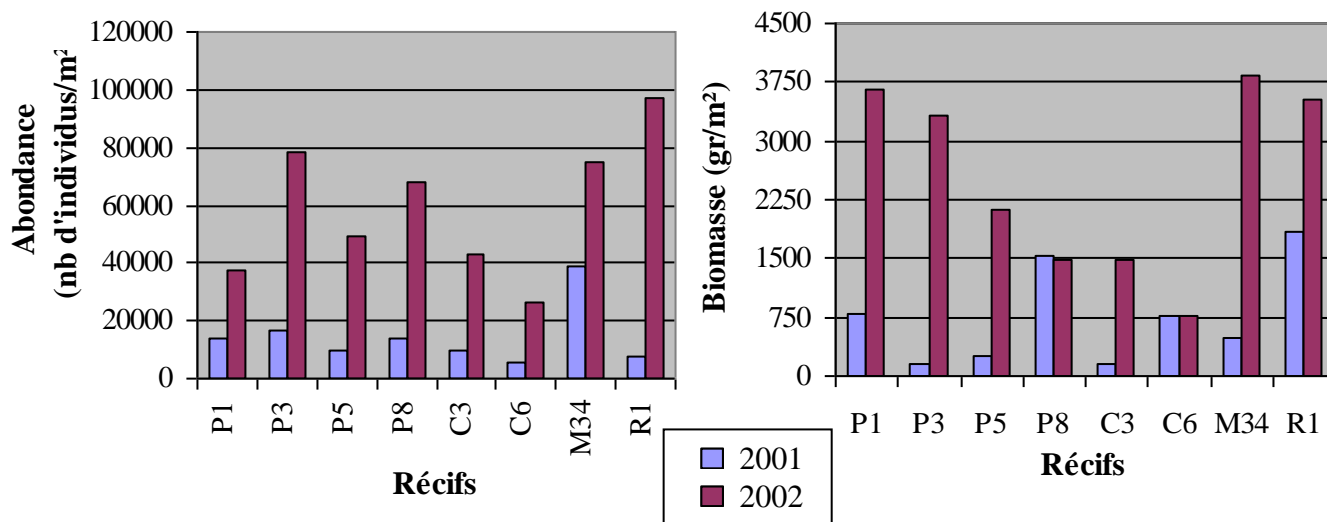
**Figure 21** - Comparaison du nombre d'espèces d'invertébrés benthiques par récif



### Evolution des autres indices biologiques

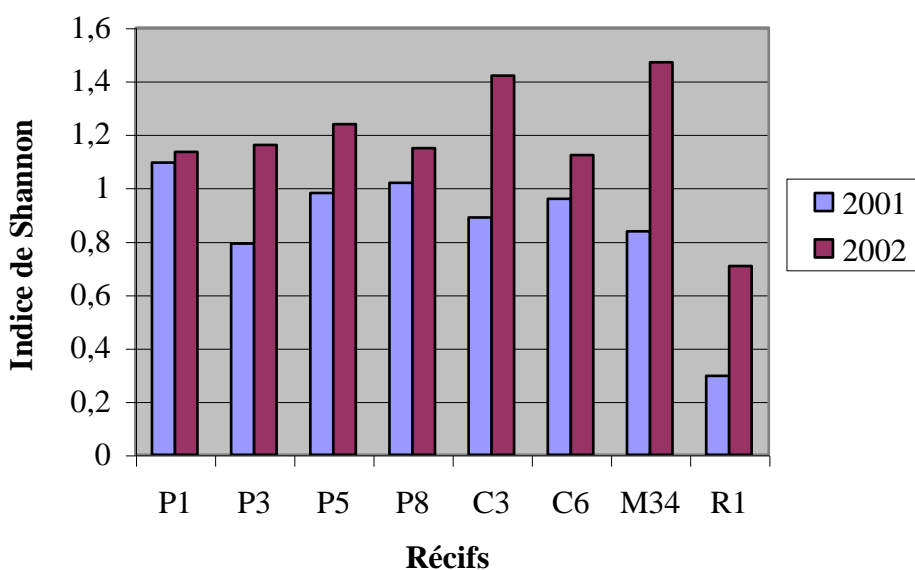
La biomasse en invertébrés benthiques a augmenté en moyenne de 300% et l'abondance de 350% entre 2001 à 2002 (Figure 22).

Figure 22 - Evolution de l'abondance et de la biomasse par m<sup>2</sup> entre 2001 et 2002



Les indices de Shannon (Figure 23) ont également progressé et sont relativement comparables d'un récif à l'autre, sauf pour R1 où il reflète une faible biodiversité. Néanmoins, R1 possède des abondances et des biomasses supérieures à la moyenne.

Figure 23 - Evolution de l'indice de Shannon entre les grattages de 2001 et 2002



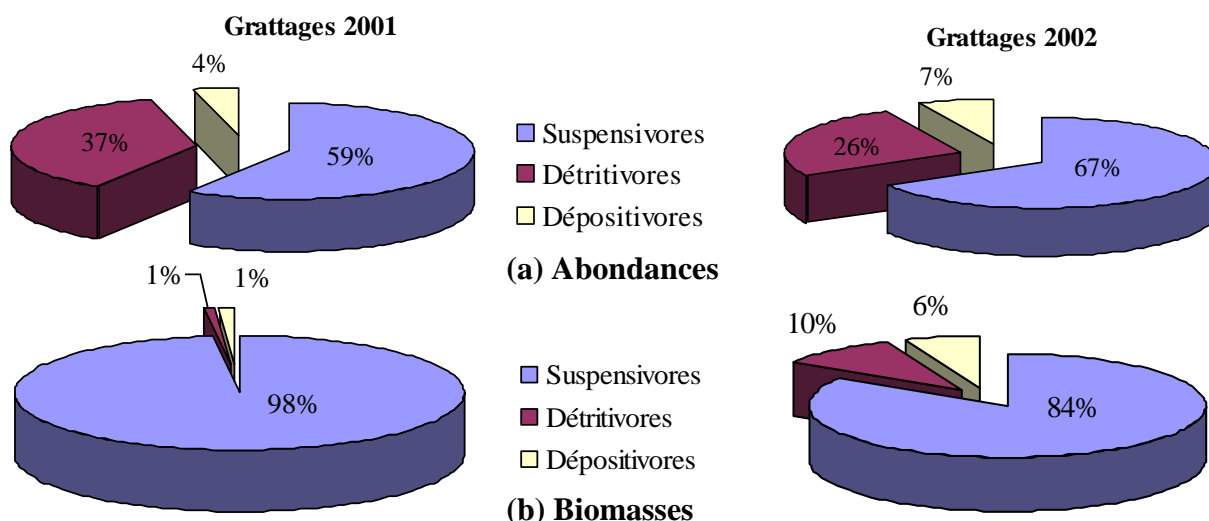
### Evolution des groupes trophiques

L'évolution des biomasses et des abondances des différents groupes trophiques entre 2001 et 2002 est présentée à la figure 24.

Les peuplements sont largement dominés par les suspensivores. Leur abondance, ainsi que celle des détritivores, diminuent toutefois entre 2001 et 2002, au profit des dépositivores (Figure 24).

La biomasse des suspensivores diminue de 15% en 2002 mais reste largement majoritaire par rapport aux autres groupes trophiques. La biomasse des détritivores est multipliée par 10 et celle des dépositivores par 6 en 2002, montrant une diversification du peuplement.

**Figure 24** - Evolution de la répartition des abondances (a) et des biomasses (b) dans les différents groupes trophiques de la classification de Word (1998) entre 2001 et 2002

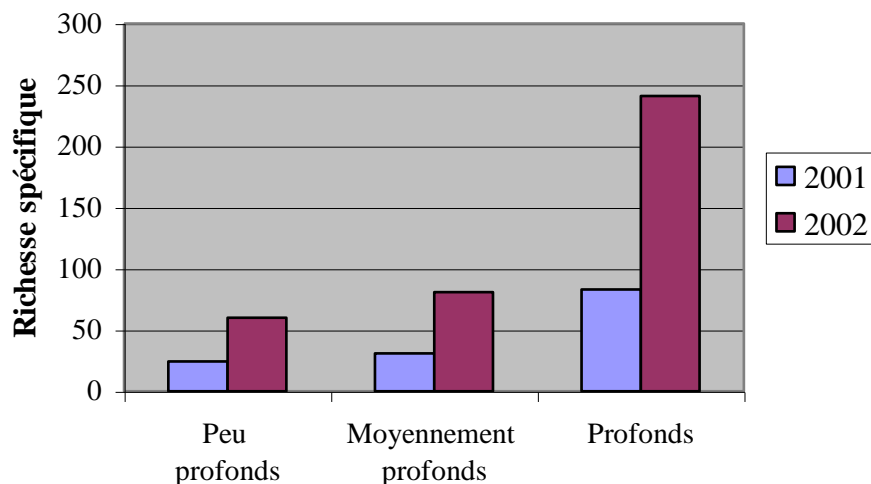


#### 3.3.2.2 - Recherche des facteurs susceptibles d'influencer la colonisation des récifs par la faune d'invertébrés benthiques

##### Influence de la profondeur

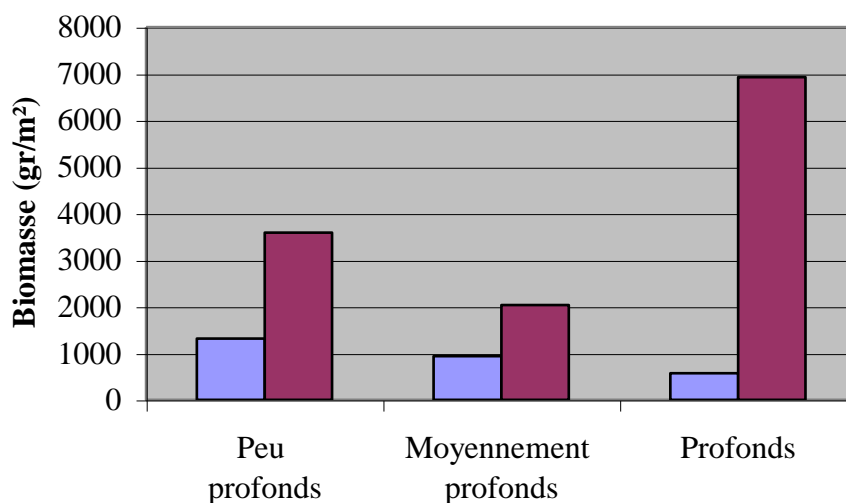
En 2001 et 2002, le nombre d'espèces est plus faible sur les récifs peu profonds que sur les autres récifs (Figure 25).

**Figure 25** - Influence de la profondeur d'immersion des récifs sur la richesse spécifique en invertébrés benthiques



En 2001, les récifs peu profonds ont une biomasse plus élevée que les récifs profonds ou moyennement profonds (Figure 26). Mais cette tendance s'inverse en 2002.

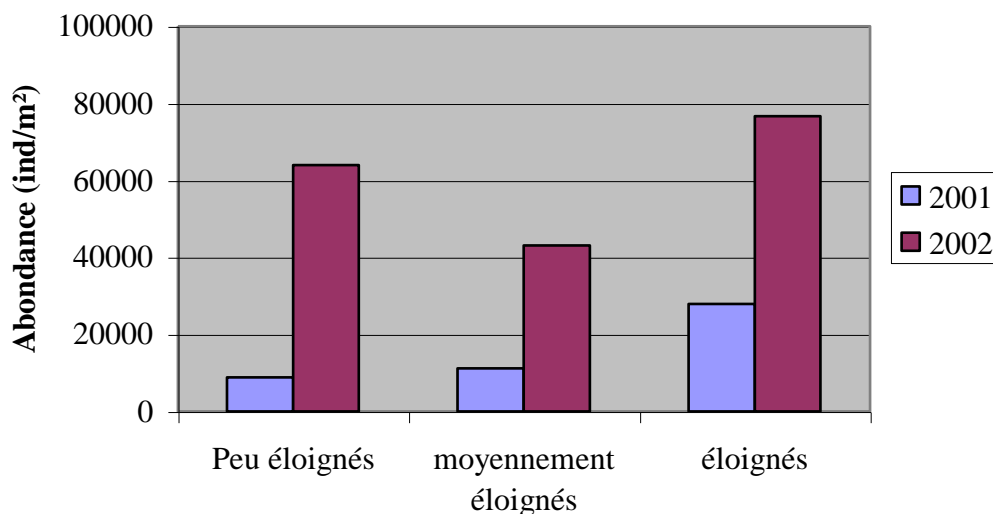
**Figure 26** - Influence de la profondeur d'immersion des récifs sur la biomasse en invertébrés benthiques



### **Influence de l'isolement**

L'effet de l'éloignement des zones naturelles rocheuses sur l'abondance mis en évidence en 2001 n'est plus perceptible en 2002. En 2001, les récifs peu éloignés des zones naturelles rocheuses présentent une abondance en invertébrés benthiques plus élevée que les récifs éloignés ou moyennement éloignés (Figure 27).

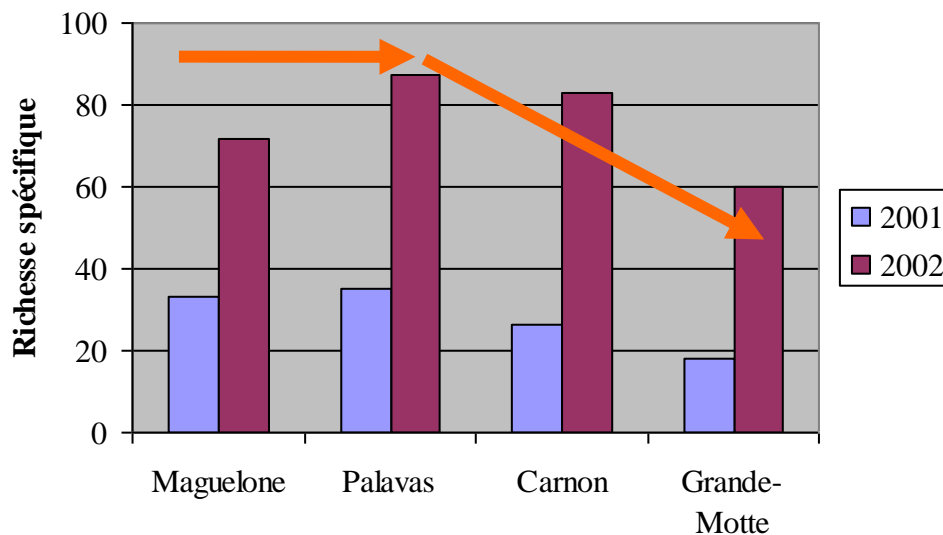
**Figure 27** - Influence de l'isolement des récifs sur la biomasse en invertébrés benthiques



**Influence de la position géographique**

En 2001 et en 2002, le nombre d'espèces augmente d'Est en Ouest (La Grande-Motte vers Palavas) (Figure 28).

**Figure 28** - Evolution du nombre d'espèces d'invertébrés benthiques en fonction de la position géographique



## 3.4 - Suivi ichtyologique

### 3.4.1 - Description générale des peuplements en place sur chaque récif

Au total, 42 espèces de poissons ont été observées sur les récifs durant le suivi scientifique. La liste complète figure en Annexe 4-2.

Le nombre d'espèces observées chaque année ne varie pas sensiblement d'une année sur l'autre : 26 en 2000 et 2001 et 23 en 2002.

Sur les 26 espèces observées en 2001, la moitié sont présentes sur au moins 50% des récifs. Deux espèces, le serran tambour (*Serranus hepatus*) et le gobie noir (*Gobius niger*) ont totalement disparu à partir de 2001.

Des différences de fréquentation ont été observées entre 2000 et 2002 dont les plus marquantes, outre l'augmentation de la valeur de la ressource, sont les suivantes :

- le loup et le pageot blanc montrent une fréquentation croissante par rapport à 2000 ;
- les congres sont en régression (présents sur six récifs en 2000, sur deux en 2001 et non observés en 2002) ;
- sept nouvelles espèces ont été observées en 2001 ;
- cinq espèces présentes en 2000 n'ont pas été retrouvées en 2001, ni sur les récifs, ni sur les zones naturelles rocheuses (il s'agit d'espèces appartenant à la famille de Labridae).

Le serran chevrette (*Serranus cabrilla*) et la petite rascasse (*Scorpaena notata*) sont les deux seules espèces présentes sur quasiment tous les récifs.

Les congres (*Conger conger*) ne sont pas très abondants sur les récifs du golfe d'Aigues-Mortes. Leurs effectifs sont très réduits avec un maximum de 3 individus sur le récif P5 en 2000.

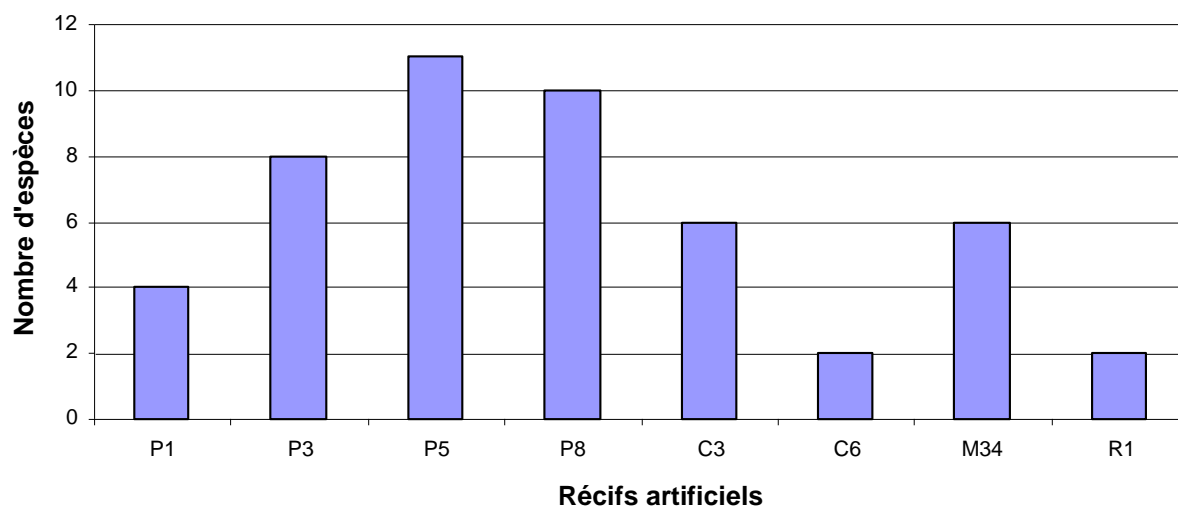
### 3.4.2 - Les différents indices biologiques

Les paramètres biotiques des huit récifs pour l'ensemble du suivi sont présentés en annexe 4-3.

#### 3.4.2.1 - Richesse spécifique et indice de diversité (Shannon)

Le nombre d'espèces est très variable d'un récif à l'autre. Il est plus faible sur P1, C3, C6 et R1 que sur les autres récifs (Figure 29).

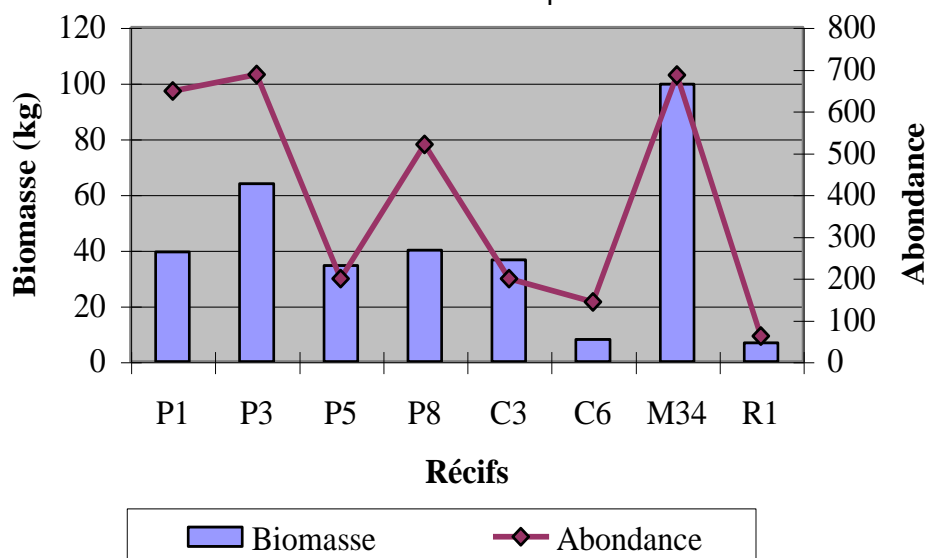
**Figure 29** - Richesse spécifique par récif sur les 3 années de suivi



### 3.4.2.2 - Abondance et biomasse

Les abondances et les biomasses sont également très variables d'un récif à l'autre : R1 présente la biomasse la plus faible et M34 la plus élevée. La biomasse élevée du récif M34 est due à la présence d'un important banc de capelans.

**Figure 30** - Evolution de l'abondance et de la biomasse par récif sur les 3 années de suivi



Les récifs les moins profonds (P1 et R1) et certains moyennement profonds (C6 et M34) présentent des recrutements importants en juvéniles ; les récifs plus profonds (P3, P5 et P8) sont ceux présentant les recrutements les plus faibles.

### 3.4.2.3 - Recherche des paramètres susceptibles d'influencer la répartition des poissons sur les récifs

Les caractéristiques du peuplement de poissons, moyennées sur les trois ans, permettent de mettre en évidence l'effet de plusieurs facteurs (Figure 31) :

#### **Effet de la profondeur d'immersion**

On observe :

- peu d'effet de la profondeur sur la richesse spécifique,
- une légère baisse de la diversité sur les récifs profonds et moyennement profonds,
- une abondance maximale sur les récifs moyennement profonds,
- une augmentation de la biomasse avec la profondeur

#### **Influence de l'isolement**

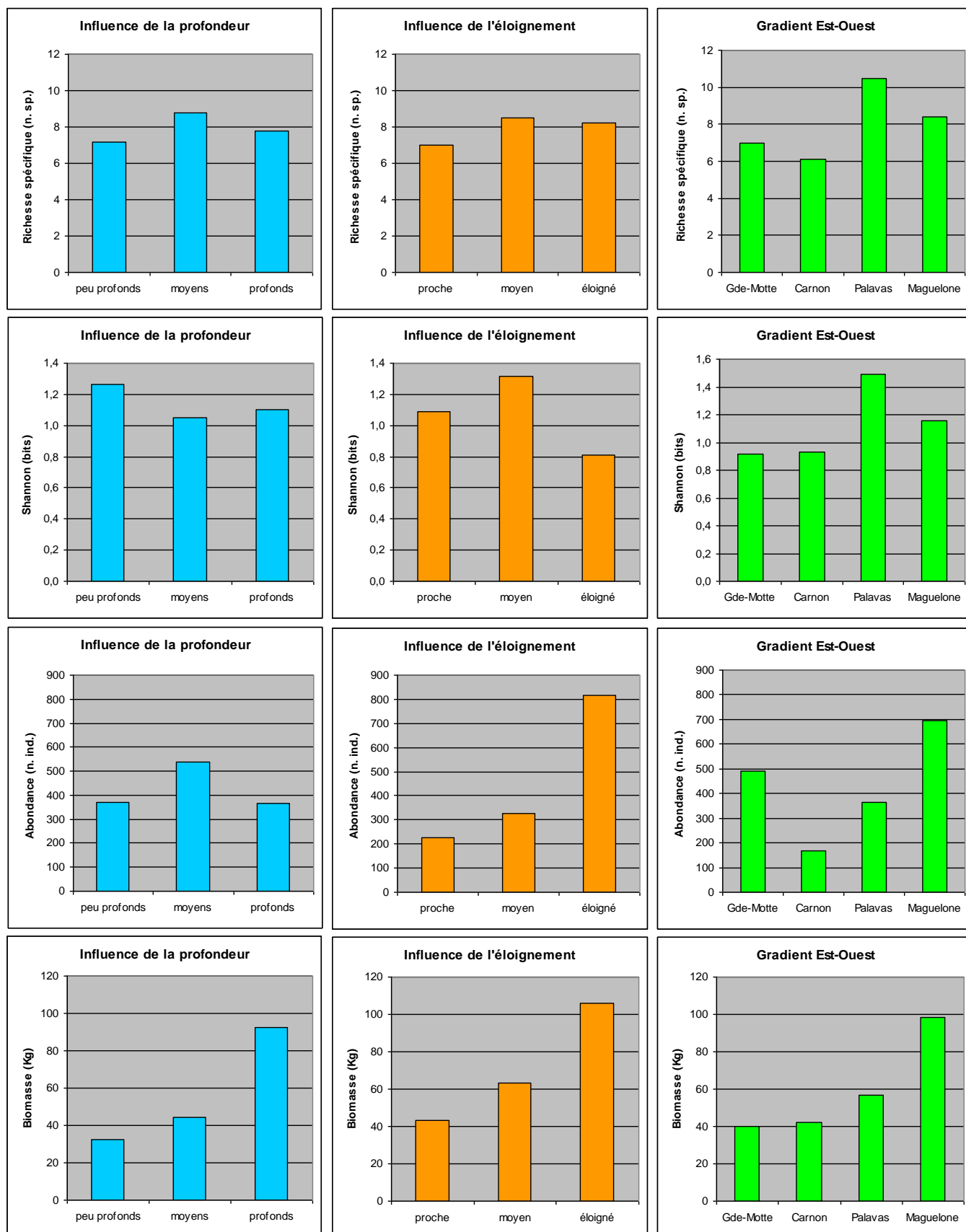
On observe :

- une légère augmentation de la richesse en espèce sur les récifs moyennement et « très » éloignés,
- une diversité minimale sur les récifs éloignés,
- une augmentation forte de l'abondance et de la biomasse en poissons avec l'éloignement des récifs

#### **Effet de la position géographique**

L'ensemble des caractéristiques du peuplement montre une meilleure colonisation en poissons sur les secteurs à l'Ouest de la zone d'étude (Maguelone et Palavas). La seule exception, forte densité en poissons sur la Grande Motte, résulte du récif M34 qui est très riche en poissons.

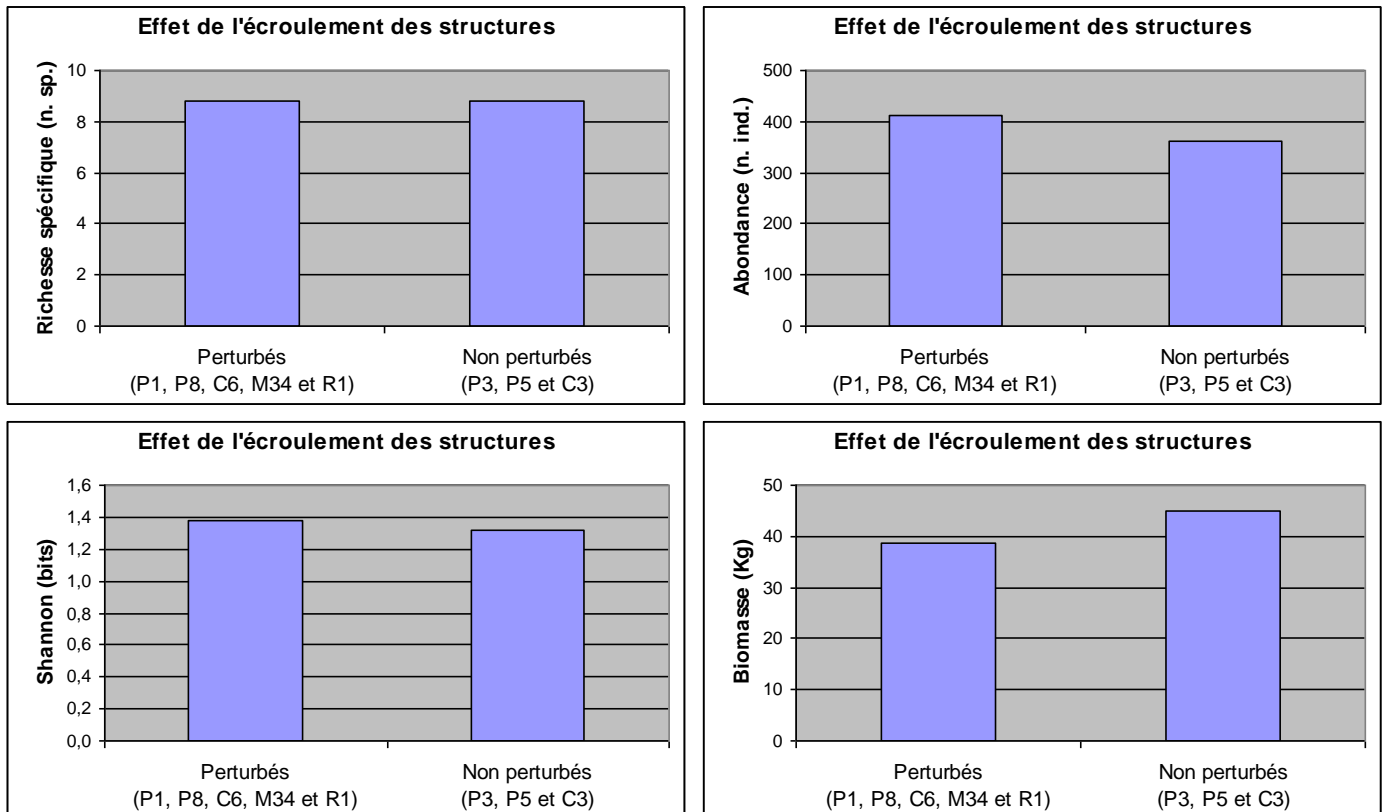
**Figure 31** - Influence de la position géographique sur la richesse spécifique et l'indice de Shannon sur les 3 années de suivi



### Effet de l'écroulement des structures

La stabilité des récifs (et donc la hauteur) semble jouer un rôle non négligeable dans la colonisation des récifs par les poissons. La figure 32 montre que, si la densité des poissons est plus faible sur les récifs non perturbés, la biomasse est en revanche plus élevée par rapport aux récifs perturbés (chutes de blocs). Toutefois, les récifs qui n'ont pas été détériorés sont ceux situés à des profondeurs relativement importantes. Il est donc délicat de discriminer l'effet écoulement et l'effet profondeur.

**Figure 32** - Effet de l'écroulement des structures sur la biomasse et l'abondance



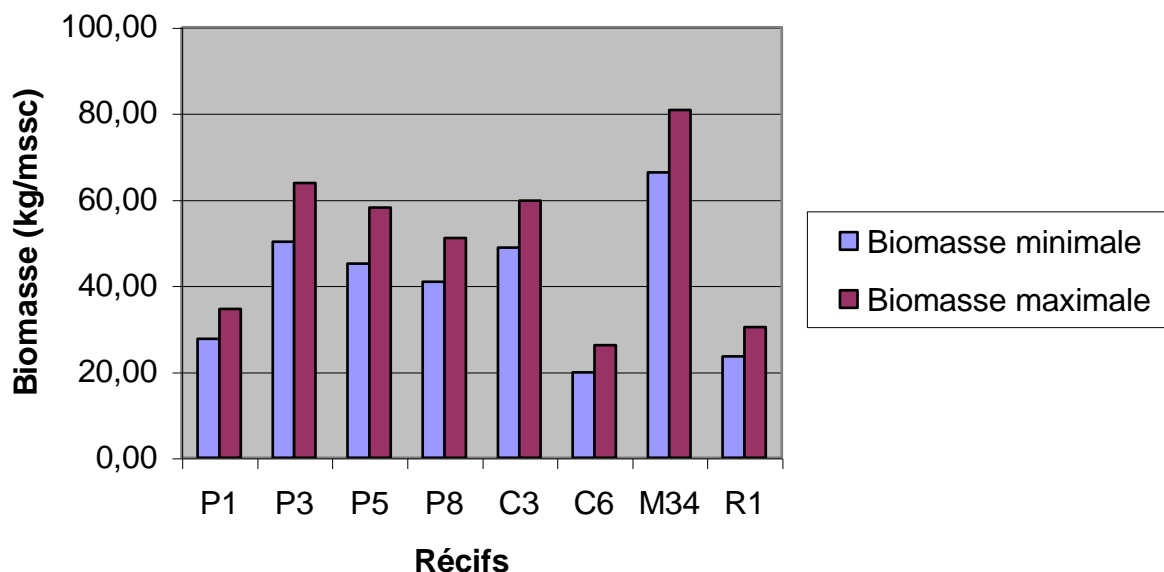
## 3.5 - Estimation de la biomasse présente sur les récifs artificiels

### 3.5.1 - Estimation de la biomasse en invertébrés benthiques

A partir de la méthode présentée figure 7, il a été possible d'obtenir une estimation des biomasses en invertébrés benthiques sur chacun des huit récifs (Figure 33). Deux valeurs ont été calculées : une avec les coefficients les plus élevés, l'autre avec les coefficients les plus faibles (Annexe 6).

Pour un récif type du golfe d'Aigues-Mortes (101 m<sup>2</sup>), la biomasse moyenne d'invertébrés benthiques est comprise entre 40 et 50 kg de matière sèche. La biomasse est très variable d'un récif à l'autre : presque deux fois supérieure à la moyenne sur M34 et très nettement inférieure sur les récifs C6 et R1.

**Figure 33** - Estimation de la biomasse en invertébrés benthiques présente sur les récifs artificiels en 2001



### 3.5.2 - Estimation de la biomasse totale présente sur les récifs

La biomasse totale présentée dans le tableau 4 a été obtenue en cumulant les biomasses d'invertébrés benthiques et celles des poissons (correspond à la moyenne des données de février et de septembre 2001).

**Tableau 4** - Estimation de la biomasse humide totale (en kg, [valeur basse-valeur haute]) présente sur les récifs artificiels et les zones sablo-vaseuses témoins de même surface au sol en 2001

	P1	P3	P5	P8	C3	C6	M34	R1	Total moyen	Zone sableuse	Zone vaseuse
<b>Invertébrés benthiques</b>	[166-311]	[301-574]	[271-523]	[245-459]	[293-537]	[119-235]	[398-727]	[141-273]	[242-455]	0,25	0,05
<b>Poissons (moyenne 2001)</b>	54	61	20	44	16	14	119	4	42	1,28	0,03
<b>Total</b>	[220-365]	[362-635]	[291-543]	[289-503]	[309-553]	[133-249]	[517-846]	[145-277]	[284-497]	1,53	0,08

En 2001, la biomasse moyenne d'invertébrés benthiques est comprise entre 242 et 455 kg, celle des poissons est d'environ 42 kg, soit au total une biomasse moyenne de 284 à 497 kg par récif occupant une surface au sol moyenne de 20 m<sup>2</sup>.

**On peut donc considérer qu'un récif artificiel type du golfe d'Aigues-Mortes comprend une biomasse de 14 à 25 Kg/m<sup>2</sup> au sol, contre moins de 0,075 Kg/m<sup>2</sup> en milieu sableux et 0,004 Kg/m<sup>2</sup> en milieu vaseux.**

Les valeurs des biomasses en invertébrés benthiques des zones sableuses et vaseuses correspondent aux prélèvements réalisés au niveau de la station la plus éloignée des récifs choisis pour l'étude des substrats meubles. Ces stations sont supposées ne pas être influencées par la présence des récifs artificiels.

## 3.6 - Benthos substrat meuble

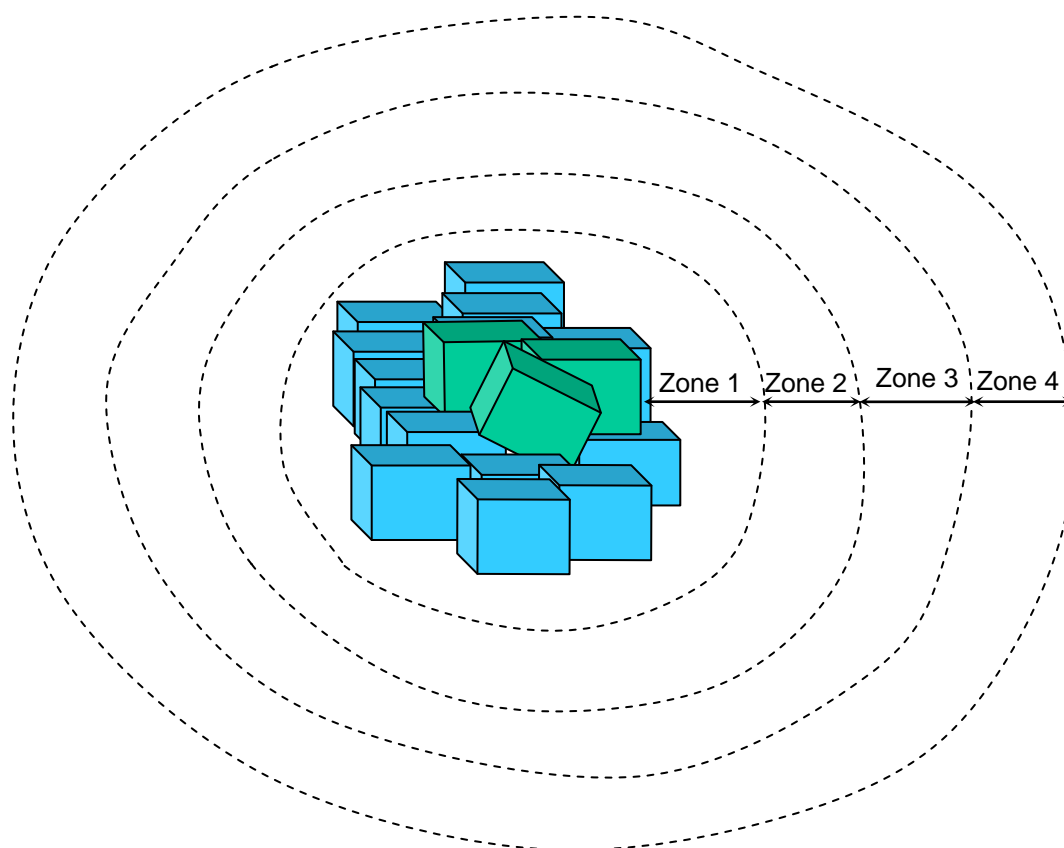
L'échantillonnage des substrats meubles dans le voisinage de trois récifs artificiels a permis de mettre en évidence deux tendances.

### 3.6.1 - Récifs immergés en zone sableuse peu profonde et soumis à un courant fort (P3 et M35)

Sur ces deux secteurs, le substrat est constitué de sables légèrement vaseux et pauvres en ressources nutritives. Le peuplement benthique est moyennement dense et riche en espèces (60 espèces). On constate une dominance des organismes se nourrissant principalement de matière organique déposée sur le fond (détritivores). Autour de ces deux récifs, l'évolution en fonction de l'éloignement par rapport au récif, de la qualité du sédiment meuble et des peuplements qu'il abrite, présente quelques similitudes (Figure 34) :

- **Zone 1 (0-3 m)** : Au pied du récif, le phénomène d'affouillement entraîne une diminution de la richesse spécifique et de l'abondance. Les espèces exploitant les particules fines (détritivores) disparaissent au profit de celles qui se nourrissent des particules en déposition sur le fond de plus grande taille (dépositivores) ou bien des particules en suspension dans l'eau (suspensivores).
- **Zone 2 (3-50 m)** : Augmentation de la richesse spécifique et de l'abondance.
- **Zone 3 (50-100 m)** : Les particules fines et riches en ressources nutritives se déposent sur le fond à une distance de 50 à 100 m du récif. Ceci a pour conséquence de profiter à un grand nombre d'espèces capables d'exploiter les particules de petite taille déposées sur le fond (détritivores) qui forment des populations abondantes. Par contre, on assiste à une diminution de la richesse spécifique et de l'abondance.
- **Zone 4 (100-500 m)** : Lorsqu'on s'éloigne un peu plus du récif, au-delà de 200 m, on observe un retour progressif à une situation normale avec une augmentation progressive du nombre d'espèces et de l'abondance.

**Figure 34 - Influence des récifs P3 et M35 sur les zones de substrat meuble voisines**

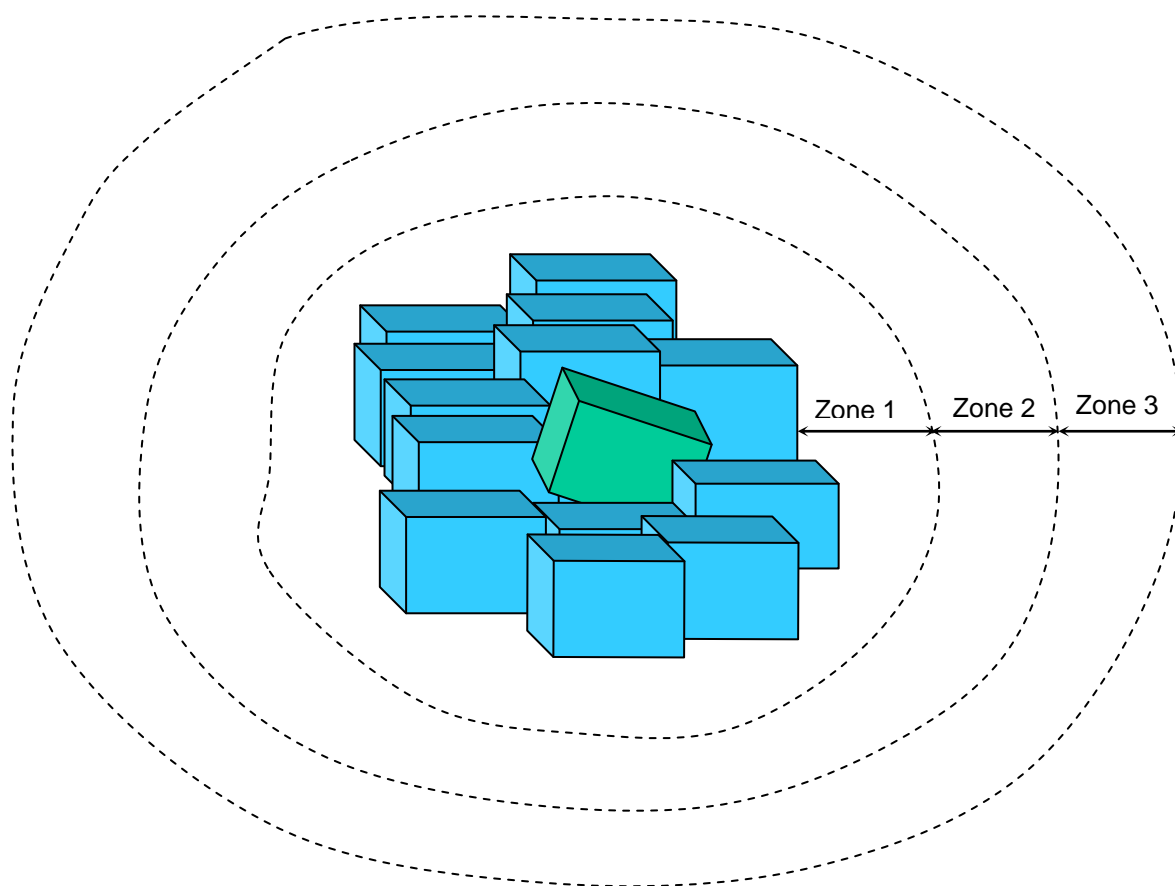


### 3.6.2 - Récif immergé en zone vaseuse profonde à une distance importante de la côte et soumis à un faible courant (M34)

Dans le cas du récif M34, les substrats meubles réagissent différemment. Le sédiment, bien que très vaseux, y est relativement peu enrichi en ressources nutritives. Le peuplement benthique est peu abondant, moyennement varié mais équilibré, et dominé par des espèces exploitant les particules fines déposées sur le fond (dépositivores).

- **Zone 1 (0-50 m)** : A proximité du récif, on constate une accumulation de particules fines, riches en matière organique dont l'intensité décroît à mesure que l'on s'éloigne du récif. Ce phénomène engendre un accroissement significatif de sa densité totale, depuis la base du récif jusqu'à une cinquantaine de mètres de distance.
- **Zone 2 (50-100 m)** : Diminution de la richesse spécifique et de l'abondance qui sont minimales à 100 mètres (29 espèces et 627 ind/m<sup>2</sup>).
- **Zone 3 (100-500 m)** : A quelques centaines de mètres du récif, on observe un retour aux conditions normales de la zone : augmentation progressive de la richesse spécifique et de l'abondance. A 500 mètres du récif (zone témoin), la richesse spécifique est de 41 espèces et l'abondance atteint 907 ind/m<sup>2</sup>.

**Figure 35** - Influence du récif M34 sur les zones de substrat meuble voisines

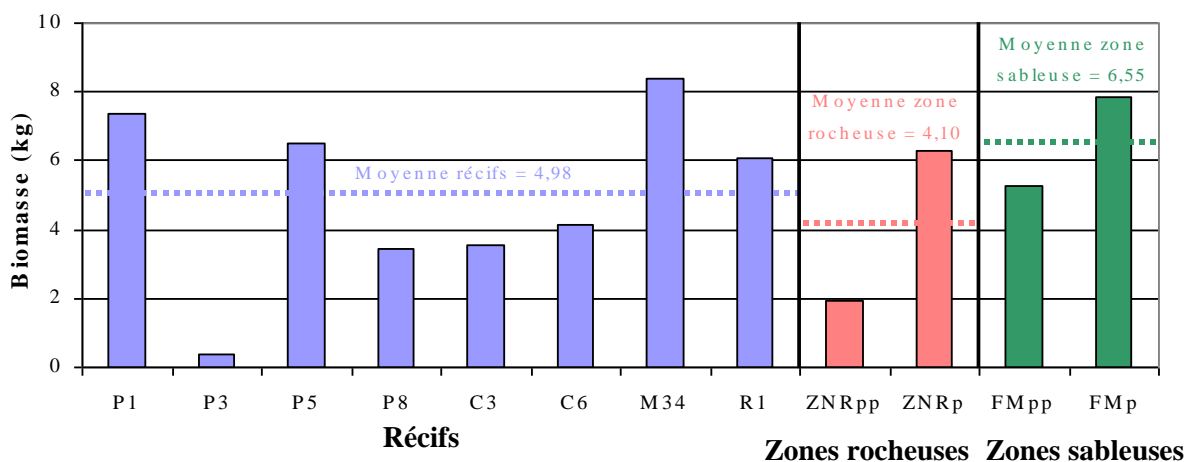


### 3.7 - Suivi halieutique

#### 3.7.1 - Pêches expérimentales

Les quantités de poissons pêchés par récif et sur les zones naturelles témoins sont présentées sur la figure 36. Ces quantités sont très variables d'un récif à l'autre : entre 6 et 8,5 kilos pour P1, P5, M34 et R1, entre 3,5 et 4 kilos pour P8, C3 et C6 et seulement 0,350 kilos pour P3. On remarque que les quantités moyennes de poissons pêchés sur les zones sableuses sont plus importantes que celles capturées sur les récifs ou sur les zones rocheuses.

**Figure 36** - Quantité de poissons pêchés sur les récifs et les zones naturelles témoins lors de la campagne de pêche de 2000



### 3.7.2 - Enquêtes auprès des pêcheurs

Les résultats du questionnaire des enquêtes de pêche menées auprès d'une vingtaine de patrons pêcheurs aux petits métiers est le suivant :

#### Méthodes de travail

Les résultats des enquêtes montrent que 65% des patrons pêcheurs interrogés pêchent en mer tout au long de l'année, 21% alternent six mois en mer / six mois en étang, les 14% restant partageant leur temps entre la pêche en mer et la pêche à pied.

Les filets maillants et trémails (arts fixes) sont utilisés en mer par la moitié des pêcheurs.

La majorité des patrons pêcheurs interrogés pêche dans le golfe d'Aigues-Mortes dans la zone des trois milles nautiques principalement entre Maguelone et Carnon-Plage. Seuls deux bateaux pêchent au large jusqu'à 20 milles des côtes.

Tous travaillent à plein temps dans le Golfe d'Aigues-Mortes et au large, généralement sur les tombants des rochers ou « rocks », qui sont des zones de pêche très productives.

#### Les récifs immergés dans le golfe d'Aigues-Mortes

Tous connaissent l'existence des récifs artificiels dans le Golfe d'Aigues-Mortes, en revanche 82% d'entre eux n'en connaissent ni les formes, ni les coordonnées géographiques. La moitié pense pouvoir obtenir les coordonnées précises des récifs artificiels à l'aide d'un sondeur et d'un GPS ou bien en demandant à la prud'homie. Un quart seulement aimerait les obtenir.

#### Rôle et efficacité des récifs artificiels

Plus de la moitié des pêcheurs interrogés considèrent que les récifs artificiels jouent principalement un rôle de protection contre le chalutage illégal dans la bande des trois milles nautiques. Cependant, seulement 57% d'entre eux estiment que ces récifs sont efficaces, les chalutiers pouvant slalomer entre les récifs.

### **Utilisation des récifs**

Environ 80% des pêcheurs interrogés n'ont jamais pêché sur les récifs. Un certain nombre aimerait obtenir les coordonnées des récifs mais 57% ne savent pas précisément quel engin de pêche utiliser sur les récifs : 35% utiliseraient le filet trémail et 8% les filets dérivants. D'autres refusent d'y pêcher par crainte de casser du matériel. Cette crainte semble être un facteur important expliquant la non-exploitation des récifs par les pêcheurs.

### **Contraintes identifiées**

De l'enquête, il ressort que les récifs ne sont pas assez nombreux (40%), qu'ils sont immergés trop près du banc rocheux (22%), que les chalutiers possèdent les coordonnées des récifs et peuvent les éviter sans difficulté (17%), que les récifs risquent d'abîmer le matériel de la pêche aux petits métiers et qu'ils sont posés sur du sédiment trop meuble (affouillement). Les récifs attirent les chasseurs sous-marins et de nombreux bateaux de plaisance (on a pu observer jusqu'à une demi-douzaine de bateaux pêchant à l'arrêt sur C3 et C4, ainsi que de nombreux chasseurs).

## 4 - DISCUSSION - SYNTHÈSE

Ce paragraphe a pour objectif d'expliquer les effets des récifs artificiels sur le milieu marin, d'analyser leur efficacité de production et de protection et d'évaluer leur impact sur la pêche professionnelle dans le golfe d'Aigues-Mortes. Il s'agira également de mettre en évidence les facteurs influençant la colonisation des récifs artificiels.

### 4.1 - Structure physique des récifs

Le suivi physique des récifs a permis de quantifier les phénomènes d'enfouissement, d'envasement et de tenue des blocs à la mer.

A l'exception des récifs C6 et M34, les résultats montrent que l'émergence des récifs au dessus du substrat environnant est assez stable. Elle est directement liée à :

- la profondeur des cuvettes dans lesquelles les récifs se trouve,
- à l'enfouissement des blocs,
- à la chute des blocs à l'étage supérieur.

La faible émergence de C6 et de M34 s'explique par le fait qu'il s'agit de récifs qui ont subi d'importantes modifications de forme et de hauteur entre 2001 et 2002. L'origine de cette altération physique est difficile à déterminer. Elle résulterait de l'action de la houle lors des tempêtes (les récifs peu et moyennement profonds seraient plus soumis à l'action de celle-ci que les récifs profonds), de l'enfouissement mais aussi de l'impact de chaluts qui pourraient déplacer ou détruire les modules constituant les récifs. En 2002, un chalut est d'ailleurs resté coincé sur le récif M34. Pour le récif C6, l'importance de la cuvette (1,2 m en 2002) est un autre paramètre qui explique sa faible émergence.

Sur les récifs P5 et C6, le basculement des blocs de l'étage supérieur a entraîné une légère augmentation de l'émergence entre 2000 et 2001 (20 à 30 cm).

En ce qui concerne les autres indices (cuvette, enfoncement), il existe une relation importante entre le comportement physique des récifs et les conditions de courant. La zone Ouest du golfe d'Aigues-Mortes est soumise à un plus fort hydrodynamisme que la zone Est. Les courants de fonds induisent un affouillement des structures qui se traduit par la formation de cuvettes notamment sur les récifs P1 et C6 où elle est supérieure à un mètre. Le ralentissement des courants sur la zone Est favorise le dépôt de particules fines ce qui expliquerait l'envasement important observé au sommet des structures artificielles.

## 4.2 - Faune et flore fixées

### 4.2.1 - Les quadrats photographiques

Les informations quantitatives obtenues à partir des quadrats photos ont permis de :

- décrire la colonisation des récifs,
- d'analyser les facteurs influençant la structure des peuplements (profondeur du récif, répartition sur le récif, etc.)
- d'obtenir des informations sur les mécanismes de colonisation du béton (successions, remplacement d'espèces).

Plusieurs tendances ont ainsi été mises en évidence

- La composition des peuplements diffère nettement entre les récifs peu profonds (P1, R1 et P8) qui sont assez diversifiés et les récifs plus profonds (P3, P5 et C3 mais aussi C6 et M34) essentiellement composés de vers et d'antédons.

#### - Groupe de récifs peu profonds

En 2001, ces récifs évoluaient vers une diversification des groupes présents : développement des algues sur le sommet, des moules sur les côtés, des ascidies sur le bas des récifs et augmentation des populations de balanes.

Cependant ces récifs ont subi d'importantes modifications physiques (dégradations, effondrements de blocs) durant l'hiver 2001 ce qui a entraîné une baisse de la diversité biologique en 2002 et retardé l'évolution positive constatée en 2001.

#### - Groupe de récifs profonds

Bien que la biodiversité diminue, le recouvrement par les organismes (vers et antédons pour l'essentiel) est important. Les moules ont totalement disparu en 2002 sur les trois récifs profonds. Seuls les vers et les antédons prolifèrent sur pratiquement toute la hauteur des récifs, limitant l'arrivée de nouvelles espèces. Des espèces encroûtantes (ascidies, éponges) commencent toutefois à apparaître en 2002, indiquant une évolution lente des récifs.

Il faut noter que, contrairement aux autres récifs, les perturbations physiques ont été moins importantes dans ce groupe et qu'il n'y a pas eu de changements majeurs de la structure des récifs.

- Les surfaces horizontales au sommet des récifs (quadrat Q1) sont globalement peu colonisées, sauf par des algues et des balanes. Ceci s'explique par une sédimentation importante empêchant la fixation des larves. En effet une couche de 1 à 2 cm de vase a été couramment observée sur cette partie. La présence d'algues sur ce quadrat résulte d'une quantité d'énergie lumineuse plus importante.

- L'isolement semble jouer un rôle important sur la colonisation des récifs avec des recouvrements plus importants sur les récifs éloignés des zones rocheuses. Ce résultat pourrait résulter en partie d'un effet attractif plus élevé (concentration) au niveau des récifs éloignés.
- Enfin, les récifs situés à l'Ouest du secteur d'étude (Maguelone - Palavas) sont plus riches en espèces que les récifs situés à l'Est (Carnon – Grande Motte). La diminution de la biodiversité selon un gradient Est/Ouest semble être la conséquence des dépôts sédimentaires du Rhône qui envasent les structures artificielles situées dans le secteur Est, et chargent fortement la colonne d'eau en particules.

Ainsi, la zone Ouest semble présenter un potentiel plus élevé pour l'immersion de récifs artificiels.

#### 4.2.2 - Les grattages

Entre septembre 2000 et février 2001, le nombre d'espèces est sensiblement identique mais on assiste à un changement significatif de la composition du peuplement d'invertébrés benthiques : disparition de 55 espèces et apparition de 42 espèces. On assiste à une succession d'espèces, les espèces opportunistes ou pionnières initiales faisant place progressivement aux espèces plus adaptées au milieu.

En 2002, le nombre total d'espèces double par rapport à 2001. Ce phénomène n'est pas dû, comme l'année précédente, à un changement des populations en place mais au maintien de ces populations (72% des espèces présentes sur les récifs en 2001 le sont également en 2002) et à la colonisation du milieu par de nouvelles espèces (apparition de 102 nouvelles espèces en 2002). L'apparition d'espèces nouvelles (*Cucumaria planci*) et d'associations en symbiose (*Mysostoma cirriferum* avec *Antedon mediterranea*) typiques de substrats rocheux naturels est un signe de maturation de l'écosystème.

On constate que l'indice de Shannon a également augmenté de 2001 à 2002. Cette augmentation est principalement due à l'augmentation du nombre d'espèces total d'invertébrés benthiques en 2002. Elle indique une complexification de l'écosystème en place. Cependant la valeur de cet indice reste faible.

La position dominante des suspensivores est logique sur les récifs artificiels car ce sont les seules espèces à pouvoir s'installer au début de la colonisation. En effet ils se nourrissent des particules en suspension dans la colonne d'eau.

La faible proportion des détritivores et des dépositivores s'explique par le fait qu'il s'agit essentiellement d'organismes de petite taille vivant dans les substrats meubles. Le substrat dur des récifs ne représente pas un habitat adéquat pour eux au début de l'étude (pas de support sédimentaire). L'augmentation progressive des détritivores et des dépositivores est favorisée par l'envasement des récifs. L'augmentation du potentiel de rugosité des récifs avec l'installation des espèces fixées accélère le piégeage des particules sédimentaires et cet apport de matière organique profite aux détritivores et aux dépositivores.

En ce qui concerne les facteurs susceptibles d'influencer la colonisation des récifs, plusieurs points intéressants sont à signaler.

- Le facteur profondeur d'immersion semble avoir une influence importante sur les processus de colonisation des récifs artificiels par les invertébrés benthiques notamment avec des richesses spécifiques et des abondances plus importantes sur les récifs profonds que sur les autres récifs.
- L'effet de l'éloignement des zones naturelles rocheuses mis en évidence en 2001 avec des biomasses plus élevées sur les récifs profonds n'est plus perceptible en 2002. Il semblerait que ce facteur, même s'il était potentiellement un facteur explicatif de la colonisation des récifs par les invertébrés s'estompe avec le temps et qu'il n'influence plus cette colonisation.

### 4.3 - Suivi ichthyologique

Le suivi ichthyologique permet de :

- quantifier les populations de poissons présentes sur les récifs,
- d'analyser l'évolution des peuplements,
- d'observer le processus de colonisation / d'extinction d'espèces dans ce milieu artificiel.

Les récifs semblent avoir atteint un certain stade de maturation, avec notamment la disparition des espèces pionnières caractéristiques des fonds meubles comme le serran tambour (*Serranus hepatus*) et le gobie noir (*Gobius niger*). Leur présence en 2000 sur les récifs témoignait seulement de l'effet concentrateur du récif, alors que leur disparition en 2001 témoigne de la transformation progressive du récif artificiel en un véritable biotope rocheux. Les poissons de fonds meubles n'y trouvent plus leur place face à la concurrence des espèces mieux adaptées aux biotopes rocheux.

Les récifs artificiels les moins profonds sont de véritables structures d'accueil pour les juvéniles. Ce recrutement prouve l'existence réelle de l'effet de production des récifs qui n'ont donc pas seulement un effet concentrateur. Sur les récifs plus profonds le recrutement ne semble pas être notable. Par contre, ces récifs profonds ont une plus grande capacité à attirer les individus de grande taille, plus mobiles, et ont donc un intérêt halieutique important.

### 4.4 - Estimation de la production globale des récifs

Afin d'avoir une idée de l'efficacité de production d'un récif artificiel, comparons la biomasse totale (poissons et invertébrés benthiques) d'un récif à celle des zones de substrat meubles voisines.

En 2001, un récif artificiel type du golfe d'Aigues-Mortes occupant une surface moyenne au sol de 20 m<sup>2</sup> comprend une biomasse totale humide de 284 à 497 kg. On obtient donc une biomasse humide de 14 à 25 kg/m<sup>2</sup> au sol. En milieu sableux, les valeurs des biomasses humides sont de 75 g/m<sup>2</sup>.

L'effet sur la biomasse totale est donc très significatif : elle est augmentée d'un facteur 160 à 330 par rapport à un milieu sableux.

## 4.5 - Benthos substrats meubles

L'influence des récifs artificiels sur la richesse biologique du milieu ne se limite pas aux espèces associées directement à la structure physique, mais elle s'étend largement à plusieurs dizaines de mètres autour des blocs en béton. Les résultats varient en fonction de la localisation des récifs.

- A proximité immédiate (2-5 m) des récifs P3 et M35 immergés dans des secteurs peu profonds, l'intensité du courant produit un phénomène d'affouillement à proximité immédiate qui se traduit par une remise en suspension du sédiment et un appauvrissement de la faune benthique.

Les particules fines et riches en ressources nutritives se déposent sur le fond à une distance de 50 à 100 m du récif, à la faveur d'un ralentissement des courants de fond lié à la perte d'énergie. Ceci a pour conséquence de profiter à un grand nombre d'espèces capables d'exploiter les particules décantées de petite taille et qui forment des populations abondantes. Ces récifs ont donc un impact positif sur la qualité du peuplement (diversification et augmentation des effectifs) essentiellement dans un rayon d'environ 50 à 100 m autour des amas chaotiques.

Au-delà de 100 m et jusqu'à 200 à 500 m, le retour à la situation normale se traduit par une réduction de la richesse et de la densité du peuplement.

- Dans le cas du récif M34 immergé en zone vaseuse plus profonde, le courant est trop faible pour engendrer un phénomène d'affouillement. La présence du récif provoque au contraire un phénomène de piégeage de particules fines, riches en matière organique, dont l'intensité décroît à mesure que l'on s'éloigne du récif. Au niveau du peuplement, ce phénomène engendre un accroissement significatif de sa densité totale, depuis la base du récif jusqu'à une cinquantaine de mètres de distance. Le récif est en effet à l'origine de turbulences qui ont pour effet de maintenir les particules en suspension dans l'eau, ce qui profite surtout à un nombre varié d'espèces exploitant ce type de ressource, telle *Ditrupa arietina*, qui développent des populations abondantes.

A quelques centaines de mètres du récif, on observe un retour aux conditions normales de la zone.

Sur les fonds vaseux, caractéristiques d'un courant faible, le récif a donc une influence maximale sur la faune benthique dans un rayon de 50 mètres.

## 4.6 - Suivi halieutique

### 4.6.1 - Pêches expérimentales

L'objectif des pêches expérimentales est de vérifier l'effet production des récifs artificiels. Les résultats obtenus montrent que les quantités de poissons pêchées sont plus importantes sur les zones sablo-vaseuses que sur les récifs ou les zones rocheuses naturelles.

Plusieurs raisons pourraient expliquer cela. Tout d'abord, le fait que les résultats aient été obtenus à partir d'un seul relevé de données (une seule campagne de pêche réalisée à la fin de l'année 2000), ne permet de tirer aucune conclusion fiable. D'autre part selon l'avis de Mr Daynac, les conditions météorologiques défavorables et l'étalement des pêches sur plus de deux mois expliqueraient le fait que les pêches réalisées sur les récifs et les zones rocheuses aient été particulièrement mauvaises.

### 4.6.2 - Enquêtes auprès des pêcheurs

Les enquêtes de pêches ont pour objectif de rassembler les observations des pêcheurs concernant l'impact des récifs artificiels sur leur activité.

Les filets les plus utilisés par les pêcheurs aux petits métiers en mer du golfe d'Aigues-Mortes sont les filets fixes (filets maillant et trémail) qui ont un pouvoir de pêche dépendant essentiellement des déplacements des bancs de poissons. Ceci peut expliquer l'irrégularité des prises durant la campagne de pêche.

On notera que la très grande majorité des pêcheurs interrogés déclare n'avoir pas connaissance des coordonnées précises des récifs artificiels immergés dans le golfe d'Aigues-Mortes. Selon les responsables du CEPRALMAR, les pêcheurs sont censés avoir la possibilité d'obtenir les coordonnées exactes des récifs artificiels par la prud'homie à laquelle ils appartiennent.

Un facteur qui expliquerait le fait que les pêcheurs aux petits métiers ne pêchent pas ou peu à proximité immédiate des récifs du golfe d'Aigues-Mortes, serait le risque de prendre les filets dans les blocs de béton et de perdre du matériel coûteux. Bien que certains pêcheurs prévoient de caler leur filets un peu à l'écart des récifs plutôt que directement au dessus, le vent et le courant peuvent très facilement rabattre les pièces sur les récifs. C'est pourquoi les pêcheurs n'iront sur les récifs que s'ils espèrent réaliser de très bonnes pêches. Il paraît donc essentiel de développer des techniques de pêche applicables aux récifs artificiels.

En ce qui concerne le rôle de protection des récifs artificiels, la plupart des pêcheurs pense que les immersions n'ont pas été suffisantes en terme de nombre et de volume total, pour empêcher certains chalutiers de pêcher dans la bande des trois milles nautiques. D'autre part, les petits métiers critiquent l'immersion de certains récifs trop près ou directement sur les bancs rocheux, les récifs n'ayant alors pas une grande efficacité pour la protection de la zone des 3 milles. Ils privilégient néanmoins les amas chaotiques aux buses.

Les enquêtes effectuées auprès des petits métiers, ainsi que les entretiens avec des patrons de chalutiers révèlent que les récifs artificiels n'empêchent quasiment pas le chalutage illégal : les chalutiers continuent à slalomer entre les récifs comme en

témoignent les nombreuses traces de chaluts observées à proximité des récifs lors des plongées.

## 5 - CONCLUSION

Cette étude a permis d'évaluer l'efficacité de production et de protection des récifs artificiels, leur impact sur la pêche professionnelle dans le golfe d'Aigues-Mortes ainsi que de mettre en évidence les facteurs influençant la colonisation des récifs.

En ce qui concerne l'évolution physique des récifs, les résultats sont très variables. Dans l'ensemble, l'enfoncement des blocs dans le sédiment est resté faible et la profondeur de la cuvette s'est stabilisée à une valeur de 1 m à 20 cm suivant les cas. Sur les récifs situés plus au large de la côte (P5, C3, C6 et M34), de nombreux blocs du deuxième étage sont tombés; certains sont cassés ce qui révèle l'existence d'une activité de chalutage à l'intérieur de la zone des trois milles.

Les campagnes d'observation ont montré une progression importante de la colonisation des récifs par la faune et la flore fixées et par les poissons.

En ce qui concerne les poissons, on assiste à une augmentation des espèces « nobles » qui contribuent à un accroissement de la valeur de la ressource et à une maturation du peuplement signalée par une disparition des espèces pionnières caractéristiques des fonds meubles.

Des différences sont toutefois observées en fonction de la localisation des récifs. Sur les récifs les plus profonds, la colonisation par les invertébrés benthiques est très importante, la densité des espèces et leur biomasse atteignant des valeurs très élevées. Cette richesse se fait au détriment d'une certaine diversité, le peuplement étant presque exclusivement composé de vers et d'antédons. La fréquentation par les poissons est moyenne. Sur les récifs peu et moyennement profonds, la colonisation a fortement progressé aussi bien pour les invertébrés benthiques que pour les poissons.

Une très forte évolution des peuplements benthiques fixés sur les récifs artificiels a été mise en évidence sur les trois ans de suivi, avec un remplacement des espèces pionnières après un an de colonisation, et une explosion de la production à la fois quantitative et qualitative au bout de la troisième année (2 fois plus de diversité et augmentation de plus 300% de la biomasse et de l'abondance de 2001 à 2002). L'apparition d'espèces (*Cucumaria plancti*) et de comportements de symbiose (*Mysostoma cirriferrum* associé à *Antedon mediterranea*) typiques de substrat rocheux naturels, la diminution de la dominance des suspensivores, le développement et l'harmonisation des peuplements benthiques pourraient indiquer que l'écosystème qui s'est mis en place sur les récifs artificiels tend vers un équilibre.

La zone d'influence des récifs artificiels dépend de l'importance de l'énergie hydrodynamique de la zone. Plus celle-ci est importante, plus la zone d'influence sera étendue (de 50 à 200 mètres). Cette zone d'influence est caractérisée globalement par un enrichissement que ce soit en terme de diversité qu'en terme de densité. Le récif a donc un effet positif sur le substrat environnant.

Les enquêtes réalisées auprès des professionnels de la pêche aux petits métiers révèlent que les pêcheurs ont peu d'informations sur les récifs, leurs caractéristiques et, en particulier leur position géographique. Beaucoup de pêcheurs craignent d'abîmer et de perdre du matériel en allant sur les récifs et sont réticents à les exploiter. Ainsi il apparaît essentiel de développer des techniques de pêche spécifiquement adaptées aux récifs artificiels.

L'efficacité de production des récifs est avérée. L'effet sur la biomasse totale est très significatif : elle est augmentée d'un facteur 160 à 330 par rapport à un milieu sableux.

L'ensemble des résultats doit maintenant être exploité dans des préconisations d'amélioration pour de futures immersions.