

**Rapport 2005**

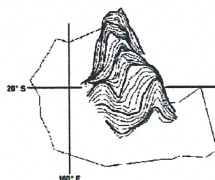
**Les premiers stades de vie des poissons de Nouvelle-Calédonie :  
identification des habitats lagunaires pour les stades pré- et post-installation**

**Volet thématique 2  
stades post-installation  
Camille Mellin & Dominique Ponton**

**IRD Nouméa**

**Mars 2006**

**IRD**  
Institut de recherche  
pour le développement



**ZoNéCo**

PROGRAMME D'EVALUATION DES RESSOURCES MARINES  
DE LA ZONE ECONOMIQUE DE NOUVELLE-CALÉDONIE



<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>2. MATERIEL ET METHODES</b> .....	<b>9</b>
2.1 SITES D'ETUDE.....	9
2.2 ECHANTILLONNAGE.....	9
2.2.1 <i>Habitat</i> .....	9
2.2.2 <i>Poissons</i> .....	11
2.2.3 <i>Déroulement des campagnes</i> .....	13
2.2.4 <i>Analyses au laboratoire</i> .....	13
2.3 ANALYSE DES DONNEES.....	13
2.3.1 <i>Données environnementales et d'habitat</i> .....	13
2.3.2 <i>Données poissons</i> .....	15
<b>3. RESULTATS</b> .....	<b>15</b>
3.1 DONNEES ENVIRONNEMENTALES.....	15
3.2 DONNEES HABITAT.....	17
3.2.1 <i>Caractéristiques des îlots et des habitats</i> .....	17
3.2.2 <i>Caractéristiques du micro-habitat</i> .....	17
3.3 DONNEES POISSONS.....	19
3.3.1 <i>Analyse globale des captures</i> .....	19
3.3.2 <i>Variabilité temporelle des captures</i> .....	19
3.3.3 <i>Variabilité spatiale des captures</i> .....	23
3.3.4 <i>Analyse des données de comptage</i> .....	23
<b>4. DISCUSSION</b> .....	<b>25</b>
4.1 QUALITE DES DONNEES ACQUISES.....	25
4.2 PERSPECTIVES D'ANALYSES ET PROTOCOLES COMPLEMENTAIRES.....	25
<b>5. REFERENCES CITEES</b> .....	<b>29</b>
<b>6. ANNEXES</b> .....	<b>33</b>

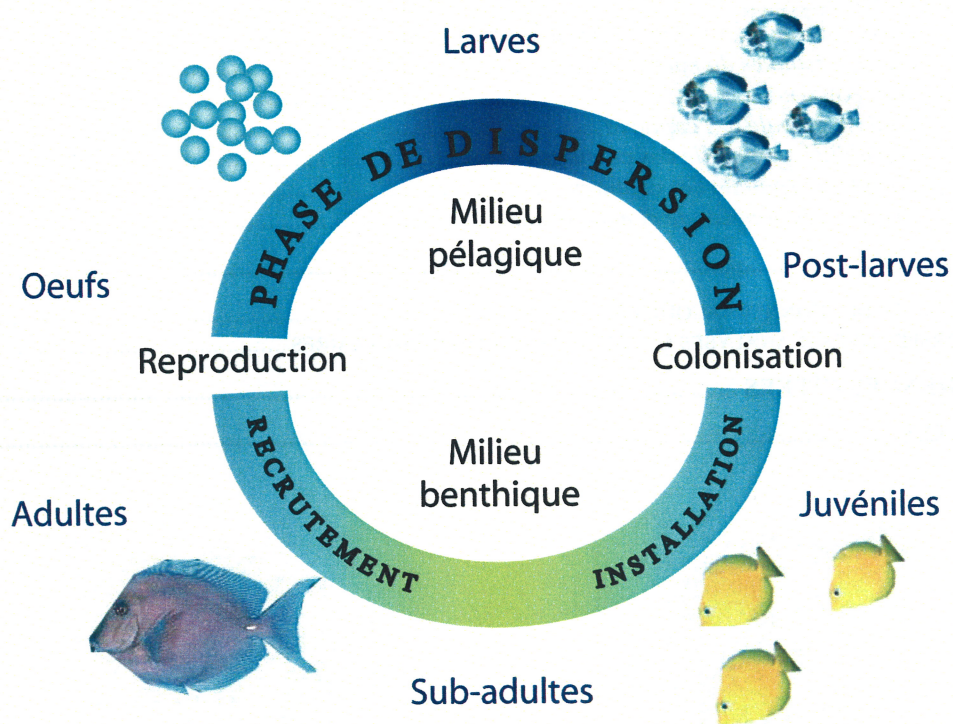


Figure 1 : Cycle biologique simplifié des poissons récifaux-lagonaires (exemple de *Acanthurus coeruleus*).

## 1. Introduction

Les écosystèmes coralliens suscitent de nombreux intérêts économiques, récréatifs et écologiques. Ils subissent de fait une pression grandissante liée à l'accroissement démographique, au développement des activités touristiques et au changement climatique. L'exploitation des ressources et la modification des habitats nécessitent donc une approche durable de la gestion de ces écosystèmes qui ne peut que s'appuyer sur une connaissance approfondie des processus physiques et biologiques qui les régissent. Dans ce contexte, les études sur les communautés de poissons récifo-lagonaires sont devenues indispensables pour comprendre les facteurs influençant les distributions spatiales et les variations d'abondances des espèces exploitées pour l'alimentation ou l'aquariophilie. La compréhension de ces facteurs chez les jeunes poissons demeure en général très parcellaire, tout particulièrement en Nouvelle-Calédonie, c'est pourtant à l'issue de ces stades de vie qui subissent une importante mortalité qu'est déterminée la taille des populations.

La majorité des poissons de récifs coralliens possèdent un cycle de vie complexe (Figure 1) avec une phase larvaire pélagique, à l'issue de laquelle les larves retournent vers le récif pour y continuer leur développement en juvénile puis en adulte (Victor, 1991; Jones et al., 1999; Mora and Sale, 2002; Armsworth, 2002; Lecchini and Galzin, 2003; Irisson et al., 2004). Les jeunes poissons sont alors exposés à un environnement complexe où le choix d'un habitat s'impose parmi de nombreux substrats potentiels et malgré divers prédateurs et compétiteurs : c'est la phase d'installation (Carr and Hixon, 1995; Risk, 1998; Caselle, 1999; Webster, 2002; Srinivasan, 2003; Adams et al., 2004). L'installation est donc la transition du stade larvaire pélagique au stade juvénile benthique (Andrews and Anderson, 2004). Après quelques mois lui succède la phase de recrutement, dont une définition est l'intégration de nouveaux individus dans la population d'adultes, c'est-à-dire d'individus sexuellement matures (Shapiro, 1987; Doherty and Williams, 1988; Doherty, 1991; Sale, 1991). Une bonne survie lors de chacune des étapes conditionne le maintien et le renouvellement des populations (Doherty & Williams 1988 ; Doherty 1991).

Durant l'ontogénie, c'est à dire la différenciation des stades de développement successifs (Lévêque, 2001), les différentes phases présentent des exigences écologiques, physiologiques et biologiques différentes, ce qui implique généralement la fréquentation de biotopes différents. Le cycle biologique ne peut s'accomplir que si, à chacune de ces phases, l'individu trouve la niche ontogénique qui lui est propre, c'est-à-dire les conditions d'habitat et de ressources qui lui sont nécessaires (Lévêque, 2001; Hook et al., 2003). Chez plusieurs espèces de poissons dont les adultes mènent une vie récifale relativement sédentaire, les juvéniles se retrouvent par exemple dans les habitats non-récifaux tels que les herbiers ou les mangroves. Ces habitats, considérés comme zones nourriceries, sont ensuite le point de départ de migrations post-installation vers le lieu de vie des adultes (Cocheret de la Morinière et al., 2002). Les distributions de juvéniles établies lors de l'installation sont donc susceptibles d'être profondément modifiées par ces changements d'utilisation de l'habitat post-installation.



L'utilisation des différents habitats par les juvéniles varie selon les espèces, probablement en relation avec des caractéristiques biologiques propres à l'espèce telles que la taille, le régime trophique et le mode de reproduction, mais aussi en fonction des interactions avec d'autres juvéniles ainsi que des facteurs liés à l'environnement (Victor 1991 ; Appeldoorn et al. 1997).

Dans ce contexte, l'habitat essentiel des juvéniles de poissons a été défini comme étant « un milieu où les abondances, taux de croissance, de survie et de productivité sont relativement élevés » (Hook et al, 2003). Dans le cadre de ce travail, l'habitat essentiel des juvéniles d'une espèce est considéré sous l'angle des abondances et des taux de croissance à différents stades ontogéniques. L'habitat essentiel est donc ici une notion dynamique. C'est une référence spatiale et temporelle qui désigne la position qu'occupe à un instant donné une forte densité d'individus qui se trouvent à un certain stade de développement et dont la bonne croissance indique qu'ils optimisent le compromis entre différentes contraintes biologiques et écologiques (Lévêque, 2001; Hook et al, 2003). Ces habitats demeurent très mal connus pour les juvéniles des poissons récifaux (Milicich and Doherty, 1994; Schmitten, 1999; Belwood and Hugues, 2001) et n'ont encore jamais été étudiés en Nouvelle-Calédonie. Pourtant la qualité et la quantité de ces habitats est une condition indispensable à la pérennité des ressources car elle conditionne fortement la réussite du recrutement (Schmitten, 1999; Belwood and Hugues, 2001).

Le lagon de Nouvelle-Calédonie, par sa diversité de paysages, l'existence d'inventaires précis sur les espèces qui les occupent, et l'absence d'étude sur les stratégies d'utilisation de ces habitats au cours de l'ontogénie, constitue un site d'étude privilégié. En particulier, les îlots du Lagon Sud qui présentent des mosaïques bien délimitées de biotopes lagunaires variés (herbiers, algueraies, coraux), offrent la possibilité de tester des facteurs à différentes échelles spatiales, depuis celle du lagon (distance à la côte ou à la barrière par exemple) jusqu'à celle des biotopes (diversité structurale) et des micro-habitats (composition par ex.). Par ailleurs, si la plupart des îlots ont un statut de réserve et sont encore relativement peu dégradés, l'intérêt qu'ils suscitent auprès des plaisanciers permet de craindre à terme une modification de la qualité des habitats ou du comportement des poissons. Ces îlots semblent donc particulièrement adaptés à l'acquisition de connaissances fondamentales sur les premiers stades de vie des poissons et à l'application des résultats en terme de gestion intégrée des zones côtières.

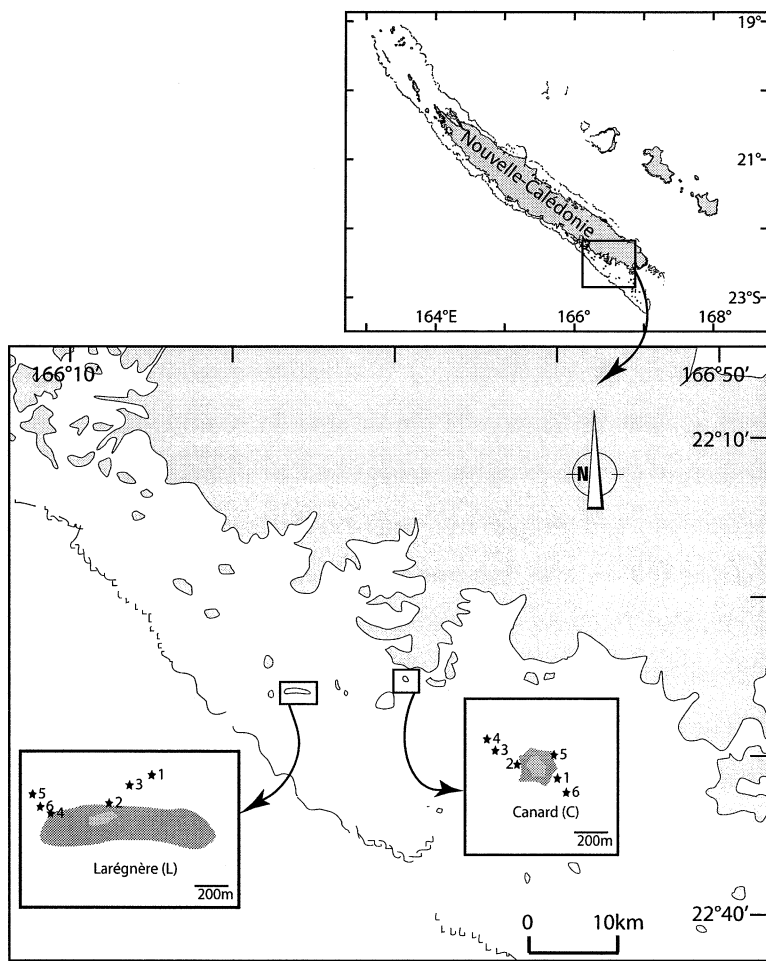


Figure 2 : Position des îlots Larégnère (L) et Canard (C) dans le lagon Sud-Ouest de Nouvelle Calédonie et des stations (numérotées) autour des deux îlots. La zone gris clair représente la partie émergée de l'îlot, celle en gris plus foncé son platier.

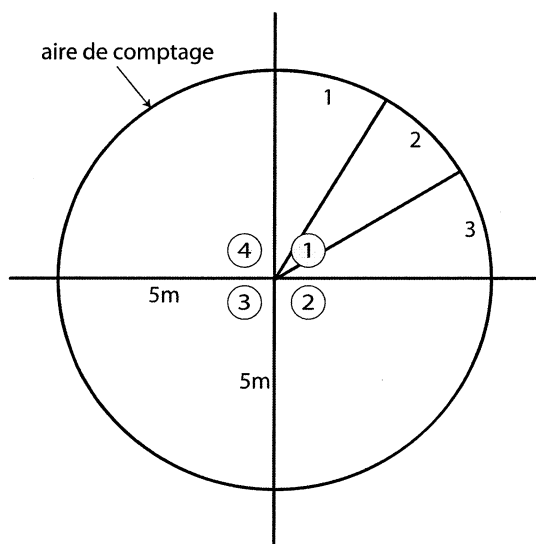


Figure 3 : Subdivisions en quarts (numéros encadrés) et en secteurs (numéros non encadrés) d'une station pour la description du micro-habitat et l'inventaire des poissons présents.

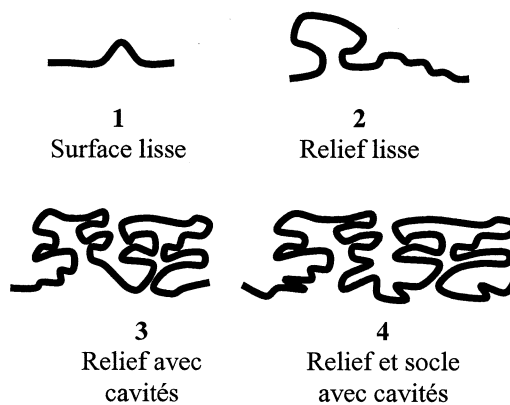


Figure 4 : Représentation schématique des degrés de complexité de l'habitat et coefficients associés. D'après Clua (2004).



## **2. Matériel et méthodes**

### **2.1 Sites d'étude**

Deux îlots du lagon ont été choisis pour cette étude : l'îlot Larégnère, situé près de la passe de Dumbéa, et l'îlot Canard, proche de Nouméa (Figure 2). Ces deux îlots ont un statut de réserve ce qui limite certains effets qui pourraient interférer dans la distribution des jeunes poissons (destruction des habitats par ex.). Des images satellites Landsat, pour l'îlot Larégnère, et aériennes, pour l'îlot Canard, ont permis de cartographier les différents biotopes (platier détritique, tombant corallien, autres habitats coralliens, herbier, algueraie, fonds meubles) jusqu'à l'isobathe -8 m. Ces cartographies ont ensuite été validées par observations sur le terrain. Ces images ont aussi permis de calculer pour chaque îlot les distances à la côte et à la barrière ainsi que la superficie du platier. Six stations ont été choisies autour de chaque îlot : deux stations d'herbier, deux stations d'algueraie et deux stations de corail, chaque station d'un même biotope correspondant à une exposition différente aux vents dominants de sud sud-est (Figure 2).

### **2.2 Echantillonnage**

#### **2.2.1 Habitat**

Des descriptions de l'habitat ont été réalisées en mars et en octobre 2005 pour chacune des stations repérées par leurs coordonnées GPS et matérialisées par un piquet de 1 m enfoncé dans le substrat. Pour chaque station, un cercle de 5 m de rayon et centré sur le piquet a été subdivisé en quatre quarts, chacun composé de trois secteurs (Figure 3). Chacun des secteurs a fait l'objet d'une description du substrat (principales fractions granulométriques) et du recouvrement benthique (corail, algues et phanérogames) par estimation visuelle en pourcentage. Une description plus fine a ensuite permis d'estimer la proportion des différentes formes de coraux (encroûtant, submassif, massif, digité, branchu, foliaire et tabulaire), des principaux genres d'algues (*Sargassum*, *Dictyota*, *Lobophora*, *Halimeda*, *Padina*, *Cyanophycea* et autres) et de phanérogames (*Halophila*, *Halodule*, *Cymodocea*, *Syringodium* et autres). La profondeur, l'indice de complexité (Figure 4) ainsi que l'indice de richesse du substrat (nombre d'éléments constitutifs) ont été déterminés pour chacun des secteurs.

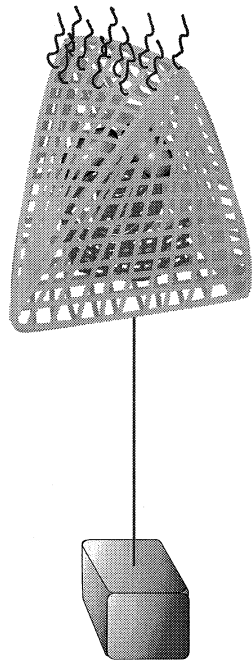


Figure 5 : Structure artificielle dont l'enveloppe externe est constituée de grillage plastique de maille 1cm et qui contient une spirale en grillage de maille 5 mm ainsi qu'un tube en PVC (non représenté) destinés à augmenter les possibilités de refuges. Un câble en acier de diamètre 2,5 mm et de longueur 80 cm relie le piège, dont la flottabilité positive est assurée par trois flotteurs en polystyrène, à un lest en ciment de 7 kg. Des rubans sont accrochés sur la partie supérieure pour faciliter la colonisation algale.

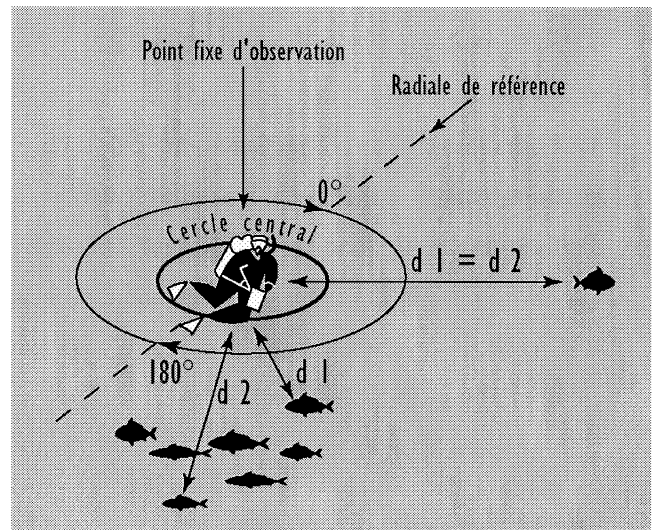


Figure 6 : Principe de la méthode de comptage par point fixe (Labrosse et al. 2001). Un seul plongeur est représenté sur la moitié d'une station. Pour un individu isolé, une seule distance est enregistrée. Pour un banc d'individus de tailles homogènes, le plongeur note la distance de l'individu le plus proche ( $d_1$ ) et celle de l'individu le plus éloigné ( $d_2$ ). La distance maximale de comptage a ici été bornée à 6 m.



Figure 7 : Senne à collecteur (longueur 10 m, hauteur 1,20 m, maillage 4 mm)

### 2.2.2 Poissons

Des structures artificielles standardisées ou pièges (Figure 5) inspirées des SMURFs (Standard Monitoring Unit for the Recruitment of temperate reef Fishes, Ammann, 2004) et des récifs artificiels de Leis et al. (2002) ont été disposées, espacées de 5 m, au centre de chaque quart de station. La relève s'est fait en enveloppant l'engin d'un sac en toile de maille 1 mm. Une fois en surface, chaque sac a été immergé dans une solution de benzocaïne afin d'anesthésier les poissons qui ont été ensuite immédiatement préservés dans de l'alcool à 95 %.

Sur les stations d'herbiers et d'algueraies, des traits de senne à collecteur (Figure 7) ont été réalisés après la relève des structures artificielles. Cette technique prélève les juvéniles à l'installation ainsi que les individus de taille supérieure au seuil de sélectivité (maillage de la senne, 4 mm), dont les abondances peuvent avoir été modifiées par les processus post-installation. Dans les stations coralliennes, un micro-empoisonnement à la rotonone a été effectué en isolant une colonie de corail branchu (*Acropora*) à l'aide d'un filet de 2x2 m et de maille de 4 mm. Après traitement à l'ichtyotoxique tous les individus morts ont été collectés et immédiatement préservés dans de l'alcool à 95 %.

Comme les abondances des juvéniles peuvent être influencées par la présence d'adultes (consécifiques, compétiteurs et/ou prédateurs), des comptages ont été réalisés par la méthode du point fixe (Sale and Douglas, 1981; Bohnsack and Bannerot, 1986; Labrosse et al., 2001; Dorenbosch et al., 2005b). Pour chaque station, deux plongeurs ont dénombré simultanément les espèces sur la moitié de la zone (Figure 6). Après être restés deux minutes immobile afin de réduire l'effet de sa présence sur le comportement des poissons, chaque plongeur a noté, pour chaque poisson observé, l'espèce, la longueur totale (cm) et la distance au centre de la station. Dans le cas d'un banc d'individus de tailles homogènes, le nombre d'individus a été estimé, la distance de l'individu le plus proche (d1) et celle de l'individu le plus éloigné (d2) ont été aussi notées. Cette première phase de comptage statique au centre de la station a considéré les individus de taille moyenne à grande, relativement mobiles. Lors d'une seconde phase, les plongeurs se sont ensuite intéressés aux petits individus, davantage cryptiques, en se déplaçant progressivement vers la périphérie de la station. Le temps de comptage a varié de 10 à 45 min en fonction de l'abondance et la diversité des poissons. La distance maximale a été limitée à 6 m. Les individus de longueur totale inférieure au tiers de leur taille maximale (données : Michel Kulbicki) ont été considérés comme juvéniles (Sale and Douglas, 1981; Dorenbosch et al., 2005a).

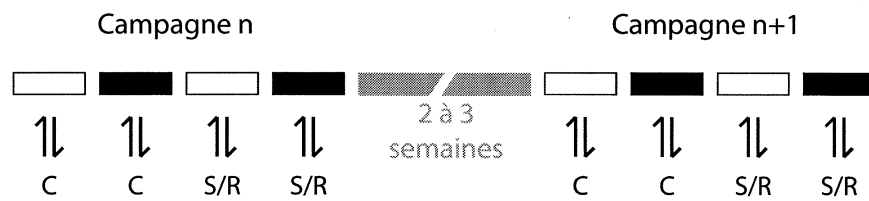


Figure 8 : Déroulement des campagnes et opérations effectuées chaque jour, alternativement sur l'Îlot Larégnère (rectangles blancs) et sur l'Îlot Canard (rectangles noirs). Chaque paire de flèches correspond à l'opération relève/repose des pièges. C : Comptage, S : Senne, R : Roténone.

### **2.2.3 Déroulement des campagnes**

Six campagnes mensuelles de quatre jours ont été réalisées de septembre 2005 jusqu'à février 2006 suivant le même protocole permettant un suivi des structures artificielles après deux à trois semaines de pose et après deux jours de pose (Figure 8).

A chacune des stations, huit variables environnementales ont été enregistrées : vitesse du vent (nœuds), direction du vent (°), état de la marée (haute, descendante, base, montante), estimation de la hauteur des vagues (indice de 0 à 3), température de l'eau (°C), nébulosité (%), estimation de la vitesse du courant (indice de 0 à 2) et de la visibilité (m). Dans les stations d'herbiers et d'algueraies, la densité (indice de 1 à 3) et la hauteur (cm) des plantes et algues ont également été estimées.

### **2.2.4 Analyses au laboratoire**

De retour au laboratoire, les poissons ont été triés par morphes et photographiés. La longueur standard (LS) a été mesurée soit à l'aide d'un pied à coulisse soit à partir d'images digitales (logiciel ImageJ). L'identification s'est basée sur des critères de forme, de patrons de coloration et, lorsque nécessaire, sur les clés d'identification liés au nombre de rayons et d'épines sur les nageoires (Wilson, 1998; Randall, 2005). Le critère supplémentaire des écailles médianes pré-dorsales a été nécessaire pour l'identification des Scaridae (Belwood and Choat, 1989).

## **2.3 Analyse des données**

### **2.3.1 Données environnementales et d'habitat**

D'éventuelles différences entre campagnes dans les données environnementales ont été testées. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) menée sur les variables du micro-habitat a permis de visualiser les similarités entre stations d'un même biotope. Cette analyse a également permis de valider l'appartenance présumée d'une station à un biotope donné, qui ne semblait pas évidente lors du choix des stations étant donné le caractère souvent mixte du recouvrement benthique. Chacune des variables synthétiques (pourcentage de substrat nu, de coraux, d'algues et de phanérogames) a été pondérée par 1 et les variables détaillées (pourcentage des fractions de chacune de ces variables synthétiques) ont été pondérées de telle sorte que la somme des coefficients des composantes d'une même variable synthétique soit égale à 1. Une autre analyse a regroupé les stations sur la base des caractéristiques du micro-habitat par classification hiérarchique des distances de Ward. Seules les variables détaillées relatives aux coraux, algues et phanérogames ont été retenues car la fraction de substrat nu étant la plus variable, la classification se serait basée sur ce critère et non sur la fraction biotique du substrat.

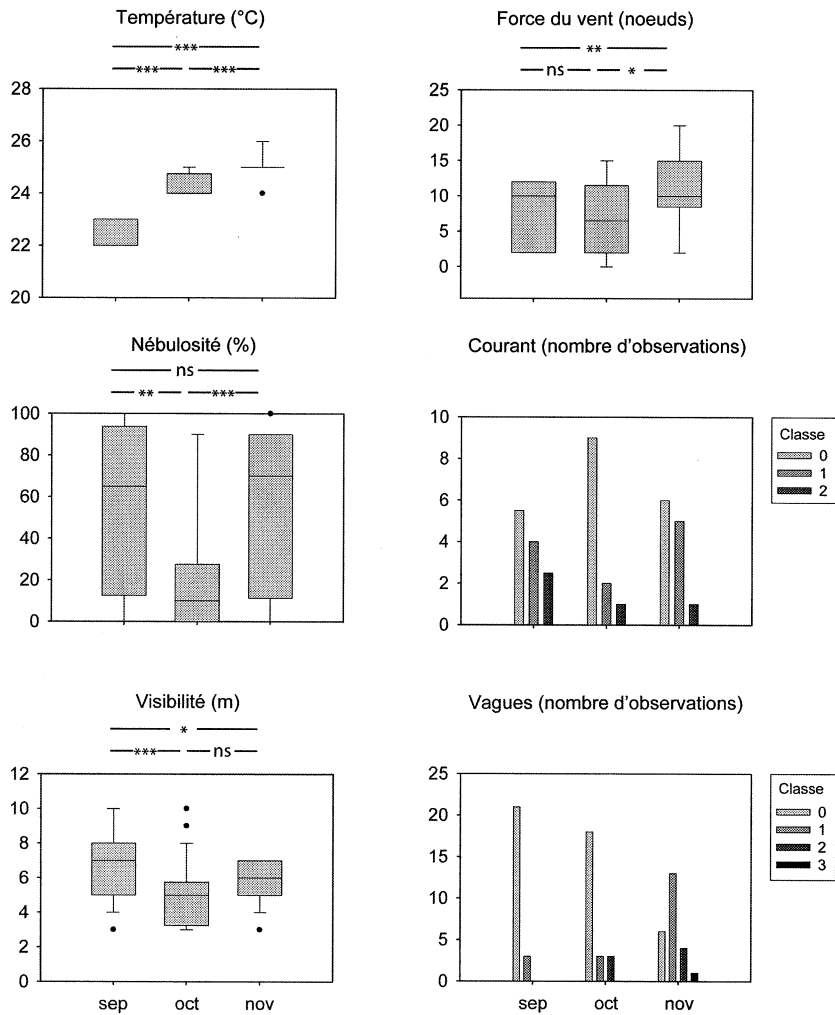


Figure 9 : Température de l'eau, force du vent, nébulosité, et visibilité sous l'eau ainsi qu'estimations de la force du courant et de la hauteur des vagues pour les campagnes de septembre (sep), octobre (oct) et novembre (nov) 2005. Pour la température, nébulosité, visibilité et force du vent, la barre centrale indique la médiane, les barres inférieure et supérieure les 25<sup>ème</sup> et 75<sup>ème</sup> percentiles, les barres verticales les 10<sup>ème</sup> et 90<sup>ème</sup> percentiles et les points symbolisent les valeurs au delà. Les résultats du t-test sont indiqués au-dessus des graphes avec \*\*\* :  $P < 0,001$  ; \*\* :  $0,001 < P < 0,01$  ; \* :  $0,01 < P < 0,05$ , ns : non significatif. Pour les estimations de courant et de hauteur des vagues, les histogrammes représentent le nombre d'observations pour chaque classe.

Tableau 1 : Caractéristiques géographiques et géomorphologiques des deux îlots étudiés.

Ilot	Larègnère	Canard
Distance (km)		
côte	13,0	1,2
barrière	7,0	17,6
Surface (km <sup>2</sup> )		
îlot	0,04	0,02
platier	1,65	0,17
tombant corallien	0,42	0,06
herbiers	0,83	0,15
algueraies	0,05	0,17
fonds sableux	0,19	0,09

### 2.3.2 Données poissons

Des diagrammes rang fréquence ont considéré les familles les plus abondantes et les plus occurrentes en regroupant les captures obtenues avec toutes les méthodes ; les analyses suivantes ont ensuite considéré la composition des captures pour chacune des méthodes. Pour les captures à l'aide des structures artificielles, les variations temporelles et inter-biotope ont été plus particulièrement étudiées. Une ACP sur le tableau de ces captures a permis de visualiser les relations entre échantillons et abondances des différents taxons. Les abondances ont été transformées en  $\log(X+1)$  pour réduire l'effet des taxons très abondants. Apogonidae sp31, Apogonidae sp32 et *Pristotis obtusirostris* ont été exclus de l'analyse car ils n'ont été observés que ponctuellement et de manière très abondante dans une ou deux structures artificielles. Afin de considérer les associations entre taxons et variables du micro-habitat, une analyse de co-inertie a été menée après élimination de l'effet campagne dans le tableau faunistique. Cette opération recherche le plan d'ordination qui maximise la variabilité intra-classe tout en minimisant la variabilité inter-classe, les classes considérées dans ce cas étant les trois modalités de la variable campagne. L'analyse de co-inertie a ensuite permis de décrire la structure commune existant entre les données du micro-habitat et les abondances des différents taxons en couplant les deux tableaux d'ACP initiale.

L'analyse des données des sennes et des roténonnes a considéré les distributions de taille des taxons les plus représentés dans les captures ainsi que leurs variations par campagne et par biotope. Enfin, les données de comptages ont été filtrées selon la longueur totale des individus pour ne considérer que les juvéniles puis comparer entre campagnes et entre biotopes les valeurs minimales, maximales et moyennes de richesse spécifique et d'abondance totale par station. Une matrice de corrélations a enfin permis de visualiser les relations croisées existant entre richesse spécifique, abondance totale et variables synthétiques de description du micro-habitat.

Les analyses multivariées ont été effectuées à l'aide du logiciel Ade-4, les autres à l'aide de Systat 10.2.

## 3. Résultats

### 3.1 Données environnementales

La température de l'eau est la variable environnementale qui varie le plus entre campagnes (Figure 9), avec une médiane de 22°C en septembre et de 25°C en novembre. La nébulosité s'est avérée très variable au sein d'une même campagne et aucune tendance générale n'a été observée entre la première et la dernière campagne. La campagne d'octobre a présenté des conditions météorologiques calmes mais une visibilité réduite, la médiane étant à 5 m. La campagne de novembre s'est distinguée par un vent fort, des vagues hautes et un courant fort.

Tableau 2 : Biotope, exposition, Dist. : distance à l'îlot (km) et Prof. : profondeur moyenne (m) des stations de l'îlot Larégnère et de l'îlot Canard.

Îlot	Station	biotope	exposition	Dist.	Prof.
Larégnère	L1	herbier	au vent	270	3,5
	L2	corail	au vent	150	2,0
	L3	algueraie	au vent	245	2,5
	L4	corail	sous le vent	650	3,0
	L5	algueraie	sous le vent	690	8,0
	L6	herbier	sous le vent	900	7,0
Canard	C1	corail	au vent	215	2,5
	C2	corail	sous le vent	140	3,0
	C3	algueraie	sous le vent	180	5,0
	C4	herbier	sous le vent	170	4,0
	C5	herbier	au vent	150	2,0
	C6	algueraie	au vent	265	7,0

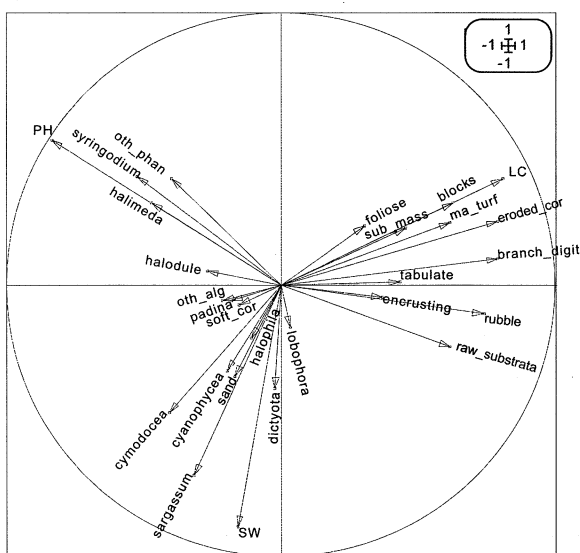


Figure 10 : Cercle de corrélation de l'Analyse en Composantes Principales des données du micro-habitat. Avec PH : phanérogame, LC : corail vivant, SW : algues. Soft\_cor : coraux mous, foliose : corail foliaire, sub\_mass : coraux submassifs et massifs, ma\_turf : micro-algues et « turf », eroded\_cor : corail mort érodé, branch\_digit : coraux branchus et digités, tabulate : corail tabulaire, encrusting : corail encroûtant, rubble : débris coralliens, raw\_substrata : substrat nu, sand : sable, oth\_phan : autres phanérogame, oth\_alg : autres algues. Les autres variables correspondent aux différents genres de phanérogame et d'algues.

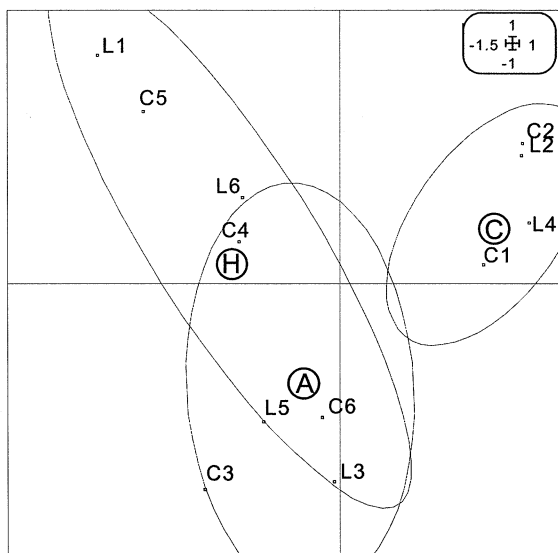


Figure 11 : Projection des stations sur le plan 1-2 de l'Analyse en Composantes Principales des données du micro-habitat. C : Corail, A : Algueraie, H : Herbier. Voir le tableau 2 pour la description des stations.

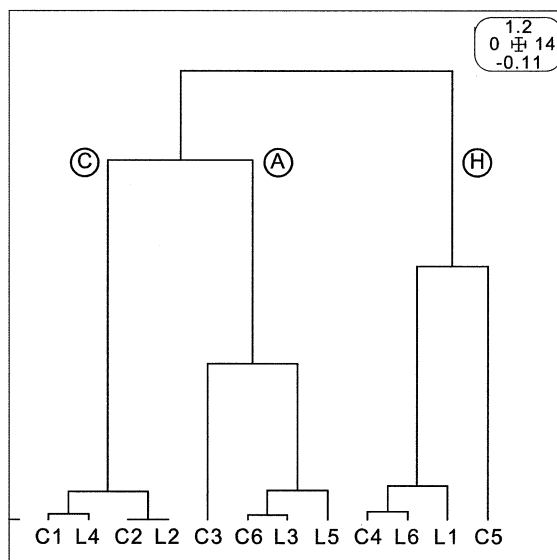


Figure 12 : Regroupement des stations selon leur recouvrement benthique par classification hiérarchique ascendante basée sur des distances de Ward et validation de la catégorisation par biotope. C : Corail, A : Algueraie, H : Herbier.



## 3.2 Données habitat

### 3.2.1 Caractéristiques des îlots et des habitats

Les îlots se distinguent non seulement par leurs distances à la côte et à la barrière mais aussi par la superficie des différents biotopes qui les entourent (Tableau 1). L'îlot Larégnère est caractérisé par un platier très étendu et seule la surface des algueraies est inférieure à celle de l'îlot Canard. Les stations autour de ces deux îlots diffèrent en terme de biotope, d'exposition vis-à-vis des vents dominants, de distance à l'îlot et de profondeur moyenne (Tableau 2).

### 3.2.2 Caractéristiques du micro-habitat

L'ACP réalisée sur les caractéristiques du micro-habitat met en évidence la ségrégation des trois biotopes et la forte corrélation des variables qui les décrivent respectivement (Figure 10). L'axe I et II permettent d'expliquer respectivement 30% et 16% de la variabilité totale. L'ordination des différentes composantes coralliennes reflète l'association entre, d'une part, des milieux détritiques ou durs, relativement pauvres en corail vivant (majoritairement encroûtant) et, d'autre part, des milieux plus vivants où peut apparaître le corail foliaire. Les micro-algues et le « turf » sont les seules composantes algales associées aux milieux coralliens. Les coraux branchus ou digités, abondants, occupent une position intermédiaire. Les sargasses constituent la composante algale majoritaire, tandis que le genre *Syringodium* domine parmi les phanérogames. Un milieu intermédiaire apparaît entre les herbiers et les algueraies, constitué de coraux mous et d'algues incluant le genre *Padina*.

La position des stations sur ce plan d'ordination a permis de tracer les ellipses correspondant aux différents biotopes (Figure 11). Un recouvrement partiel des composantes du micro-habitat de l'herbier et de l'algueraie met en évidence des stations de composition relativement mixte telles que C4, L5 et C6. La classification hiérarchique ascendante par distances de Ward a rassemblé des stations d'un même biotope, de composition du micro-habitat similaires mais appartenant à des îlots différents (Figure 12). Sur le dendrogramme, les stations qui se distinguent juste après la séparation par biotope sont, pour chaque îlot, L1 et C5 pour l'herbier, L1 et C4 pour le corail et C3 et L5 pour l'algueraie ; elles apparaissent également caractéristiques de chaque biotope sur l'ACP (Figure 11).

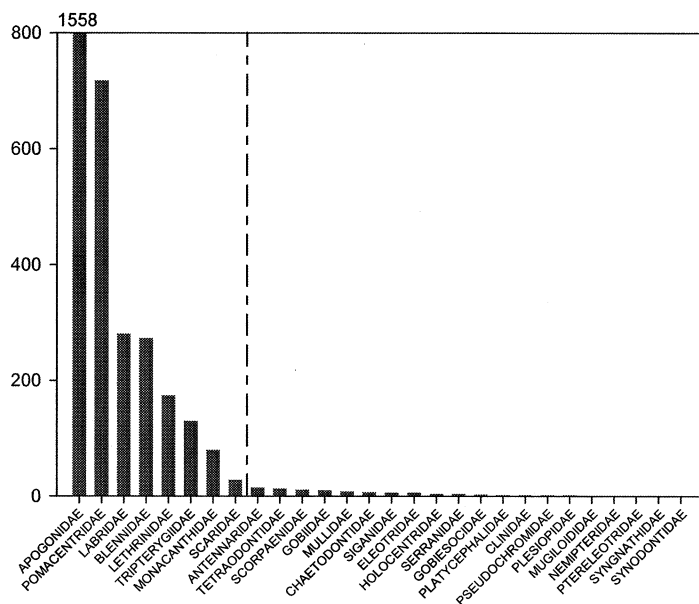


Figure 13 : Diagramme rang-abondance des familles des juvéniles capturés, toutes méthodes confondues. La ligne pointillée indique les familles dont les variations d'abondance de juvéniles entre campagnes et entre biotopes seront considérées.

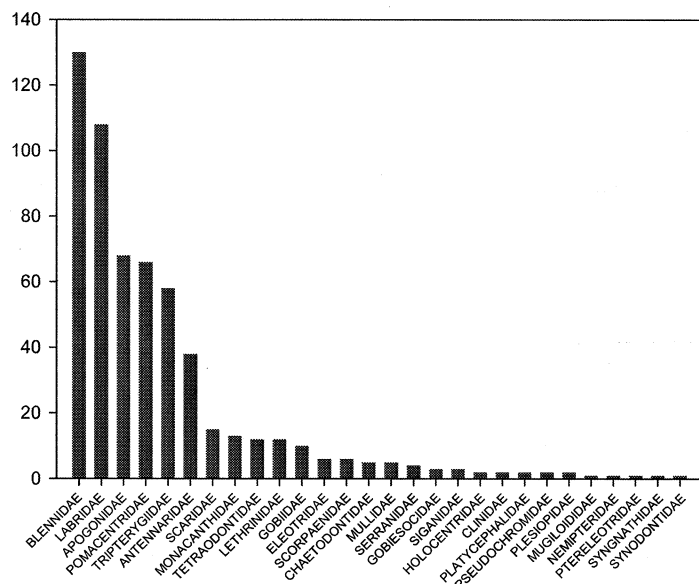


Figure 14 : Diagramme rang-fréquence des familles des juvéniles capturés, toutes méthodes confondues.

### 3.3 Données poissons

#### 3.3.1 Analyse globale des captures

Au total 3358 individus appartenant à 29 familles, 64 genres, 104 taxons identifiés et 3 taxons non-identifiés (16 individus) ont été capturés (Annexe 1). La moitié des effectifs correspond à des juvéniles d'Apogonidae, de Pomacentridae, de Labridae et de Blennidae (Figure 13). Les autres familles ont des effectifs inférieurs à 200. Bien que très abondants, les Apogonidae n'arrivent qu'au troisième rang des occurrences après les Blennidae et les Labridae (Figure 14). Les Lethrinidae sont également nettement plus abondants qu'occurents. Parmi tous les taxons capturés, 36 l'ont été par seulement par piège, 16 par senne et 32 par roténone (Annexe 1). Par ailleurs 7 taxons ont été capturés à la fois par piège et roténone, 11 par piège et senne et 2 par senne et roténone, et seuls 3 taxons ont été capturés par les trois méthodes (Annexe 1).

#### 3.3.2 Variabilité temporelle des captures

L'abondance totale des individus capturés par piège a augmenté d'une campagne à l'autre dans les trois biotopes (Figure 15). Les captures ont été plus abondantes dans les herbiers que dans les biotopes coralliens. Dans les algues, l'augmentation des abondances d'une campagne à l'autre est surtout attribuable aux Blennidae en octobre et aux Apogonidae, Scaridae et Pomacentridae en novembre. Dans les herbiers, les Apogonidae ont été responsables d'une multiplication des abondances totales par dix tandis que les Pomacentridae sont apparus de manière très abondante en novembre. Enfin dans les biotopes coralliens les Pomacentridae ont également été nettement plus abondants en novembre. D'autres familles telles que les Tripterygiidae ont vu leurs abondances diminuer de septembre à novembre, tandis que pour les Labridae les abondances sont restées du même ordre de grandeur.

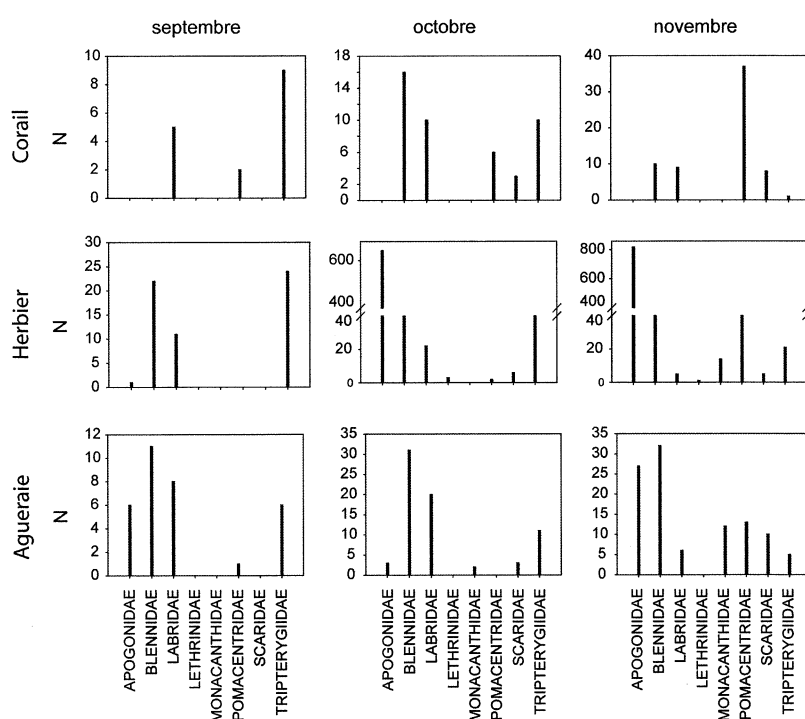


Figure 15 :  
Abondances de  
chaque famille  
dans les différents  
biotopes par  
campagne.

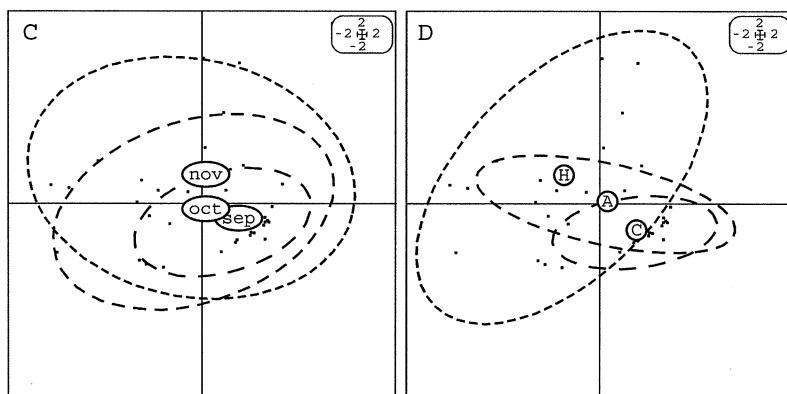
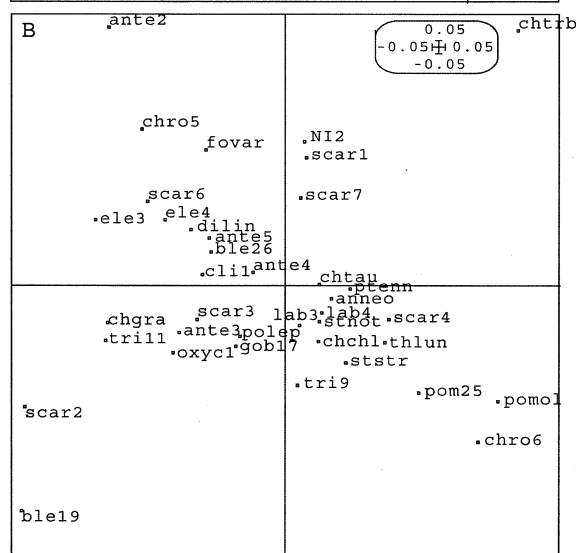
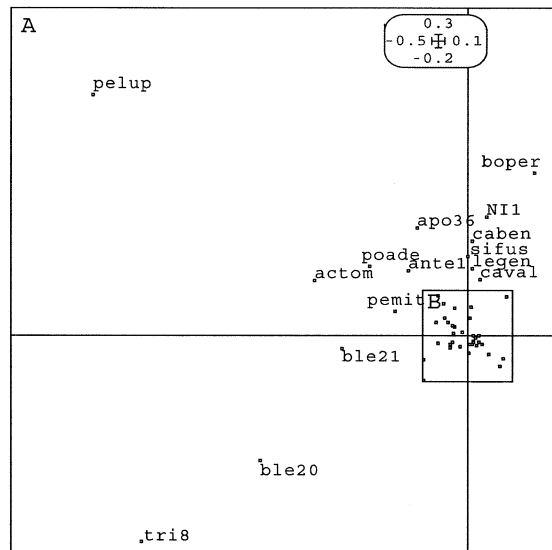


Figure 16 : Analyse en Composantes Principales du tableau faunistique sans Apogonidae sp31, A. sp32 et *Pristotis obtusirostris*. A et B : plan des variables (abondance par taxon) ; C : plan des individus (échantillons) avec ellipses des campagnes (nov : novembre, oct : octobre, sep : septembre) ; D : plan des individus avec ellipses des biotopes (H : herbier, A : algueraie, C : corail).

Sur les 104 taxons capturés, 54 ont été capturés lors de deux campagnes au moins (Tableau 3). Trois taxons ont été particulièrement abondants dans les échantillons (Figure 16) : 1) *Petroscirtes lupus*, caractéristique des herbiers et algueraias où il est associé à *Petroscirtes mitratus*, *Acreichthys tomentosus* et *Pomacentrus adelus* ; 2) Tripterygiidae sp8, souvent capturé en même temps que Blennidae sp20 et sp21 et 3) *Bodianus perditio*, associé à certains Siganidae, Lethrinidae et Tetraodontidae. D'autres taxons moins abondants ont surtout été capturés dans les biotopes coralliens (Pomacentridae, Scaridae, Lethrinidae). Apogonidae sp31, Apogonidae sp32, et *Pristotis obtusirostris*, bien qu'extrêmement abondants, n'ont été capturés que ponctuellement et ont, pour cette raison, été exclus de l'ACP. L'axe I et II permettent d'expliquer respectivement 28% et 16% de la variabilité totale. Les ellipses de regroupement des échantillons par campagne montrent la présence de taxons abondants dans les captures d'octobre et surtout de novembre. Les ellipses des biotopes se recouvrent partiellement sous l'effet du caractère ubiquiste de certains taxons mais montrent néanmoins une différence dans les assemblages de chaque biotope.

Tableau 3 : Liste des 54 taxons capturés lors de deux campagnes ou plus.

Famille	Genre	Espèce	code	Famille	Genre	Espèce	code
ANTENNARIDAE				LABRIDAE			
	<i>Antennarius</i>	sp1	ante1		<i>Choerodon</i>	<i>graphicus</i>	chgra
		sp2	ante2		<i>Halichoeres</i>	<i>trimaculatus</i>	hatri
SCORPAENIDAE					<i>Oxycheilinus</i>	sp1	oxyc1
	Scorpaenidae	sp8	scr8		<i>Stethojulis</i>	<i>bandanensis</i>	stban
SERRANIDAE						<i>notialis</i>	stnot
	<i>Epinephelus</i>	<i>merra</i>	epmer			<i>strigiventer</i>	ststr
PLESIOPIIDAE					<i>Suezichthys</i>	<i>devisi</i>	sudev
	<i>Plesiops</i>	sp1	ples1		<i>Thalassoma</i>	<i>lunare</i>	thlun
APOGONIDAE				SCARIDAE			
	Apogonidae	sp30	apo30		<i>Leptoscarus</i>	<i>vaigensis</i>	levai
		sp31	apo31		<i>Scarus</i>	<i>sordidus</i>	scsor
		sp32	apo32			sp2	scar2
	<i>Fowleria</i>	<i>variegata</i>	fovar			sp3	scar3
LETHRINIDAE						sp4	scar4
	<i>Lethrinus</i>	<i>genivittatus</i>	legen			sp6	scar6
MULLIDAE				MUGILOIDIDAE			
	<i>Parupeneus</i>	<i>spilurus</i>	paspi		<i>Parapercis</i>	<i>cylindrica</i>	pacyl
CHAETODONTIDAE				TRIPTERYGIIDAE			
	<i>Chaetodon</i>	<i>plebeius</i>	chple		Tripterygiidae	sp8	tri8
POMACENTRIDAE				CLINIDAE	Clinidae	sp1	cli1
	<i>Chromis</i>	sp5	chro5	BLENNIDAE			
		<i>viridis</i>	chvir		Blennidae	sp19	ble19
	<i>Chrysiptera</i>	<i>taupou</i>	chtau			sp20	ble20
	<i>Dascyllus</i>	<i>aruanus</i>	daaru			sp21	ble21
	<i>Pomacentrus</i>	<i>adelus</i>	poade		<i>Petroscirtes</i>	<i>lupus</i>	pelup
		<i>amboinensis</i>	poamb			<i>mitratus</i>	pemit
		<i>moluccensis</i>	pomol	ELEOTRIDAE	Eleotridae	sp3	ele3
		<i>nagasakiensis</i>	ponag	GوبيIDAE	<i>Amblygobius</i>	<i>phalaena</i>	ampha
	<i>Stegastes</i>	<i>nigricans</i>	stnig		<i>Gnatholepis</i>	<i>cauerensis</i>	gncau
LABRIDAE				MONACANTHIDAE			
	<i>Bodianus</i>	<i>perditio</i>	boper		<i>Acreichthys</i>	<i>tomentosus</i>	actom
	<i>Cheilinus</i>	<i>chlorourus</i>	chchl	TETRAODONTIDAE			
		<i>trilobatus</i>	chtrb		<i>Canthigaster</i>	<i>benetti</i>	caben
	<i>Cheilio</i>	<i>inermis</i>	chine			<i>valentini</i>	caval

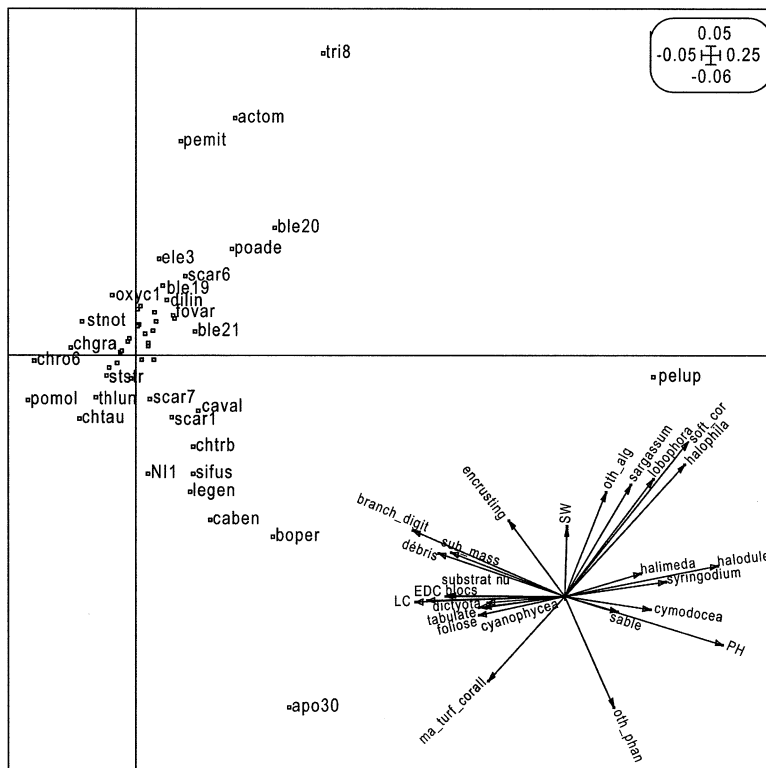


Figure 17 : Analyse de co-inertie entre le tableau environnemental de composition du micro-habitat et le tableau faunistique des captures par piège après élimination de l'effet campagne. Les codes des taxons sont explicités en Annexe 1 ; ceux des taxons faiblement représentés n'ont pas été explicités pour plus de clarté. Les données du micro-habitat sont exprimées en %. PH : phanérogames, LC : corail vivant, SW : algues. EDC : corail mort érodé, Soft\_cor : coraux mous, foliose : corail foliaire, sub\_mass : coraux submassifs et massifs, ma\_turf\_corall : micro-algues et « turf », eroded\_cor : corail mort érodé, branch\_digit : coraux branchus et digités, tabulate : corail tabulaire, encrusting : corail encroûtant, rubble : débris coralliens, oth\_phan : autres phanérogames, oth\_alg : autres algues. Les autres variables correspondent aux différents genres de phanérogames et d'algues.

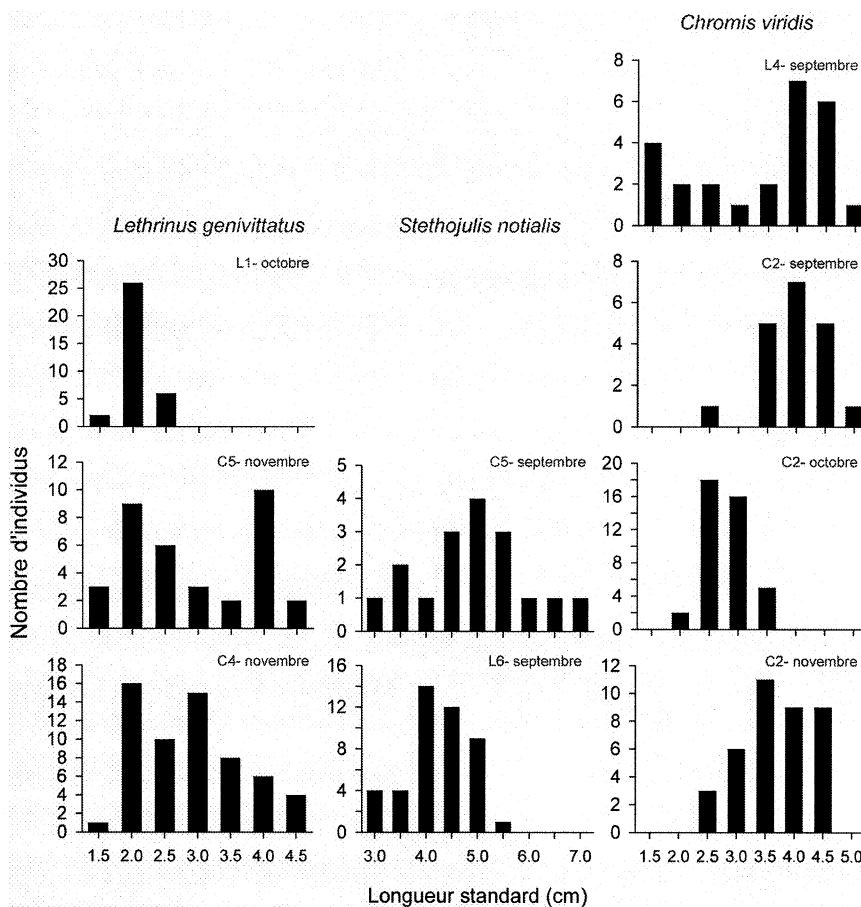


Figure 18 : Abondances (N) par classe de taille (cm) de *Lethrinus genivittatus*, *Stethojulis notialis* capturés à la senne et *Chromis viridis* à la roténone en une même station par campagne.

### 3.3.3 Variabilité spatiale des captures

L'analyse de co-inertie sur les captures par piège après élimination de l'effet campagne a montré un fort degré d'association entre certains taxons et certains facteurs de l'habitat (Figure 17). L'inertie totale est de 90%; l'axe I et II permettant d'expliquer respectivement 63% et 18% de la variabilité totale. *Petroscirtes lupus* montre une très forte contribution sur l'axe I tout comme, sur le plan environnemental, les principaux genres de phanérogames et notamment *Syringodium* et *Cymodocea*. Les autres genres phanérogames ainsi que les fonds sableux semblent être des facteurs structurant des distributions des Labridae (*Bodianus perditio* et *Cheilinus trilobatus*), des Scaridae et des Tetraodontidae. Enfin, Blennidae, Tripterygiidae et Monacanthidae apparaissent davantage associés aux algues et aux coraux mous. Parmi les composantes coralliennes, les coraux digités et branchus ainsi que la fraction corallienne vivante semblent relativement corrélés aux abondances de *Choerodon graphicus*, *Stethojulis notialis* et de plusieurs Pomacentridae.

Les distributions de taille des individus capturés par senne ou roténone montrent des différences à la fois d'une campagne à l'autre mais également d'une station à l'autre, l'amplitude de ces différences étant fonction du taxon considéré (Figure 18). Néanmoins sur seulement trois campagnes il serait délicat de conclure quant à l'importance relative des différences spatiales et temporelles et aux facteurs qui en sont responsables.

### 3.3.4 Analyse des données de comptage

Au total 4582 individus ont été comptés : 3741 adultes, 751 juvéniles et 90 individus indéterminés (appartenance à l'un ou l'autre des deux stades de vie incertaine). La totalité des individus comptés se répartit en 155 taxons appartenant à 68 genres et 22 familles. La richesse spécifique en juvéniles et leur abondance totale se sont avérées maximales dans les biotopes coralliens et se sont accrues au fil des campagnes (Tableau 4). La richesse spécifique apparaît positivement corrélée au pourcentage de corail vivant et négativement corrélée au pourcentage de phanérogames ; l'abondance totale et la richesse spécifique semblent également bien corrélées (Figure 19).

Tableau 4 : Richesse spécifique et abondance totale de juvéniles par station au cours des campagnes de septembre, octobre, novembre et dans les zone coralliennes (corail), les algueraies et les herbiers.

Campagne / Biotope	Richesse spécifique			Abondance totale		
	min	moy	max	min	moy	max
septembre	1	5,1	14	4	15,0	40
octobre	2	6,2	18	2	22,7	73
novembre	2	6,6	14	5	27,7	62
Corail	4	9,0	18	7	25,4	73
Algueraie	1	5,8	10	5	21,4	43
Herbier	2	3,0	6	2	19,2	62

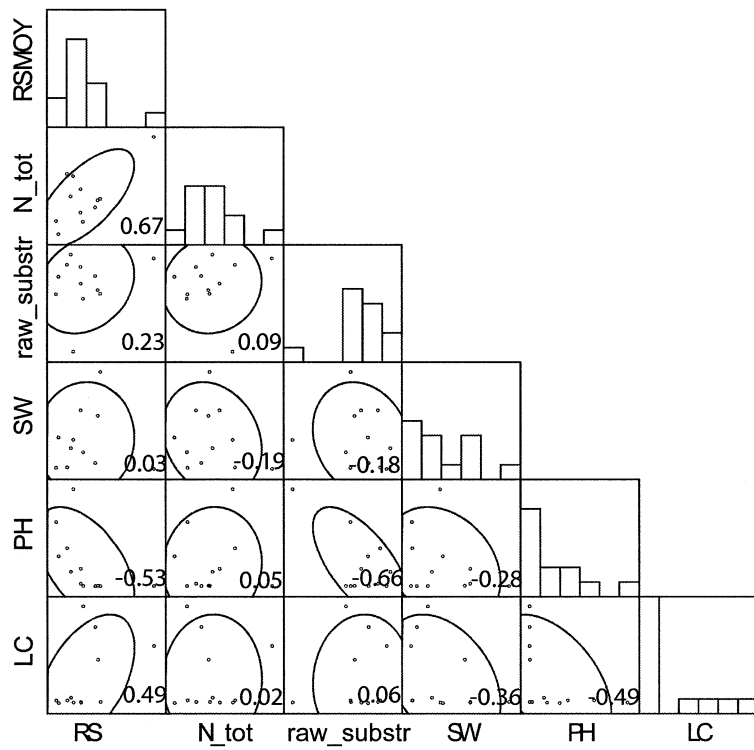


Figure 19 : Matrice des corrélations entre la richesse spécifique (RSMOY) et l'abondance (N\_tot) moyennes par station et les variables synthétiques de description du micro-habitat (raw\_substr : substrat nu, SW : algues, PH : phanérogames, LC : corail vivant). Les valeurs numériques correspondent au coefficient de corrélation de Pearson.



## 4. Discussion

### 4.1 Qualité des données acquises

L'analyse des données du micro-habitat a permis de valider le choix des stations dans le sens où le plan d'ordination était équilibré entre les trois biotopes et où l'effet site (îlot) n'était pas significatif dans le regroupement des stations. Le recouvrement des ellipses, attestant du caractère mixte de certaines stations, était difficile à éviter puisqu'il reflète la réalité biologique d'un continuum dans la composition du micro-habitat ; par ailleurs il peut avoir un effet à part entière (interaction entre les modalités de la variable biotope) sur la distribution des jeunes poissons.

Le croisement des différentes méthodes a tout d'abord permis d'apprécier leur sélectivité respective. Au final 41 taxons ont été à la fois comptés et capturés, 66 ont été capturés sans être comptés et 114 ont été comptés sans être capturés. Parmi les individus capturés, la plupart ne l'ont été que par une seule méthode, les structures artificielles capturant le plus grand nombre de taxons. A Lizard Island (Grande Barrière, Australie), Leis (2002) a capturé au moins 50 espèces de 15 familles avec des structures artificielles semblables ; bien que ces structures étaient disposées en plein eau les résultats ont présenté des similarités avec ceux de la présente étude. Les Monacanthidae ont été abondamment capturés bien que les principaux genres ne vivent pas sur les récifs. Les six familles les plus abondantes étaient, dans l'ordre décroissant : Apogonidae, Pomacentridae, Blennidae, Monacanthidae, Tetraodontidae et Gobiidae. Enfin, le genre *Petroscirtes* a été le plus capturé chez les Blennidae et le genre *Canthigaster* a été le plus capturé chez les Tetraodontidae.

Cependant, bien que la quantité de données soit encore réduite, les observations de terrain tendent à montrer que les juvéniles s'installeraient préférentiellement dans les structures artificielles quand celles-ci offrent des capacités de protection supérieures à celles du milieu environnant. Ceci impose des précautions quant à l'interprétation des distributions des jeunes poissons capturés à l'aide de ces structures : des comparaisons entre biotopes et l'identification des facteurs qui structurent le plus les assemblages sont possible mais tout en considérant que le nombre de taxons capturés et leurs abondances ne représentent pas exactement ce qu'on pourrait trouver dans le milieu.

En ce qui concerne les distributions de tailles dans les captures par senne ou roténone, il faut attendre la fin des campagnes pour savoir les différences seront plus importantes entre campagnes qu'entre sites.

### 4.2 Perspectives d'analyses et protocoles complémentaires

Compte tenu de ces premiers résultats, quatre axes d'analyses peuvent être envisagés. Le premier consistera en une étude de la relation entre les caractéristiques des assemblages et celles de l'habitat grâce à l'utilisation de modèles linéaires généralisés exprimant nombre de taxons de juvéniles et abondances en fonction de l'habitat décrit à plusieurs échelles spatiales d'observation. Cette analyse renvoie à la notion d'habitat essentiel chez les juvéniles installés et utilisera les données de comptages, supposées être la meilleure méthode pour estimer la diversité et les abondances post-installation ; c'est également une



méthode facile à réitérer si des données supplémentaires sont nécessaires pour une généralisation du modèle. Le second axe comportera une analyse de la composition des assemblages de jeunes poissons au stade de l'installation à partir des captures à l'aide des structures artificielles. Une analyse par arbre de régression multivariée permettra au préalable d'identifier les facteurs environnementaux structurant le plus les distributions, et les assemblages de taxons qui en résultent en terme de composition taxonomique. On cherchera ensuite à savoir s'il existe au sein d'un même assemblage des traits communs de vie larvaire (durée de vie pélagique, taille à l'éclosion), de vie juvénile (forme) ; ou de vie adulte (régime trophique, mobilité). Un troisième axe sera d'effectuer, pour trois ou quatre taxons sélectionnés, l'analyse de la relation entre l'abondance des juvéniles à l'installation (données des structures artificielles), la croissance (otolithométrie) et les abondances post-installation (données des sennes, roténonnes ou comptages), par rapport aux facteurs de l'habitat et du micro-habitat. Enfin, pour un ou deux taxons capturés à l'aide de la senne, l'identification de stades ontogéniques sur une base morphologique sera effectuée. Elle permettra de vérifier si des différences d'utilisation de l'habitat ou du micro-habitat au sein des différents stades ontogéniques existent et d'inférer d'éventuelles migrations entre stades successifs.

Le premier et le dernier axe demanderont probablement des données complémentaires de comptages visuels de juvéniles sur des stations différentes pour généraliser le modèle et d'utilisation du micro-habitat à une échelle d'observation plus fine. L'acquisition de ces données est prévue en novembre et en décembre 2006.



## 5. Références citées

- Adams, A. J., Locascio, J. V., & Robbins, B. D. (2004). Microhabitat use by a post-settlement stage estuarine fish: evidence from relative abundance and predation among habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **299**, 17-33.
- Ammann, A. J. (2004). SMURFs: standard monitoring units for the recruitment of temperate reef fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **299**, 135-154.
- Andrews, K. S. & Anderson, T. W. (2004). Habitat-dependant recruitment of two temperate reef fishes at multiple spatial scales. *Marine Ecology Progress Series* **277**, 231-244.
- Armsworth, P. R. (2002). Recruitment limitation, population regulation, and larval connectivity in reef fish metapopulations. *Ecology* **83**, 1092-1104.
- Belwood, D. & Hugues, T. (2001). Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reefs. *Science* **292**, 1532-1534.
- Belwood, D. R. & Choat, J. H. (1989). A description of the juvenile phase colour patterns of 24 parrotfish species (family Scaridae) from the Great Barrier Reef, Australia. *Records of the Australian Museum* **41**, 1-41.
- Bohnsack, J. A. & Bannerot, S. P. (1986). A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. *NOAA technical report NMFS* **41**, 1-15.
- Carr, M. H. & Hixon, M. A. (1995). Predation effects on early post-settlement survivorship of coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* **124**, 31-42.
- Caselle, J. E. (1999). Early post-settlement mortality in a coral reef fish and its effects on local population size. *Ecological Monographs* **69**, 177-194.
- Cocheret de la Morinière, E., Pollux, B. J. A., Nagelkerken, I., & van der Velde, G. (2002). Post-settlement life cycle migration patterns and habitat preference of coral reef fish that use seagrass and mangrove habitats as nurseries. *Estuarine, coastal and shelf science* **55**, 309-321.
- Doherty, P. J. (1991). Spatial and temporal patterns in recruitment. In *The ecology of fishes on coral reefs* (Sale, P. F., ed.), pp. 261-293. London: Academic Press.
- Doherty, P. J. & Williams, D. M. (1988). The replenishment of coral reef fish populations. *Oceanography and Marine Biology: an annual review* **26**, 487-551.
- Dorenbosch, M., Grol, M. G. G., Christianen, M. J. A., Nagelkerken, I., & van der Velde, G. (2005a). Indo-Pacific seagrass beds and mangroves contribute to fish density and diversity on adjacent coral reefs. *Marine Ecology Progress Series* **302**, 63-76.
- Dorenbosch, M., Grol, M. G. G., Nagelkerken, I., & van der Velde, G. (2005b). Distribution of coral reef fishes along a coral reef-seagrass gradient: edge effects and habitat segregation. *Marine Ecology Progress Series* **299**, 277-288.
- Hook, T. O., Rutherford, E. S., Brines, S. J., Mason, D. M., Schwab, D. J., McCormick, M. J., Fleischer, G. W., & DeSorcie, T. J. (2003). Spatially explicit measures of production of young alewives in Lake Michigan : linkage between essential fish habitat and recruitment. *Estuaries* **26**, 21-29.
- Irisson, J. O., LeVan, A., De Lara, M., & Planes, S. (2004). Strategies and trajectories of coral reef fish larvae optimizing self-recruitment. *Journal of Theoretical Biology* **227**, 205-218.
- Jones, G. P., Milicich, M. J., Emslie, M. J., & Lunow, C. (1999). Self-recruitment in a coral reef fish population. *Nature* **402**, 802-804.
- Labrosse, P., Kulbicki, M., & Ferraris, J. (2001). *Comptage visuel de poissons en plongée. Conditions d'utilisation et de mises en oeuvre. Outils pour l'évaluation des ressources récifales, Réat.* Secrétariat de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie).
- Lecchini, D. & Galzin, R. (2003). Synthèse sur l'influence des processus pélagiques et benthiques, biotiques et abiotiques, stochastiques et déterministes, sur la dynamique de l'autorecrutement des poissons coralliens. *Cybium* **27**, 167-184.
- Leis, J., Carson-Ewart, B. M., & Webley, J. (2002). Settlement behaviour of coral-reef fish larvae at subsurface artificial-reef moorings. *Marine and Freshwater research* **53**, 319-327.
- Lévêque, C. (2001). *Ecologie: de l'écosystème à la biosphère*. Paris: Dunod.
- Milicich, M. J. & Doherty, P. J. (1994). Larval supply of coral reef fish populations : magnitude and synchrony of replenishment to Lizard Island, Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series* **110**, 121-134.



- Mora, C. & Sale, P. F. (2002). Are populations of coral reef fish open or closed? *Trends in ecology and evolution* **17**, 422-428.
- Randall, J. E. (2005). *Reef and shore fishes of the South Pacific- New Caledonia to Tahiti and the Pitcairns Islands*. University of Hawaii.
- Risk, A. (1998). The effects of interactions with reef residents on the settlement. *Environmental biology of fishes* **51**, 377-389.
- Sale, P. F. (1991). Reef fish communities: open nonequilibrium systems. In *The ecology of fishes on coral reefs* (Sale, P. F., ed.), pp. 564-598. London: Academic Press.
- Sale, P. F. & Douglas, W. A. (1981). Precision and accuracy of visual census technique for fish assemblages on coral patch reefs. *Environmental biology of fishes* **6**, 333-339.
- Schmitt, R. A. (1999). Essential fish habitat: opportunities and challenges for the next millenium. In *Fish habitat: essential fish habitat and rehabilitation*. (Benaka, L. R., ed.), pp. 3-10. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, Symposium 22.
- Shapiro, D. Y. (1987). Inferring larval recruitment strategies from the distributional ecology of settled individuals of a coral reef fish. *Bulletin of marine science* **41**, 289-295.
- Srinivasan, M. (2003). Depth distributions of coral reef fishes: the influence of micro-habitat structure, settlement, and post-settlement processes. *Oecologia* **137**, 76-84.
- Victor, B. C. (1991). Settlement strategies and biogeography of coral reef fishes. In *The ecology of fishes on coral reefs*. (Sale, P. F., ed.), pp. 231-260. London: Academic Press.
- Webster, M. S. (2002). Role of predators in the early post-settlement demography of coral-reef fishes. *Oecologia* **131**, 52-60.
- Wilson, G. G. (1998). A description of the early juvenile colour patterns of 11 *Lethrinus* species (Pisces: Lethrinidae) from the Great Barrier Reef, Australia. *Records of the Australian Museum* **50**, 55-83.





## 6. Annexes

**Annexe 1 (1 de 4) :** Nombre d'individus de chaque taxon collectés par biotope (A : algues, H : herbier, C : corail), engin de capture (P : piège, R : roténone, S : senne) et par campagne (sep : septembre 2005, oct : octobre 2005, nov : novembre 2005). min(SL) : longueur standard minimale, max(SL) : longueur standard maximale (cm).

Famille	Genre	Espèce	code	A	H	C	P	R	S	sep	oct	nov	min(SL)	max(SL)
SYNDONANTIDAE	<i>Synodus</i>	<i>dermatogenys</i>	syder	0	1	0	0	0	1	0	1	0	4.4	4.4
ANTENNARIDAE	<i>Antennarius</i>	sp1	ante1	1	2	0	3	0	0	0	1	2	0.9	2.6
		sp2	ante2	0	2	0	2	0	0	0	1	1	1.4	2.8
		sp3	ante3	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1.0	1.0
		sp4	ante4	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2.0	2.0
		sp5	ante5	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1.4	1.4
GOBIESOCIDAE	<i>Diademichthys</i>	<i>lineatus</i>	dilin	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3.2	4.2
HOLOCENTRIDAE	<i>Neoniphon</i>	<i>sammara</i>	nesam	0	0	3	0	3	0	0	0	3	5.9	9.8
	<i>Sargocentron</i>	<i>rubrum</i>	sarub	0	0	1	0	1	0	0	0	1	7.6	7.6
SCORPAENIDAE	<i>Dendrochirus</i>	<i>zebra</i>	dezeb	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2.6	2.6
	<i>Scorpaenidae</i>	sp7	scr7	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4.3	4.7
		sp8	scr8	0	0	7	0	7	0	1	6	0	2.8	4.8
SYNGNATHIDAE	<i>Corythoichthys</i>	<i>intestinalis</i>	coint	0	1	0	0	0	1	1	0	0	11.0	11.0
PLATYCEPHALIDAE	<i>Onigocia</i>	<i>bimaculata</i>	onbim	0	1	0	0	0	1	0	1	0	2.2	2.2
	<i>Platycephalidae</i>	sp6	pla6	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2.3	2.3
SERRANIDAE	<i>Cephalopholis</i>	<i>boenack</i>	ceboe	0	0	1	0	1	0	1	0	0	8.7	8.7
	<i>Epinephelus</i>	<i>merra</i>	epmer	0	0	3	0	3	0	1	1	1	9.6	10.6
PSEUDOCROMIDAE	<i>Ogilbyina</i>	<i>salvati</i>	ogsal	0	0	1	0	1	0	1	0	0	3.6	3.6
	<i>Pseudochromis</i>	sp3	psec3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4.0	4.0
PLESIOPIDAE	<i>Plesiops</i>	sp1	ples1	0	0	2	0	2	0	1	0	1	4.2	5.2
APOGONIDAE	<i>Apogon</i>	<i>cyanosoma</i>	apcya	0	0	1	0	1	0	1	0	0	3.5	4.5
	<i>Apogonidae</i>	sp30	apo30	1	39	0	39	0	1	1	0	39	1.7	2.8
		sp31	apo31	28	208	0	210	0	26	26	46	164	1.0	2.5
		sp32	apo32	47	89	0	113	0	23	23	76	37	0.9	2.8
		sp36	apo36	1	9	0	10	0	0	0	0	10	0.9	1.5
	<i>Fowleria</i>	<i>variegata</i>	fovar	3	1	3	4	3	0	2	2	3	2.1	5.2
	<i>Ostorhincus</i>	<i>fuscus</i>	ofus	0	0	2	0	2	0	2	0	0	3.6	4.1
LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>genivittatus</i>	legen	23	149	0	2	0	170	0	70	102	1.8	4.9
NEMIPTERIDAE	<i>Scolopsis</i>	<i>blineatus</i>	scbil	0	0	1	0	1	0	1	0	0	6.8	6.8
MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>ciliatus</i>	pacil	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3.8	4.2
		<i>spilurus</i>	paspi	0	6	0	0	0	6	5	0	1	3.6	5.0
	<i>Chaetodon</i>	<i>lunula</i>	chlun	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3.8	3.8
		<i>plebeius</i>	chple	0	0	4	0	4	0	1	1	2	2.5	5.6
		<i>trifascialis</i>	chtri	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2.5	2.5

**Annexe 1 (2 de 4) :** Nombre d'individus de chaque taxon collectés par biotope (A : algueraie, H : herbier, C : corail), engin de capture (P : piège, R : roténone, S : senne) et par campagne (sep : septembre 2005, oct : octobre 2005, nov : novembre 2005). Min(SL) : longueur standard minimale, max(SL) : longueur standard maximale (cm).

Famille	Genre	Espèce	code	A	H	C	P	R	S	sep	oct	nov	min(SL)	max(SL)		
POMACENTRIDAE	Amphiprion	<i>clarkii</i>	amcla	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2.3	2.3		
		Chromis	<i>sp5</i>	chro5	4	1	0	5	0	0	1	1	3	1.2	1.4	
			<i>sp6</i>	chro6	1	0	29	30	0	0	0	0	30	0.5	2.0	
	Chrysiptera	<i>viridis</i>	chvir	0	0	167	0	167	0	0	45	64	58	1.6	5.3	
		<i>taupou</i>	chtau	0	1	3	3	1	0	0	1	2	1	1.5	5.9	
	Dascyllus	<i>aruanus</i>	daaru	0	0	53	0	53	0	25	25	3	1.3	4.9		
	Pomacentridae	<i>sp25</i>	pom25	0	0	6	6	0	0	0	0	0	6	0.8	0.9	
		<i>adelus</i>	poade	7	3	2	10	2	0	0	0	1	11	1.4	5.0	
	Pomacentrus	<i>amboinensis</i>	<i>amboinensis</i>	poamb	0	0	11	0	11	0	2	9	0	2.0	4.8	
			<i>lepidogenys</i>	polep	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	6.1	6.1
			<i>moluccensis</i>	pomol	0	0	32	3	29	0	0	23	1	8	2.2	6.1
		<i>nagasakiensis</i>	<i>nagasakiensis</i>	ponag	0	0	6	0	6	0	0	2	4	0	2.5	5.4
			<i>obtusirostris</i>	probt	7	305	0	305	0	7	0	0	0	312	1.8	4.5
		<i>nigricans</i>	stnig	0	0	2	0	2	0	0	1	1	0	2.6	4.9	
		<i>neoguinicus</i>	anneo	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1.9	1.9	
Bodianus		<i>perditio</i>	boper	8	13	0	21	0	0	0	8	12	1	1.5	3.4	
		<i>chellinus</i>	chchl	4	2	1	7	0	0	0	3	0	4	3.4	6.9	
Cheilinus		<i>trilobatus</i>	chtrb	1	4	0	3	0	0	2	3	2	0	3.0	5.5	
		<i>inermis</i>	chine	3	2	0	0	0	0	5	2	1	2	3.2	10.9	
Cheilio		<i>graphicus</i>	chgra	4	5	7	16	0	0	0	2	9	5	0.8	3.8	
		<i>batuensis</i>	cobat	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	9.8	9.8	
Halichoeres		<i>melanurus</i>	hamel	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3.9	3.9	
		<i>trimaculatus</i>	hatri	2	0	1	0	1	0	2	2	1	0	4.6	6.9	
Labridae	<i>sp3</i>	lab3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1.9	1.9		
	<i>sp4</i>	lab4	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1.9	1.9		
Oxycheilinus	<i>sp1</i>	oxyc1	2	0	1	3	0	0	0	1	1	1	5.0	5.7		
	<i>enneacanthus</i>	ptenn	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4.7	5.3		
Pteragogus	<i>bandanensis</i>	stban	4	0	0	0	0	0	4	1	3	0	3.8	5.7		
	<i>notialis</i>	stnot	34	102	3	4	1	134	0	100	31	8	1.9	8.1		
Stethojulis	<i>strigiventer</i>	ststr	3	15	2	1	1	18	0	14	5	1	3.5	7.1		
	<i>devisi</i>	sudev	4	7	0	0	0	11	0	1	4	6	1.6	5.8		
Suezichthys	<i>lunare</i>	thlun	0	0	5	2	3	0	0	1	4	0	3.2	5.6		
	<i>lutescens</i>	thlut	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	8.6	8.6		

**Annexe 1 (3 de 4) :** Nombre d'individus de chaque taxon collectés par biotope (A : algueiraie, H : herbier, C : corail), engin de capture (P : piège, R : roténone, S : senne) et par campagne (sep : septembre 2005, oct : octobre 2005, nov : novembre 2005). Min(SL) : longueur standard minimale, max(SL) : longueur standard maximale (cm).

Famille	Genre	Espèce	code	A	H	C	P	R	S	sep	oct	nov	min(SL)	max(SL)		
SCARIDAE	<i>Leptoscarus</i>	<i>vaigensis</i>	levai	1	27	0	0	0	28	22	5	1	2.4	6.4		
		<i>sordidus</i>	scsor	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	2.8	3.4	
	<i>Scarus</i>	sp1	scar1	0	3	0	1	0	2	2	0	3	0	1.6	3.8	
		sp2	scar2	7	11	7	18	0	7	7	6	3	16	2.9	9.7	
		sp3	scar3	2	4	1	2	1	4	4	2	2	3	1.9	4.0	
		sp4	scar4	0	1	2	2	0	1	1	1	0	2	3.1	5.5	
		sp6	scar6	5	1	0	6	0	0	0	0	2	4	1.7	7.8	
		sp7	scar7	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1.5	1.5	
		<i>Parapercis</i>	<i>cylindrica</i>	pacyl	0	0	1	0	1	0	0	1	0	4.1	4.1	
		TRIPTERYGIIDAE	<i>Tripterygiidae</i>	sp11	tri11	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1.5	1.5
sp8	tri8			13	55	15	80	3	0	13	47	23	23	1.1	2.8	
CLINIDAE	<i>Clinidae</i>	sp9	tri9	0	1	1	2	0	0	2	0	0	0	1.5	2.3	
		sp1	cli1	1	1	0	2	0	0	1	1	0	0	1.5	1.9	
BLENNIDAE	<i>Atrosalarias</i>	<i>fuscus</i>	atfus	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2.4	2.4		
		sp19	ble19	1	2	1	4	0	0	2	2	0	0	1.7	1.8	
	<i>Blennidae</i>	sp20	ble20	3	18	9	30	0	0	0	2	23	5	1.6	3.1	
		sp21	ble21	0	10	3	13	0	0	0	0	4	9	1.5	2.8	
		sp23	ble23	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1.6	1.6	
		sp26	ble26	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1.2	1.2	
		sp27	ble27	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1.6	1.6	
		<i>Petrosciartes</i>	<i>lupus</i>	pelup	28	68	9	95	0	10	10	32	63	1.1	11.1	
		ELEOTRIDAE	<i>Eleotridae</i>	<i>mitratus</i>	permit	8	2	1	11	0	0	1	2	8	0.9	4.3
				sp3	ele3	1	1	0	2	0	0	1	0	1	1	1.1
GOBIIDAE	<i>Amblygobius</i>	sp4	ele4	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1.7	2.3		
		<i>phalaena</i>	ampha	0	2	0	0	0	2	0	1	1	1	1.5	2.8	
	<i>Coryphopterus</i>	<i>gracilis</i>	cogra	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3.8	3.8	
		<i>cauerensis</i>	gncau	0	0	4	0	4	0	1	3	0	0	2.6	3.5	
	<i>Gobiidae</i>	sp17	gob17	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1.0	1.0	
		sp18	gob18	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2.5	2.5	
	PTERELEOTRIDAE	<i>Gobiodon</i>	<i>quinquestrigatus</i>	goqui	0	0	1	0	1	0	0	1	0	3.1	3.1	
			<i>puellaris</i>	vapue	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	5.0	5.0
	SIGANIDAE	<i>Valenciennesa</i>	<i>microlepis</i>	pimic	1	0	0	0	0	1	0	1	0	6.0	6.0	
			<i>fuscus</i>	sifus	0	7	0	6	0	1	0	0	0	7	2.5	2.9
MONACANTHIDAE	<i>Acreichthys</i>	<i>tomentosus</i>	actom	9	8	0	17	0	0	0	1	16	1.3	2.8		

**Annexe 1 (4 de 4) :** Nombre d'individus de chaque taxon collectés par biotope (A : algueraie, H : herbier, C : corail), engin de capture (P : piège, R : roténone, S : senne) et par campagne (sep : septembre 2005, oct : octobre 2005, nov : novembre 2005). Min(SL) : longueur standard minimale, max(SL) : longueur standard maximale (cm).

Famille	Genre	Espèce	code	A	H	C	P	R	S	sep	oct	nov	min(SL)	max(SL)
TETRAODONTIDAE	<i>Canthigaster</i>	<i>bernetti</i>	caben	0	4	0	4	0	0	0	1	3	2.0	3.2
		<i>valentini</i>	caval	2	2	1	4	1	0	2	1	2	1.4	2.8
Non identifié	Non identifié	Non identifié	NI1	0	11	0	11	0	0	0	2	9	0.7	3.2
			NI2	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2.0	2.0
			NI4	0	0	1	0	1	0	0	1	0	4.8	4.8
			NI5	0	0	1	0	1	0	0	1	0	3.4	3.5

**ANNEXE 2 : Planche couleur.**

**A :** Image Landsat de l'Ilot Largénère (1 :30°000).

**B :** Photographie aérienne de l'Ilot Canard (1 : 10°000).

**C :** Jeunes *Lethrinus genivittatus* et *Suezichthys devisi* dans un herbier dominé par le genre *Syringodium*.

**D :** Jeune *Lethrinus genivittatus* dans une algueraie de sargasses.

**E :** Piège dans une algueraie de sargasses.

**F :** Jeunes Apogonidae autour d'un piège.

**G :** Relève d'un piège.

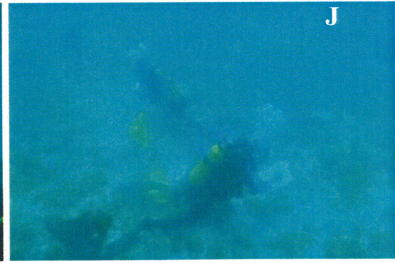
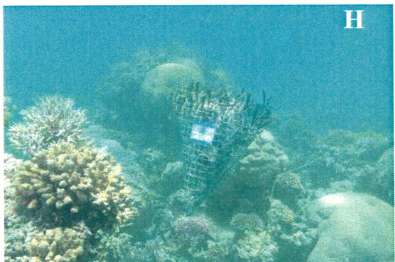
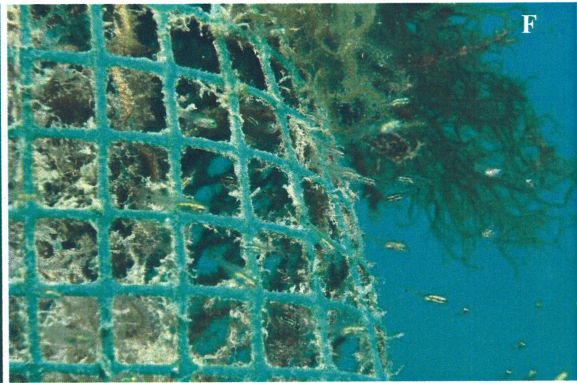
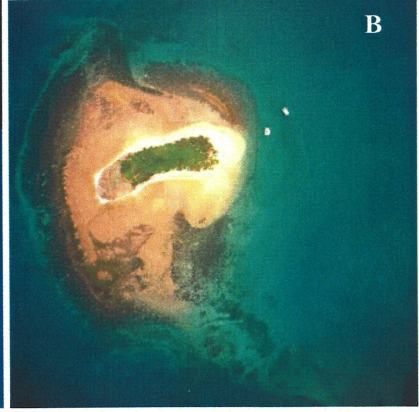
**H :** Piège dans un biotope corallien.

**I :** Trait de senne à collecteur dans un herbier.

**J :** Comptage visuel par point fixe dans une algueraie.

**K :** Jeunes poissons capturés, ramenés en surface et immergés dans de l'alcool.

**L :** Exemple de photographie réalisée pour les identifications (*Dendrochirus zebra*). Chaque intervalle de la réglette correspond à 1mm.







Campaign Day ___/___/___	Site Latitude	Diver	station Longitude
Visibility <input type="text"/> m	Average depth <input type="text"/> m	Tide <input type="text"/>	Wind <input type="text"/>
Location <input type="checkbox"/> islet lagoon <input type="checkbox"/> islet fringing reef <input type="checkbox"/> lagoon floor	geomorphological floor	<input type="checkbox"/> intertidal <input type="checkbox"/> flat <input type="checkbox"/> slope	
Weak Medium Strong	current <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	relief features <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	exposure to dominant winds <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		oceanic influence <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Distance to islet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> seaweed bed	<input type="checkbox"/> seagrass bed	<input type="checkbox"/> coral field	
<input type="text"/> density (1 to 3)	<input type="text"/> density (1 to 3)	<input type="checkbox"/> small coral patches	
<input type="text"/> canopy (cm)	<input type="text"/> canopy (cm)	<input type="checkbox"/> large coral patches	

	Sectors	1 2 3 4											
		1			2			3			4		
	Radius	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Depth (m)												
	Habitability (1 to 4)												
	Topography (1 to 4)												
General coverage	Sand												
	Rubble												
	small boulders (<30 cm)												
	large boulders (>1m)												
	Eroded dead coral, rock												
	Old dead coral in place												
	Bleaching coral												
	(1) Sea weed												
(4) Sea weeds	(2) Phanerogams												
	(3) Live coral												
	Sargassum												
	Dictyota												
	Labophora												
	Hali meda												
	Padina												
(2) Phanerogams	Cyanophyca												
	micro algae, turf, coralline												
	Other:												
	Halophila												
	Halodule uninervis												
(3) Live corals	Cymodocea												
	Syringodium												
	Other:												
	Energetic												
	Submassive												
	Massive												
	Digitate												
	Branching												
100%	Foliose												
	Tabulate												
	Soft corals												

ANNEXE 3 : Fiche utilisée pour la description de l'habitat et du micro-habitat.

## Résumé