



HAL
open science

Maintien des populations de coraux Scléactiniaires en milieu insulaire fragmenté (archipel de la Société, Polynésie française) : influence du recrutement et de la mortalité post-fixation

Lucie Penin

► **To cite this version:**

Lucie Penin. Maintien des populations de coraux Scléactiniaires en milieu insulaire fragmenté (archipel de la Société, Polynésie française) : influence du recrutement et de la mortalité post-fixation. Biodiversité et Ecologie. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2007. Français. NNT : . tel-00743644

HAL Id: tel-00743644

<https://theses.hal.science/tel-00743644>

Submitted on 19 Oct 2012

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

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

Université Paris VI - Pierre et Marie Curie - UFR des Sciences de la Vie

Doctorat

Discipline : Océanologie Biologique

présenté par Lucie PENIN

pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Paris VI

Maintien des populations de coraux Scléactiniaires
en milieu insulaire fragmenté (archipel de la Société, Polynésie française) :
influence du recrutement et de la mortalité post-fixation

Thèse dirigée par : Mehdi ADJEROUD

Soutenue le : 26 février 2007

Jury :

Gustav PAULAY	Rapporteur
Mathieu POULICEK	Rapporteur
Mehdi ADJEROUD	Examineur
Eric FEUNTEUN	Examineur
Paul NIVAL	Examineur
Michel PICHON	Examineur
Eric THIEBAUT	Examineur

A Maurice et Antoinette Vandewæstyne

REMERCIEMENTS

A l'issue de ces trois ans de thèse, je tiens à remercier les personnes qui m'ont aidée et soutenue dans ce travail, et sans qui rien n'aurait été possible.

En tout premier lieu, je tiens à remercier Mehdi Adjeroud, mon directeur de thèse. Merci Chef, pour ta disponibilité, ta confiance, ta rigueur, tes réponses à mes 1001 petites questions, pour m'avoir tiré les oreilles quand il fallait, pour les heures passées à corriger mes articles, mes posters, mes rapports et bien sur cette thèse.

Merci également à René Galzin, Directeur du Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens, et Bernard Salvat, Directeur d'études émérite et ancien Directeur du Laboratoire de Biologie Marine et Malacologie, pour leur accueil au sein de leurs laboratoires, leur soutien, leur disponibilité et leurs nombreux coups de pouce.

Je tiens adresser mes remerciements les plus sincères aux membres du jury pour avoir bien voulu juger ce travail :

Eric Feunteun, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle,

Paul Nival, Professeur à l'Université Paris VI,

Gustav Paulay, Associate Curator of Marine Malacology à l'Université de Floride (USA),

Michel Pichon, Directeur d'études à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes,

Mathieu Poulicek, Chargé de Cours à l'Université de Liège (Belgique),

Eric Thiebaut, Maître de Conférences à l'Université Paris VI.

Un grand merci à tous les chercheurs et personnels du laboratoire, pour leurs nombreux conseils dans des domaines aussi variés que les statistiques, le grammaire anglaise, la systématique des coraux, la gestion des inondations, ou l'informatique, et pour la bonne humeur qu'ils ont su faire régner au labo pendant ces 3 années. Merci en particulier à Bruno Delesalle, Raymonde Lecomte, Muriel Schrimm, Michel Pichon, Philippe Lenfant, Marion Jarraya, Suzanne Mills, Serge Planes, Jean-Pierre Pointier, Jocelyne Blanc, Jean-Luc Maspimby et Rémi Emans.

Merci aux permanents du CRIOBE, Yannick Chancerelle, James Algret et Pascal Ung, pour m'avoir souvent accompagnée en plongée, pour leur aide précieuse en ingénierie et constructions sous-marines variées, et pour tous les bons moments passés ensemble au CRIOBE.

Je voudrais également remercier le personnel du centre IRD de Tahiti, et en particulier le Directeur, Jacques Iltis, pour son accueil, ainsi que Joël Orempuller et Nicolas Maihota pour leur aide précieuse. Grâce à leur connaissance du terrain et leur bonne volonté, l'échantillonnage a toujours été un plaisir, même sous des trombes d'eau.

Merci à Thierry Lison de Loma, pour son aide sur le terrain à Raiatea, et pour avoir bien voulu compter les poissons à Moorea. Merci également à Laëtitia et Teva pour leur bonne humeur et leur accueil.

Je tiens à remercier Andrew Carroll et Peter Harrison, de la Southern Cross University, pour m'avoir initiée au monde (merveilleux ?) des larves de coraux, pour leur accompagnement sur le terrain, et leurs conseils précieux.

Merci à Terry Hughes et Morgan Pratchett pour avoir bien voulu participer à mon comité de thèse, et pour leurs suggestions concernant la stratégie d'échantillonnage.

Merci à Alain Nierga, secrétaire du Master Océanologie Biologique et Environnement Marin pour son aide dans la jungle de l'administration, ainsi qu'à France Ruch, de la commission des thèses, pour sa patience et son aide dans l'organisation de la soutenance.

Un grand merci à François Michonneau, Quentin Manguit, Thibault Rauby et Elodie Rouanet, la « coral (dream) team », pour leur aide sur le terrain et tous les bons moments partagés, à Perpignan, Moorea, ou Huahine. Une spéciale dédicace à François pour ses nombreux conseils et explication concernant le royaume magique des GLM...

Le travail de terrain n'aurait pas été possible sans mes nombreux accompagnateurs de plongée. Merci en particulier à Matthias Vignon, Caroline Vieux, Luc et Tizette Penin, Amanda Meyer, et toutes les autres « petites palmes » du CRIOBE. Merci également à tous les Criobiens rencontrés pendant les missions, pour les bons moments passés à la station.

Merci à Joachim Claudet, Romain Crech'riou, Erwan Roussel, Julie Petit, Aurore Chassanite, Caroline Hervet, Jean-Olivier Irisson, Matthias Vignon, Géraldine Criquet, Anne Haguenaer, Pascal Romans, Bruno Ferrari, Susanna Lopez-Legentil, Vanessa Mesmer, Loïc Thibaut, Ambroise Brenier, Calín Gonzale-Salas, Julien Grignon, Mathieu Juncker, Brice Quenouille, Esther Emanuelli, Nicolas Leclerc, Elisabeth Rochel, Florence Cartault, Fabien Morat, et tous les étudiants (ou assimilé-étudiants) du laboratoire, pour leur bonne humeur, leurs discussions, leur aide, et pour avoir enduré (presque) sans broncher mes blagues nulles...

Merci également à tous mes amis en métropole et à Tahiti, pour leurs coups de fils et leurs emails, qui nous ont permis de rester en contact même à l'autre bout du monde, pour avoir écouté mes bougonages et n'avoir presque pas boudé à la réception de mes emails accompagnés de photos paradisiaques.

Merci Bastien, pour avoir su supporter mes absences répétées pour cause de mission sous les tropiques, ma mauvaise humeur et mon stress de fin de thèse, et pour m'avoir soutenue tous les jours à ta manière.

Je tiens enfin à remercier tout particulièrement ma famille et mes parents. Merci Papa et Maman, pour votre soutien de tous les instants, pour votre aide dans tous les domaines et pour tout le reste. Comme Nicolas, je vous dois tout...

J'oubliais... Merci aux coraux de tout poil qui se sont laissé étudier, ainsi qu'aux raies mantas de Raiatea, aux dauphins de Tahiti, à ma copine la tortue de Vaipahu, et aux baleines à bosse pour leurs visites surprise très agréables. Je ne remercie ni les blocs de 15L trop lourds, ni la murène de la station T6 qui s'est formellement opposée à l'installation de plaques sur son territoire, ni les Balistes verts qui attaquent en période de reproduction, ni les recrues d'*Acropora striata* qui ont boudé mes plaques de terre cuite pourtant très accueillantes.

AVANT PROPOS

Ce programme de recherches doctorales a été effectué au sein de l'UMR CNRS-EPHE 8046¹ « Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens » à Perpignan, et de sa station marine, le Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement (CRIOBE) situé sur l'île de Moorea, en Polynésie française. Créé en 1971, le CRIOBE est une station de terrain qui accueille de nombreux chercheurs français et étrangers. Les principales missions du CRIOBE sont la recherche, fondamentale ou appliquée ; l'information, par l'émission régulière d'articles et d'ouvrages de vulgarisation ; et l'enseignement et la formation, par l'accueil de stagiaires dont le niveau d'études varie de lycéen à doctorant.

La présente étude s'intègre dans les deux principaux axes de recherches de l'UMR 8046, qui sont, d'une part, l'agencement temporel des peuplements et des populations, et, d'autre part, la variabilité des cycles de vie et la biodiversité fonctionnelle en milieu corallien. Elle fait plus précisément partie du programme de recherches « Origine et maintien des populations de coraux : rôle des stratégies reproductives et des processus de dispersion et de recrutement » développé dans le cadre de cette UMR. Ce travail prolonge une étude préliminaire, réalisée au sein du laboratoire au cours de mon stage de DEA (Penin, 2003).

Compte tenu du peu de temps disponible pour le travail de terrain au cours d'un doctorat de 3 ans, certaines données présentées dans ce manuscrit ont été récoltées par des collaborateurs d'horizons divers :

- les données portant sur la variabilité pluriannuelle du recrutement des coraux autour de Moorea sur 5 ans (2000-2006) ont été récoltées par Mehdi Adjeroud, Maître de Conférences à l'EPHE,
- l'estimation du recouvrement en compétiteurs dans les transects-couloirs et sur les plaques de terre cuite ainsi que les comptages de macro-prédateurs benthiques dans les transects-couloirs ont été réalisés par François Michonneau, dans le cadre de son stage de Master Sciences de l'Univers, Environnement et Ecologie, à l'Université Paris VI (Michonneau, 2005),
- les abondances de poissons susceptibles de prédation dans les transects-couloirs autour de Moorea ont été estimées par Thierry Lison de Loma, Ichtyologue chargé d'étude au Service de la pêche de Polynésie française, et au CRIOBE,
- l'estimation des biais d'échantillonnage des recrues a été réalisée par Elodie Rouanet, étudiante en Master Sciences de la Vie de l'EPHE (Rouanet, 2006),
- l'obtention de larves d'*Acropora striata* a été rendue possible grâce à une collaboration avec Andrew Carroll et Peter Harisson, de Southern Cross University, en Australie,

¹ L'UMR CNRS-EPHE 8046 a été convertie en FRE CNRS-EPHE 2935 pour l'année 2006.

- enfin, les données de structure de taille d'*Acropora globiceps*, de *Pocillopora verrucosa* et de *Porites* spp. dont il est fait référence en discussion ont été récoltées par Quentin Mauguit dans le cadre de son stage de fin d'études à l'Université de Liège (Mauguit, 2005).

J'ai entamé l'échantillonnage des adultes et des juvéniles autour de Moorea pendant mon DEA (3 mois de terrain), et je l'ai finalisé au cours des trois années de mon programme doctoral. L'échantillonnage des recrues, des juvéniles et des adultes à multi-échelle spatiale a été réalisé par mes soins, comme l'analyse des quelques 2 000 plaques de terre cuite nécessaires à cette expérience. L'ensemble des manipulations concernant la mortalité des recrues (expériences de retournement et d'encagement) et des juvéniles a également été réalisé par mes soins. Pour cela, j'ai passé environ 11 mois sur le terrain au cours de ces 3 ans de thèse.

J'ai également eu l'occasion de travailler sur des thématiques complémentaires à celle présentée dans ce manuscrit, en collaboration avec des chercheurs du laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens, ou d'autres laboratoires en France et à l'étranger. Les publications et rapports issus de ces activités sont présentés en Annexe 1.



LUCIE AROUND THE WORLD

12 vols viennent d'être annoncés à l'arrivée dans cet aéroport... En observant bien l'accoutrement et les bagages de ces Petites Lucie, tu dois pouvoir deviner où chacune d'entre elles a passé sa dernière mission de terrain

ARRIVEE

LIMA	AP469	KABOUL	AGH381
GENEVE	ZA101	MUNICH	LFZ907
TAHITI	AF270	KINSHASA	AA073
CHAMONIX	AS467	NEW DELHI	IA345
MOSCOU	AFL823	LA HAVANE	CAL196
MEXICO	AM227	TAÏWAN	AT318



SOLUTIONS
 1 NEW DELHI - 2 TAHITI
 3 KABOUL - 4 MOSCOU
 5 MEXICO - 6 KINSHASA
 7 CHAMONIX - 8 LIMA
 9 TAIWAN - 10 MUNICH
 11 LA HAVANE - 12 GENEVE

Modifié d'après Joan (2003) Joue avec la petite Lucie : Lucie around the world. Le petit journal de Spirou 3398 : 17

SOMMAIRE

Chapitre I	Introduction	12
I.1.	Contexte scientifique	13
I.2.	Objectifs généraux.....	21
I.3.	Présentation du milieu	22
I.3.1.	La Polynésie française et les îles de Tahiti, Moorea et Raiatea	22
I.3.2.	Les récifs coralliens des îles hautes de l'archipel de la Société	26
I.4.	Modèle d'étude : les Scléactiniaires	27
Chapitre II	Influence du recrutement sur le maintien des populations de Scléactiniaires	30
II.1.	Objectifs et hypothèses de travail	31
II.2.	Méthodes.....	34
II.2.1.	Analyse pluri-annuelle à l'échelle insulaire	34
II.2.1.1.	Stations d'étude	34
II.2.1.2.	Echantillonnage des recrues, des juvéniles et des adultes	35
II.2.1.3.	Traitement des données	37
II.2.1.4.	Evaluation des biais d'échantillonnage des recrues	38
II.2.2.	Analyse à l'échelle régionale	40
II.2.2.1.	Stations d'étude	40
II.2.2.2.	Echantillonnage des recrues, des juvéniles et des adultes	41
II.2.2.3.	Traitement des données	43
II.3.	Résultats	44
II.3.1.	Analyse pluri-annuelle à l'échelle insulaire	44
II.3.1.1.	Variabilité spatio-temporelle du peuplement de recrues autour de Moorea	44
II.3.1.2.	Variabilité spatio-temporelle du peuplement de juvéniles autour de Moorea	51
II.3.1.3.	Variabilité spatio-temporelle du peuplement d'adultes autour de Moorea	55
II.3.1.4.	Contributions relatives des juvéniles et des adultes dans les assemblages locaux	59
II.3.2.	Relations pluri-annuelles entre les structures spatiales des recrues, des juvéniles et des adultes autour de Moorea	60
II.3.3.	Analyse à l'échelle régionale	71
II.3.3.1.	Variabilité spatiale du peuplement de recrues dans l'archipel de la Société	71
II.3.3.2.	Variabilité spatiale du peuplement de juvéniles dans l'archipel de la Société	78
II.3.3.3.	Variabilité spatiale du peuplement d'adultes dans l'archipel de la Société	83
II.3.3.4.	Contributions relatives des juvéniles et des adultes dans les assemblages locaux	89
II.3.4.	Relations multi-échelles entre les structures spatiales des recrues, des juvéniles et des adultes dans l'archipel de la Société	92
II.4.	Synthèse et discussion.....	112
II.4.1.	Recrutement des coraux Scléactiniaires en Polynésie française	112
II.4.2.	Caractérisation des peuplements juvéniles et adultes	119
II.4.3.	Maintien des populations de Scléactiniaires : influence du recrutement	122

Chapitre III	Influence des événements post-fixation sur le maintien des populations de Scléreactiniaires.....	130
III.1.	Objectifs.....	131
III.2.	Méthodes.....	132
III.2.1.	Estimation de la mortalité des recrues	132
III.2.2.	Estimation de la mortalité des juvéniles	134
III.2.3.	Variabilité spatiale des macro-prédateurs potentiels de recrues et de juvéniles	134
III.2.4.	Evaluation de la compétition s'exerçant sur les recrues et les juvéniles	135
III.2.5.	Influence de l'abondance des prédateurs sur la mortalité des recrues et des juvéniles	136
III.2.6.	Influence de la compétition sur l'abondance des recrues et la mortalité des juvéniles	136
III.3.	Résultats.....	137
III.3.1.	Mortalité par prédation des recrues d' <i>Acropora striata</i> : expérience d'encagement de recrues fixées en aquarium	137
III.3.2.	Mortalité par prédation des recrues : expérience de retournement	138
III.3.3.	Mortalité des juvéniles	139
III.3.4.	Abondance des macro-prédateurs potentiels de recrues et de juvéniles	142
III.3.5.	Intensité de la compétition s'exerçant sur les recrues et les juvéniles	144
III.3.6.	Influence de la prédation par les poissons sur la mortalité des recrues et des juvéniles	146
III.3.7.	Influence de la compétition sur l'abondance des recrues et la mortalité des juvéniles	149
III.4.	Synthèse et discussion.....	151
Chapitre IV	Discussion générale.....	163
Chapitre V	Conclusions et perspectives.....	170
Chapitre VI	Références bibliographiques.....	174
Chapitre VII	Annexes.....	187

Chapitre I

Introduction

I.1. CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Derrière l'image de carte postale qui nous parvient le plus souvent des récifs coralliens, se cachent des caractéristiques originales et une complexité souvent ignorées du grand public. Les récifs coralliens sont en effet caractérisés par une très forte biodiversité, par une grande complexité dans les réseaux trophiques et les interactions biotiques et par une production élevée (Sorokin, 1990 ; Reaka-Kudla, 1996 ; Lesser, 2004). Ces prodigieuses diversité et production sont largement liées à la biologie particulière des principaux bioconstructeurs du récif, les Scléactiniaires hermatypiques et leurs zooxanthelles symbiotiques (Goreau et al., 1979). Les coraux Scléactiniaires représentent un habitat et une source de nourriture pour de nombreuses espèces, ce qui leur confère un rôle clef dans le maintien de la biodiversité du récif (Tanner et al., 1994 ; Lesser, 2004). Une centaine de pays possède des récifs coralliens, parmi lesquels de nombreux pays insulaires émergents, dont les principales ressources dépendent directement des récifs. On estime ainsi que 500 millions de personnes dépendent directement des ressources issues des récifs coralliens (Wilkinson, 2004).

Les Scléactiniaires présentent un cycle de vie benthopélagique, avec une phase larvaire pélagique, ce qui a pour conséquence le fait que leurs populations sont potentiellement ouvertes, comme c'est le cas pour de nombreux organismes marins (Harrison et Wallace, 1990 ; Hughes, 1990 ; Caley et al., 1996 ; Todd, 1998). Ainsi, le maintien des populations de Scléactiniaires dépend de l'arrivée des larves sur le récif, c'est-à-dire du recrutement. La persistance des récifs coralliens dépend donc directement de l'arrivée de nouveaux individus dans les peuplements adultes (Caley et al., 1996).

Le recrutement est, de façon générale, l'addition d'une cohorte de nouveaux individus à une population (Figure 1 ; Sale, 1990). La réalité biologique à laquelle correspond ce terme dépend cependant des auteurs et des taxons auxquels ceux-ci se réfèrent. Cela correspond le plus souvent à l'entrée de nouveaux individus dans une classe de taille définie par l'observateur. Chez les coraux, le terme de recrutement est utilisé, selon les auteurs, pour désigner les processus ayant lieu soit très peu de temps après la fixation et la métamorphose, alors que les colonies ne sont pas visibles à l'œil nu (stade recrue ; Babcock et Mundy, 1996 ; Banks et Harriott, 1996 ; Gleason, 1996 ; Baird et Hughes, 1997 ; Dunstan et Johnson, 1998 ; Hughes et al., 1999 ; Mundy, 2000 ; Kojis et Quinn, 2001), soit au moment où celles-ci sont visibles sur le substrat naturel, ce qui correspond à une taille supérieure au centimètre et à un âge d'au moins 1 an (stade juvénile ; Connell, 1973 ; Bak et Engel, 1979 ; Sakai et Yamazato, 1984 ; Wittenberg et Hunte, 1992 ; Chiappone et Sullivan, 1996 ; Smith, 1997 ; Edmunds, 2000 ; Miller et al., 2000).

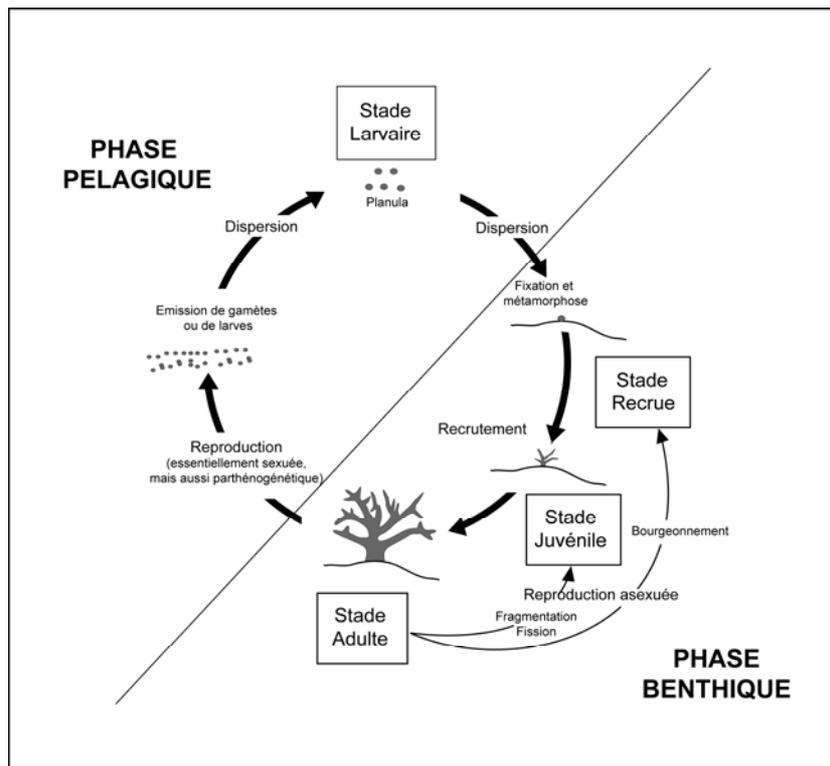


Figure 1 : cycle de vie des coraux. Sauf de rares exceptions, les adultes sont fixés au substrat. La reproduction sexuée conduit à l'émission de larves ou de gamètes. Les larves planulas connaissent alors une phase pélagique puis se fixent au substrat et se métamorphosent, démarrant ainsi leur phase benthique. Après la fixation et la métamorphose, on parle de recrues. Au bout d'un an environ, les colonies atteignent une taille centimétrique et sont appelées juvéniles. Après 3 à 4 ans les colonies sont généralement capables de reproduction sexuée et considérées comme adultes. Les coraux se reproduisent également par voie asexuée.

Le recrutement des Scléactiniaires est influencé par de nombreux facteurs. Avant la fixation (événements pré-fixation), la fécondité des adultes, le taux de fécondation des gamètes, puis les conditions hydrologiques et la prédation par les organismes pélagiques affectent le nombre et le devenir des larves planulas (Sammarco, 1994 ; Hughes et al., 2000 ; Carlon, 2002 ; Harii et al., 2002 ; Vermeij et al., 2006). La fixation est quant à elle conditionnée de façon importante par l'intensité lumineuse, et donc la profondeur (Bak et Engel, 1979 ; Maida et al., 1994 ; Babcock et Mundy, 1996 ; Chiappone et Sullivan, 1996 ; Smith, 1997), les signaux chimiques émis par certains organismes (Morse et al., 1988), et la nature des peuplements en place (Birkeland et Randall, 1981 ; Gleason, 1996). Après la fixation (événements post-fixation), la compétition avec les autres organismes benthiques tels que les algues, les bryozoaires ou les éponges, la prédation par les échinides et les poissons brouteurs ainsi que la sédimentation sont les principaux facteurs de mortalité des jeunes coraux (Sammarco, 1982 ; Rylaarsdam, 1983 ; Wittenberg et Hunte, 1992 ; Tanner, 1995 ; Dunstan et Johnson, 1998 ; Miller et Hay, 1998 ; Gilmour, 1999).

La question de l'importance relative des processus du recrutement au regard des événements ayant lieu après le recrutement (événements post-recrutement) a intéressé de

nombreux écologues depuis les années 80 (Keough, 1988 ; Underwood et Fairweather, 1989 ; Hughes, 1990 ; Carroll, 1996 ; Butler et Herrnkind, 1997 ; Hewitt et al., 1997 ; Caselle, 1999 ; Connolly et Roughgarden, 1999 ; Menge, 2000a ; Armsworth, 2002 ; Frascetti et al., 2002 ; Steele et Forrester, 2002 ; Strathmann et al., 2002 ; Delany et al., 2003). Chez les coraux, si l'importance des fluctuations du recrutement sur la structuration des communautés adultes a pu être mise en évidence au cours de certaines études, notamment sur la Grande Barrière de corail Australienne (GBR ; Caley et al., 1996 ; Connell, 1997 ; Hughes et al., 1999 ; Hughes et Tanner, 2000 ; Mundy et Babcock, 2000), d'autres révèlent une importance prépondérante des événements post-recrutement (Bak et Engel, 1979 ; Rylaarsdam, 1983 ; Connell, 1997 ; Smith, 1997 ; Miller et al., 2000), des conditions du milieu (lumière, température, salinité, facteurs édaphiques ; Adjeroud, 1997), et des perturbations (cyclones, blanchissements coralliens de masse², explosion démographiques de prédateurs ; Fong et Glynn, 1998 ; Adjeroud et al., 2005).

La limitation (ou régulation) par le recrutement (« recruitment limitation » ou « recruitment regulation » en anglais) fait référence à l'idée selon laquelle la densité locale des adultes peut être limitée par l'afflux larvaire. Bien qu'idéalement il faudrait mesurer l'abondance des larves arrivant à un endroit donné, cela est souvent techniquement impossible et il est généralement plus facile de quantifier l'abondance des recrues s'étant déjà installées. Par conséquent, on qualifie le plus souvent les populations de limitées par le recrutement quand l'abondance des adultes dépend directement de l'abondance des recrues (Doherty, 1981 ; Hughes, 1990 ; Jones, 1991 ; Caley et al., 1996). Dans ce cas, la structure du peuplement adulte dépend de la taille et de la composition du pool de recrues car l'apport larvaire n'est pas suffisamment important, ou la mortalité précoce³ des recrues est trop importante pour saturer les ressources du milieu. Ce type de modèle est souvent associé à une mortalité post-recrutement densité-indépendante (Hughes, 1990 ; Doherty et Fowler, 1994), bien que celle-ci ne soit pas une condition obligatoire dans tous les cas (Holm, 1990 ; Caley et al., 1996 ; Chesson, 1998).

A l'inverse, si le recrutement n'est pas limitant, ce sont les événements post-recrutement et le caractère limitant des ressources et de l'espace disponible qui structurent les peuplements adultes. La compétition et la prédation ont dans ce cas été invoquées comme des facteurs de régulation des populations (« competition model », Smith et Tyler, 1972 ; « predation hypothesis », Hixon, 1991).

Ainsi, on peut distinguer deux types de modèles : le modèle de limitation par le recrutement, quand les variations du recrutement ont une influence majeure sur la structuration

² Le blanchissement est un stress physiologique se traduisant par la perte des zooxanthelles symbiotiques et/ou de leurs pigments, le plus souvent en lien avec la température et le rayonnement ultraviolet, et entraînant parfois la mort de la colonie.

³ C'est-à-dire la mortalité intervenant avant que les recrues ne soient échantillonnées.

des populations adultes, et le modèle prédation/compétition quand la prédation et la compétition post-recrutement sont les facteurs prépondérants de structuration des populations adultes. Cependant, ces deux types de modèles ne sont pas forcément antagonistes, ni figés. Par exemple, en milieu tempéré, chez certains organismes des substrats rocheux intertidaux comme les balanes, il a été montré que la limitation par le recrutement a lieu quand celui-ci est faible, alors que la prédation et/ou la compétition ont une influence prépondérante sur la structuration des populations quand le recrutement est fort (Carroll, 1996 ; Todd, 1998). En ce qui concerne les peuplements de poissons, le modèle de la loterie (« lottery model », Sale, 1977) postule que la composition du peuplement ne dépend pas directement de l'afflux larvaire, mais de la compétition interspécifique pour l'espace disponible (ressource limitante, et spatialement et temporellement imprévisible) au moment de l'installation. Ainsi, la composition d'un peuplement serait le résultat d'une loterie dans laquelle aucune espèce ne serait susceptible d'être compétitivement supérieure et donc « sûre de gagner » (Sale, 1977). Chez les coraux, des zones où abondance et taux de recouvrement des adultes sont comparables peuvent présenter de profondes différences en matière de dynamique des populations, tels que des taux de fixation et de survie des jeunes coraux très différents (Hughes et al., 1999).

La connaissance des mécanismes de maintien des populations est primordiale pour une gestion efficace des récifs coralliens. En effet, la gestion des ressources naturelles est plus efficace lorsqu'elle est basée sur les mécanismes gouvernant la dynamique des populations et des peuplements que lorsqu'elle s'appuie seulement sur la surveillance des écosystèmes (Hughes et al., 1999). La variabilité spatiale du recrutement peut avoir des implications sur le taux de recolonisation après perturbation, et les mécanismes de maintien des populations de Scléactiniaires jouent évidemment un rôle important dans la résilience des écosystèmes coralliens (Quinn et Kojis, 2003). L'étude de ces mécanismes est d'autant plus cruciale dans le contexte actuel de l'augmentation des perturbations subies par les récifs (Wilkinson, 2004).

En effet, depuis quelques décennies, les récifs coralliens sont soumis à une augmentation significative de la fréquence et de l'intensité des perturbations naturelles et anthropiques (Wilkinson et al., 1999 ; Hughes et al., 2003 ; Pandolfi et al., 2003 ; Bellwood et al., 2004). Les principales perturbations naturelles sont les phénomènes de blanchissement des coraux (Salvat, 1992 ; Gleason, 1993 ; Hoegh-Guldberg, 1999 ; Penin et al., 2007), les cyclones et tsunamis (Harmelin-Vivien, 1994 ; Goffredo et al., sous presse), les explosions démographiques de prédateurs comme l'étoile de mer corallivore *Acanthaster planci* (Endean et al., 1997), les épizooties d'espèces-clefs (Hughes, 1994 ; Lessios, 2005), les marées anormalement basses (Eakin et Glynn, 1996) et les crises dystrophiques associées aux blooms phytoplanctoniques (Guzman, 1990 ; Adjeroud et al., 2001). La déforestation et le lessivage des sols qui en résulte, les constructions

littorales et les extractions de matériaux provenant du récif qui induisent une hyper-sédimentation, la pollution chimique et les rejets d'eaux usées responsables, notamment, de l'eutrophisation des eaux, ou encore la surpêche sont les principales perturbations d'origine anthropique (Brown et Howard, 1985 ; Grigg et Dollar, 1990 ; Chabanet et al., 2005). La détérioration de la qualité des eaux et le réchauffement climatique global seraient également à l'origine de la prolifération de diverses maladies affectant les coraux (Richardson, 1998).

Les derniers bilans sur l'état de santé des récifs à l'échelle mondiale sont alarmants : 20% des récifs sont détruits, 24% sont dans un état critique et pourraient être détruits dans les prochaines années, et 26% risquent de l'être dans les prochaines décennies (Wilkinson, 2004). Les récifs du Sud-Est asiatique, de Floride, des Caraïbes et des Ryukyu sont particulièrement affectés, notamment par les perturbations d'origine anthropique (Gardner et al., 2003 ; Pandolfi et al., 2003 ; Bellwood et al., 2004 ; Wilkinson, 2004). Les récifs coralliens de Polynésie française n'ont pas été épargnés (Hutchings et al., 1994 ; Adjeroud et al., 2005). Si les dégradations dues aux activités anthropiques y sont plus localisées et beaucoup moins intenses du fait d'une pression démographique moindre (249 200 habitants sur 3 430 km² de terres émergées ; Hutchings et al., 1994), les récifs de Polynésie française ont été, en revanche, affectés par de nombreuses perturbations d'origine naturelle : depuis les années 80, sept épisodes de blanchissement, 15 cyclones et plusieurs explosions démographiques d'*Acanthaster planci* y ont été recensés (Adjeroud et al., 2005).

Ces perturbations engendrent généralement une mortalité importante, parfois massive, des coraux Scléactiniaires et, directement ou indirectement, de nombreux autres organismes du récif (Grigg et Dollar, 1990 ; Adjeroud et al., 2002 ; Bellwood et al., 2004 ; Adjeroud et al., 2005). Certaines perturbations physiques conduisent à une dégradation des habitats, qui affecte par conséquent la biodiversité générale du récif (Chabanet et al., 2005). Enfin, lorsqu'elles sont intenses ou fréquentes, les perturbations naturelles et anthropiques peuvent provoquer une modification de la structure et du fonctionnement des communautés récifales, et conduire à un déséquilibre de l'écosystème (Done et Potts, 1992 ; Knowlton, 1992). Ces déséquilibres se manifestent, par exemple, par une transition rapide (quelques années) d'un écosystème dominé par les coraux à un écosystème dominé par les algues (« phase shift » ; Hughes, 1994 ; Scheffer et al., 2001 ; Scheffer et Carpenter, 2003). A terme, ces déséquilibres entraîneraient une réduction de la productivité et des capacités de résistance des récifs (Carr et al., 2002 ; Kiessling, 2005 ; Wooldridge et al., 2005).

Dans ce contexte, et dans une optique de gestion des récifs coralliens, il semble indispensable de mieux comprendre comment les populations de Scléactiniaires se maintiennent. Cela passe nécessairement par l'étude du recrutement, de la mortalité post-fixation, et des

relations liant ces processus à la structure des populations, et plus largement, des peuplements adultes.

Dans la mesure où la plupart des études portant sur le recrutement des coraux ne traitent que du stade recrue ou que du stade juvénile (voir cependant Rylaarsdam, 1983), l'importance des événements ayant lieu quelques mois après la fixation (stade recrue) au regard de ceux ayant lieu au cours des quelques années précédant la maturité sexuelle (stade juvénile) reste méconnue et mérite d'être examinée. En outre, les différents taxons présentant des traits d'histoire de vie et des stratégies reproductives variables (Bak et Engel, 1979 ; Chiappone et Sullivan, 1996), il importe de les analyser séparément.

Des processus biologiques et physiques différents prévalent en fonction des échelles considérées (Hughes et al., 1999). Par conséquent, les études menées uniquement à petite échelle ne fournissent qu'un aperçu limité des processus intervenant à l'échelle régionale ou locale, et inversement, les études conduites seulement à grande échelle ne permettent pas toujours de comprendre les processus locaux. Il semble donc important de considérer plusieurs échelles spatiales de façon à mieux définir à quelles échelles spatiale (locale, insulaire, régionale) et temporelle (annuelle, pluri-annuelle) les relations entre recrutement et structure des populations adultes interviennent, et de pouvoir ainsi proposer des mesures de gestion adaptées.

De nombreux travaux portant sur le recrutement des Scléactiniaires ont été menés sur la Grande Barrière de Corail, en Australie (GBR ; Connell, 1973 ; Sammarco, 1980 ; Maida et al., 1994 ; Babcock et Mundy, 1996 ; Banks et Harriott, 1996 ; Baird et Hughes, 1997 ; Hughes et al., 1999, 2000 ; Hughes et Tanner, 2000 ; Mundy, 2000). A l'inverse, si la variabilité spatio-temporelle des communautés adultes de coraux est relativement bien documentée sur Moorea (Chevalier et Küllhman, 1983 ; Bouchon, 1985 ; Adjeroud, 1997 ; Adjeroud et al., 2002), très peu d'études sur le recrutement des coraux ont été menées en Polynésie et dans le Pacifique central. La seule étude publiée à ce jour en Polynésie française est une étude préliminaire portant sur l'influence du type de substrat sur le recrutement (Gleason, 1996). Par ailleurs, aucun phénomène de ponte en masse n'a été observé en Polynésie française, contrairement à la GBR (Carroll et al., 2006). Cela a probablement pour conséquence un fonctionnement différent des populations entre ces deux régions. En outre, aucune étude portant sur les facteurs de mortalité des stades recrue et juvénile dans cette région n'a été publiée jusqu'alors. Enfin, les récifs coralliens de Polynésie française ont la particularité de présenter une diversité relativement faible, ce qui fait d'eux des écosystèmes moins complexes, et donc plus faciles à étudier que ceux de la GBR.

Les seules études portant sur l'importance des processus du recrutement dans le maintien des populations à multi-échelles spatiales (de quelques dizaines à plusieurs centaines de

kilomètres) ont été menées sur la GBR (Hughes et al., 1999) et sur la Barrière de Corail Mésoaméricaine (MBRS ; Ruiz-Zárate et Arias-González, 2004). Ces deux systèmes récifaux sont constitués d'un continuum de récifs sous influence continentale. Aucune étude de ce type n'a été menée ni dans le Pacifique central, ni en milieu insulaire fragmenté. La Polynésie française a la particularité d'être très éloignée de tout continent (plus de 6000 km de l'Australie et du continent américain) et d'être composée de nombreuses îles réparties sur un territoire immense et séparées par l'océan profond, ce qui fait d'elles le siège de nombreuses populations fractionnées. Ces caractéristiques originales en font une zone particulièrement intéressante pour l'étude de la dynamique des populations en milieu fragmenté.

Depuis 2000, un programme traitant du recrutement des coraux en Polynésie française est mené par notre laboratoire (Adjeroud, 2006a; Adjeroud et al., 2007). Les premiers résultats mettent en évidence une forte saisonnalité et une variabilité qualitative et quantitative du recrutement en fonction de la localisation et de la profondeur (Lagouy, 2003 ; Adjeroud, 2006a). Par ailleurs, une étude préliminaire a montré de fortes homologues entre les peuplements de juvéniles et d'adultes, qui diffèrent qualitativement et quantitativement des peuplements de recrues, à l'échelle de la station d'étude (100 m²) et sur une année, alors qu'à l'échelle insulaire (entre différents sites éloignés de quelques kilomètres), des correspondances plus fortes entre les peuplements de recrues, de juvéniles et d'adultes ont pu être mises en évidence (Penin, 2003 ; Penin et al., sous presse). Il est donc probable qu'à petite échelle spatiale, la structure des populations adultes soit essentiellement gouvernée par les événements post-fixation (prédation et/ou compétition benthiques), alors qu'à plus grande échelle, le recrutement pourrait être limitant. En outre, les disparités relevées entre les différentes familles de coraux soulignent l'importance des traits d'histoire de vie dans l'étude des modalités du recrutement et des processus impliqués dans le maintien des populations.

Les coraux étant des organismes à longue durée de vie, les populations adultes sont le résultat de plusieurs épisodes successifs de recrutement. Les relations entre recrutement et structure des populations adultes ne sont donc peut être pas décelables à l'échelle d'une seule année d'étude. Cela est d'autant plus probable que le recrutement des coraux peut varier d'une année sur l'autre, et il n'est pas impossible que le maintien des populations soit lié en grande partie à des épisodes sporadiques de très fort recrutement, qui créeraient un effet de stockage (« storage effect », Warner et Chesson, 1985). Il apparaît donc judicieux d'étudier les variations du recrutement à plusieurs échelles de temps et d'espace, de façon à établir si les événements post-fixation ont effectivement une influence majeure dans la structuration des populations à petite échelle, si une limitation par le recrutement peut avoir lieu à mésoéchelle, et si la structure actuelle des populations est liée à l'accumulation de plusieurs épisodes successifs de recrutement.

De plus, il semble primordial d'examiner les principaux facteurs de mortalité ayant lieu au cours des premières années de la vie benthique des coraux, à savoir la prédation et la compétition benthiques. Ces facteurs, qui sont connus pour influencer la distribution des organismes dans de nombreux écosystèmes (Russ, 1980 ; Gosselin et Qian, 1997), et qui semblent être en grande partie responsables de la structuration des communautés coralliennes à petite échelle à Moorea, sont très mal connus à l'heure actuelle.

Les stades recrue et juvénile étant caractérisés par des tailles différentes, il est probable que les types de prédation et de compétition qui s'exercent sur ces deux stades diffèrent. Il importe donc de caractériser séparément les facteurs de mortalité des recrues et ceux des juvéniles. De plus, les différents taxons présentent des traits d'histoire de vie variables, susceptibles d'entraîner des différences en terme de maintien des populations. Ces taxons doivent par conséquent être analysés séparément dans la mesure du possible.

I.2. OBJECTIFS GENERAUX

Dans le contexte scientifique précédemment évoqué, deux objectifs principaux ont été définis pour ce programme doctoral. Dans un premier temps, il s'agit d'évaluer l'influence des fluctuations du recrutement sur la structuration et le maintien des peuplements. Dans un second temps, il s'agit de caractériser la prédation et la compétition subies par les stades recrue et juvénile, dans le but de préciser leur rôle dans le maintien des populations.

Le premier objectif est l'objet du Chapitre II. Les structures spatiales des recrues, des juvéniles et des adultes ont été caractérisées et comparées à l'échelle de Moorea sur plusieurs années et à l'échelle de l'archipel de la Société sur une année de façon à appréhender l'impact des fluctuations du recrutement sur les stades juvéniles et adultes à plusieurs échelles spatiales et temporelles.

En outre, plusieurs taxons aux traits d'histoire de vie différents ont été considérés séparément, de manière à évaluer l'importance de ces traits d'histoires de vie sur les mécanismes de maintien des populations.

Le second objectif est l'objet du Chapitre III. De façon à estimer l'influence des pressions de prédation et de compétition sur le maintien des populations coralliennes, la variabilité spatiale des prédateurs et compétiteurs potentiels de recrues et de juvéniles a été caractérisée. En parallèle, l'intensité et la variabilité spatiale de la mortalité de ces deux stades ont été quantifiées, d'une part, pour estimer si l'intensité de ces pressions est suffisamment importante pour influencer la structuration des populations adultes, et d'autre part, pour identifier les organismes principalement responsables de la prédation et de la compétition s'exerçant sur les recrues et les juvéniles.

Les stades recrue et juvéniles ont été considérés séparément de façon à estimer l'importance relative des événements ayant lieu au cours des premières semaines de la vie benthique au regard de ceux ayant lieu au cours des mois et des années suivant la fixation.

I.3. PRESENTATION DU MILIEU

I.3.1. La Polynésie française et les îles de Tahiti, Moorea et Raiatea

La Polynésie française est un Pays d'outre-mer (P.O.M) regroupant 118 îles réparties dans l'Océan Pacifique central. Les terres émergées ne représentent que 3 430 km² (soit la moitié de surface de la Corse), mais sont entourées de 12 800 km² de récifs coralliens et dispersées sur environ 5 millions de km², c'est-à-dire sur un territoire grand comme l'Europe (Figure 2). La Polynésie française est située à plus de 6 000 km de tout continent et à 16 000 km de la métropole. On y trouve deux types d'îles : les îles hautes volcaniques, telles que Tahiti, Moorea ou Raiatea, et les atolls, comme Rangiroa ou Tetiaroa. La Polynésie française est composée de cinq archipels : les Marquises, les Tuamotu, la Société, les Gambier et les Australes.

L'archipel de la Société, de loin le plus peuplé, est composé des îles du Vent à l'est : Tahiti, Moorea, Maiao, Mehetia et Tetiaroa et des îles Sous le Vent à l'ouest : Raiatea, Bora Bora, Huahine, Tahaa, Maupiti, Tupai, Mopelia, Manuae et Motu One (Figure 2). Au cours de ce programme doctoral, trois îles de l'archipel de la Société ont été étudiées : Tahiti, Moorea et Raiatea.

L'île de Tahiti est la plus grande (1 045 km²) et la plus haute (2 235 m) des îles de Polynésie française. Elle est également de loin la plus peuplée, avec environ 165 000 habitants. Elle est composée d'une grande île, au nord, nommée Tahiti nui, et d'une presqu'île, au sud, Tahiti iti. Papeete, au nord de l'île principale, est la capitale administrative du Pays.

Deuxième île de Polynésie par sa population, Moorea n'est située qu'à 17 km de Tahiti. D'une superficie de 132 km², elle culmine à 1 207 m (mont Tohica) et compte environ 18 000 habitants localisés, pour la plupart, le long de ses 61 km de côte. De forme à peu près triangulaire, elle possède six baies dont deux profondes : les baies de Cook et d'Opunohu, au nord de l'île.

Distante d'environ 200 km de Tahiti, Raiatea est le chef lieu administratif des îles Sous le Vent. C'est une île de 170 km², culminant à 1 017 m et peuplée d'environ 12 000 habitants. Elle a la particularité de partager le même lagon que l'île de Tahaa, au nord. Cette île, à la côte très découpée, comprend de nombreuses baies.

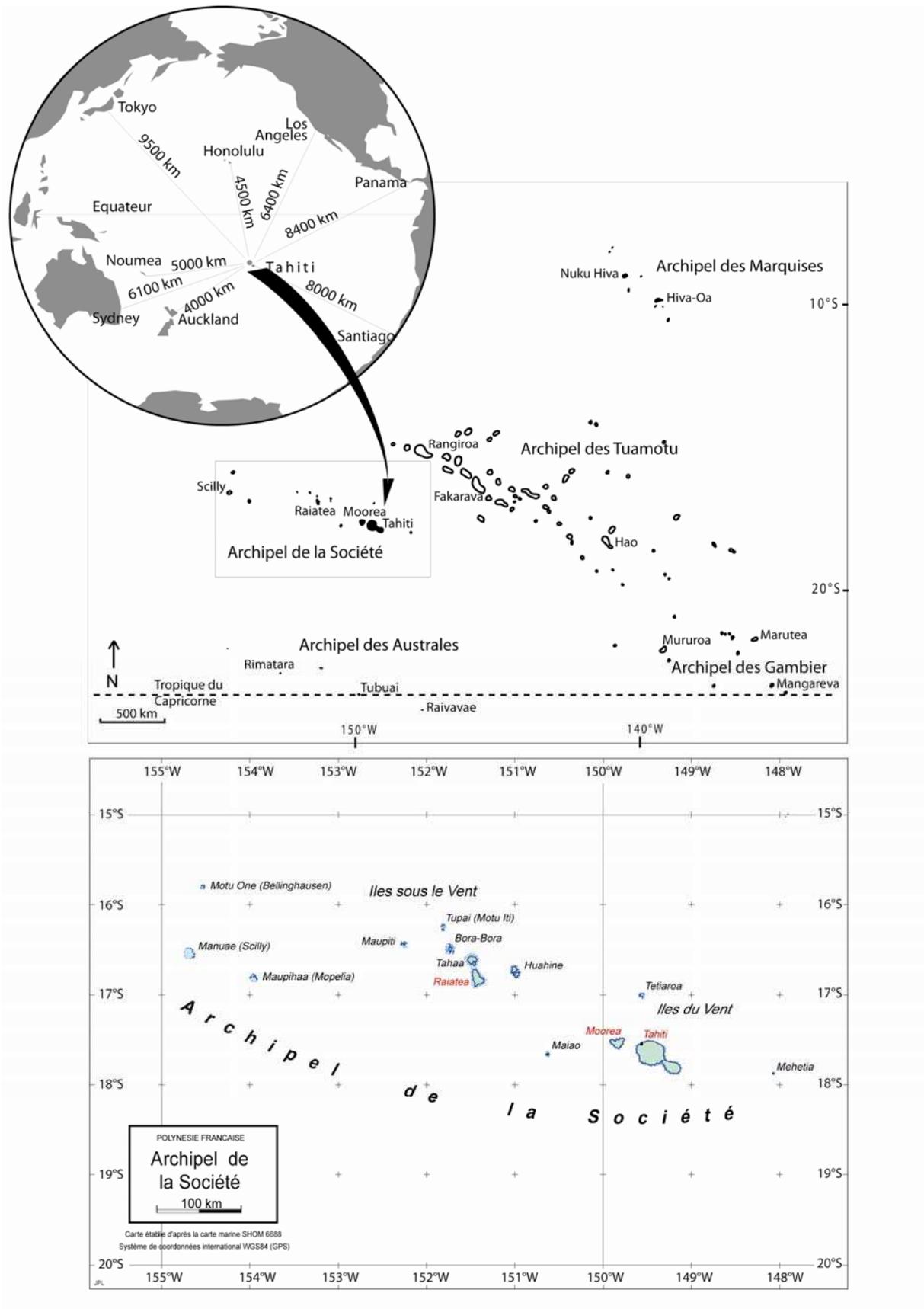


Figure 2 : localisation de la Polynésie française dans le Pacifique (en encart), carte des cinq archipels, et de l'archipel de la Société.

Le climat de l'archipel de la Société est tropical de type maritime humide (Laurent et al., 2004). Le cycle annuel y est bien marqué, et on y distingue deux saisons : la saison chaude, ou été

austral, de novembre à avril, qui coïncide avec une hygrométrie particulièrement élevée, et la saison fraîche, ou hiver austral, de mai à octobre, qui correspond à une période de moindre humidité. Les côtes exposées aux alizés et les sommets sont particulièrement arrosés, les précipitations aux sommets des îles pouvant atteindre 8 m d'eau par an. Les températures moyennes mensuelles varient entre 25,9 et 28,3°C.

Les alizés soufflent toute l'année avec une grande régularité et une vitesse moyenne de l'ordre de 25 km. h⁻¹. La majeure partie du temps, la Polynésie est soumise aux alizés de nord-est pendant la saison chaude, et de sud-est (Mara'amu) pendant la saison froide. En saison chaude, le passage de perturbations se traduit le plus souvent par un régime de vent de secteur ouest. Les courants de surface des régions tropicales et subtropicales ont surtout pour origine l'action mécanique du vent (Laurent et al., 2004). La circulation des courants océaniques est alors similaire à la circulation atmosphérique. Les courants de surface du Pacifique sud sont présentés en Figure 3. Il faut cependant noter que près des côtes, les courants sont largement perturbés. Ainsi, à proximité immédiate des îles, les courants sont généralement orientés parallèlement à la côte. Les courants profonds restent quant à eux largement méconnus (Laurent et al., 2004).

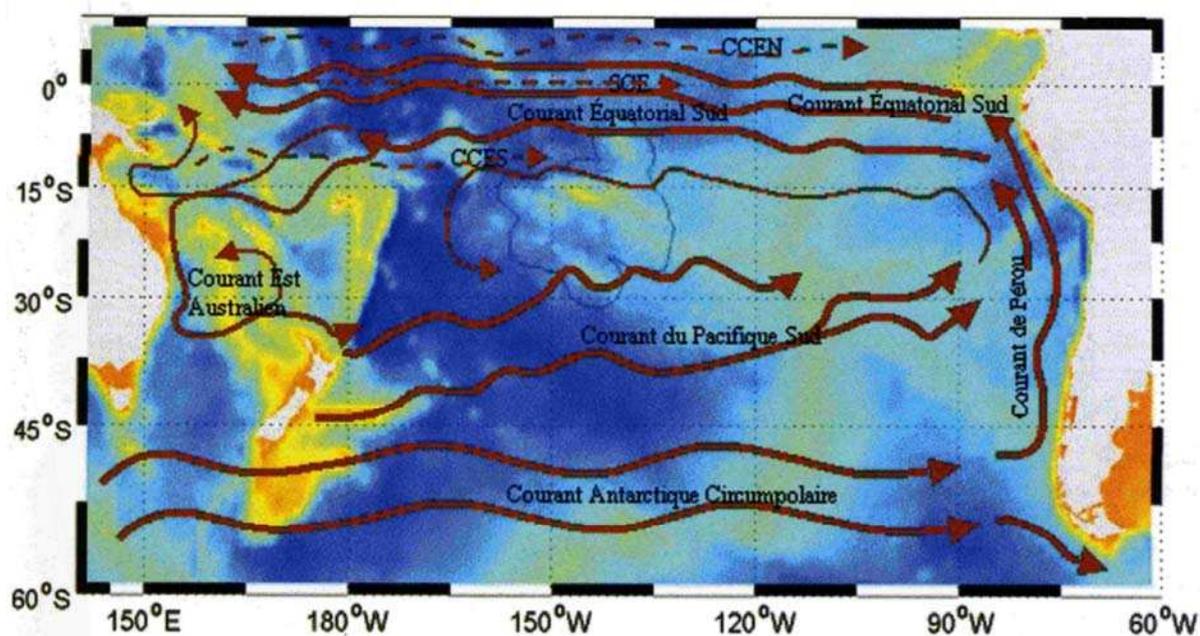


Figure 3 : courants océaniques de surface du Pacifique Sud. Le gradient de couleur correspond à la bathymétrie. SCE : sous courant équatorial. CCEN : contre courant équatorial nord. CCES : contre courant équatorial sud. D'après Laurent et al., 2004.

Il existe trois types de houles en Polynésie française. Les houles d'alizés sont générées toute l'année par les alizés. Ces vents étant généralement modérés, les houles ainsi formées ont une hauteur faible (le plus souvent inférieure à 2 m) et sont de secteur nord-est à sud-est. Les houles de dépressions lointaines sont issues de dépressions polaires ou subtropicales de l'hémisphère sud ou de l'hémisphère nord. Les houles de dépression de secteur nord sont particulièrement

fréquentes entre décembre et février, et de hauteur généralement modérée, alors que les houles de dépression de secteur sud à sud-ouest sont plus persistantes au cours de l'année, et caractérisées par des hauteurs importantes (entre 2 et 4 m). Les houles cycloniques, enfin, sont produites par des phénomènes cycloniques approchant la Polynésie française. Elles sont par conséquent peu fréquentes. La direction de ces houles dépend de la direction du cyclone, et peut atteindre jusqu'à 8 m. Une rose des houles de Tahiti est présentée en Figure 4.

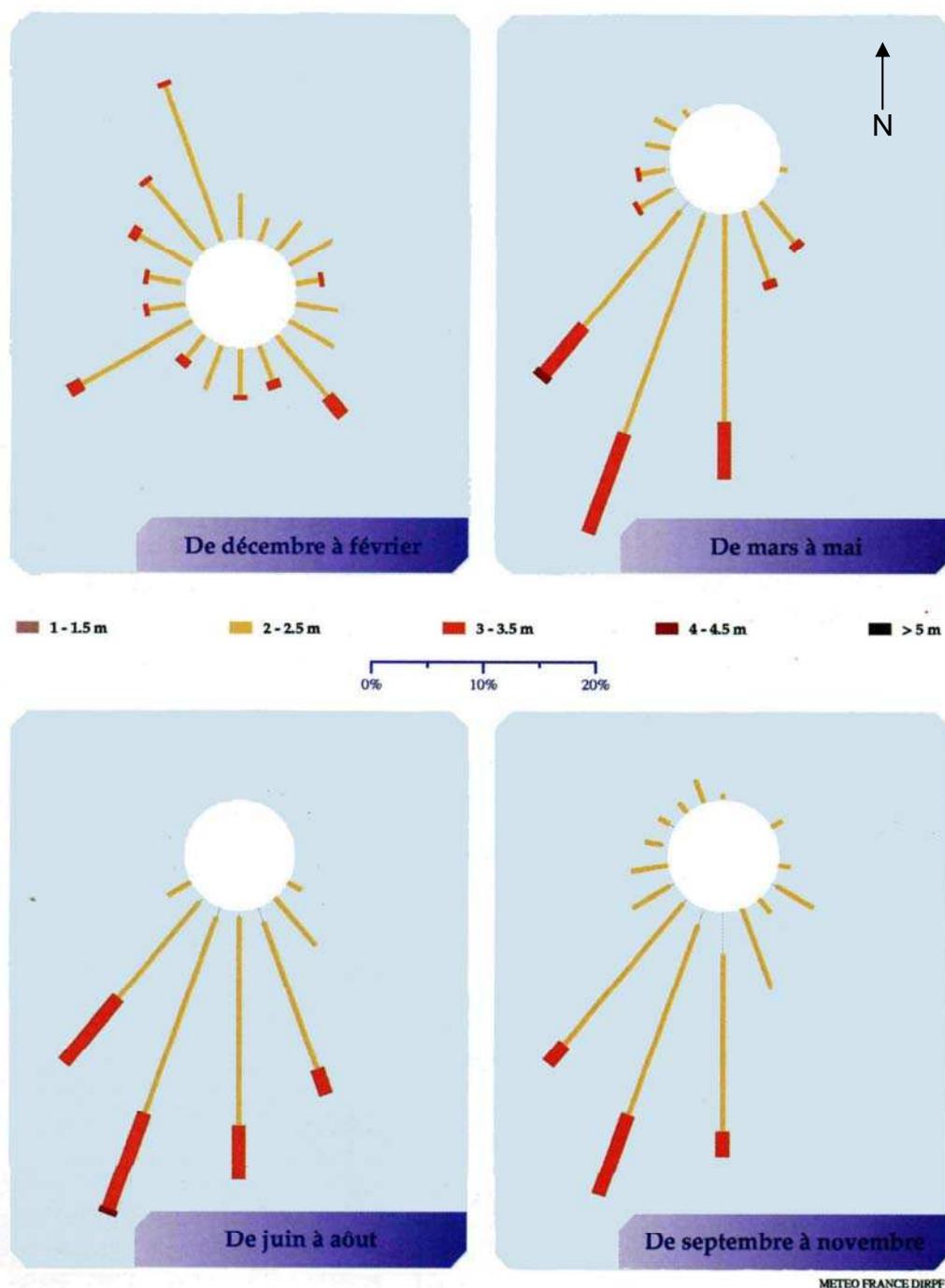


Figure 4 : roses de houle de Tahiti, période 2001-2003. D'après Laurent et al., 2004. Données Météo France.

I.3.2. Les récifs coralliens des îles hautes de l'archipel de la Société

Les récifs des îles hautes de l'archipel de la Société sont composés des quatre principales unités géomorphologiques suivantes : un récif frangeant, un chenal, un récif-barrière et une pente externe océanique (Battistini et al., 1975 ; Figure 5).

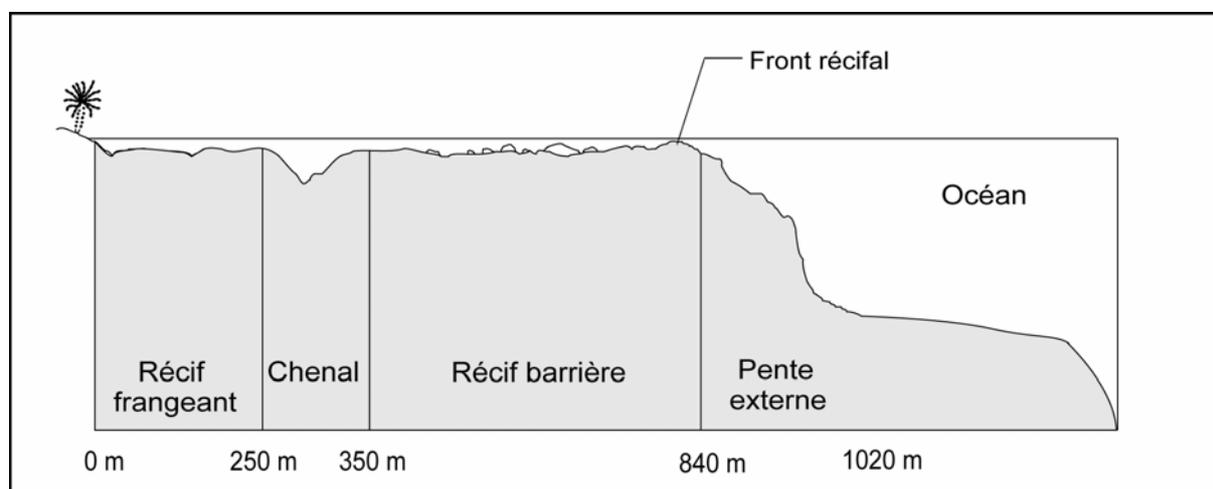


Figure 5 : principales unités géomorphologiques du récif de Tiahura, île de Moorea. D'après Battistini *et al.* (1975).

Le récif frangeant est généralement peu profond et débute près de la côte. C'est une zone directement soumise aux apports terrigènes, ce qui explique la faible diversité corallienne que l'on y observe. Le chenal correspond à une dépression de quelques mètres de profondeur. Il sépare le récif frangeant du récif-barrière. Le récif-barrière est constitué d'un platier récifal immergé sous quelques dizaines de centimètres à quelques mètres d'eau et se termine, côté océan, par une bande étroite de récif (10 à 20 m de large) nommée front récifal, où déferlent les vagues océaniques. L'ensemble formé par le récif frangeant, le platier du récif-barrière et le chenal est généralement appelé lagon, bien qu'il s'agisse d'un abus de langage, le lagon étant spécifique aux atolls.

Le récif-barrière est, à certains endroits, entrecoupé de passes où le passage en bateau est possible. A travers ces passes s'exerce un courant habituellement sortant, évacuant vers l'océan l'eau qui s'introduit dans le lagon lors du déferlement des vagues océaniques sur le front récifal.

La pente externe océanique présente différentes zones (Battistini et al., 1975). Contre le front récifal, on distingue une plate-forme rainurée supérieure prolongée par une zone de contreforts et vallons puis d'éperons et sillons orientés perpendiculairement au front récifal. Les contreforts et les éperons sont des zones de forte densité corallienne, alors que les vallons et les sillons sont recouverts d'accumulations sédimentaires plus ou moins grossières. Au delà d'une trentaine de mètres de profondeur, les éperons et sillons se terminent, alors que débute une plaine sableuse.

I.4. MODELE D'ETUDE : LES SCLERACTINIAIRES

Les coraux ont un cycle de vie benthopélagique (Figure 1). Les adultes sont le plus souvent fixés au substrat et peuvent se reproduire de façon sexuée ou asexuée (Connell, 1973). Dans le cadre de la reproduction sexuée, les adultes peuvent être hermaphrodites ou gonochoriques. Ils peuvent émettre des gamètes dans le milieu, auquel cas la fécondation sera externe (coraux dits « broadcast spawners »), ou pratiquer une fécondation interne, à l'intérieur du polype contenant le gamète femelle (coraux dits « brooders »). Dans ce cas, ce sont des larves planulas et non des gamètes qui sont libérées dans le milieu. Le mode de reproduction sexuée (« brooder » vs. « broadcast spawner ») est généralement un critère spécifique, mais certaines espèces sont cependant connues pour présenter ces deux modes de reproduction sexuée en fonction des localités (Harrison et Wallace, 1990). La reproduction asexuée peut avoir lieu par fragmentation, par bourgeonnement ou par émission de larves parthénogénétiques (Harrison et Wallace, 1990). L'importance relative des reproductions sexuée et asexuée peut varier, chez une même espèce, avec la localisation géographique des populations (Ayre et al., 1997). La fécondité des coraux est variable selon les espèces, mais aussi selon l'âge, la taille des colonies et les conditions environnementales (Hughes et al., 2000 ; Omori et al., 2001).

Les larves de coraux, qu'elles soient issues d'une fécondation interne ou externe, ou même d'une reproduction parthénogénétique, vont connaître une phase pélagique plus ou moins longue. Cette phase pélagique est sans aucun doute la partie la moins connue du cycle de vie des coraux. Les rares études entreprises montrent une grande variation des durées de vie larvaires au sein et entre les espèces examinées, notamment en lien avec les conditions environnementales (de quelques heures à plusieurs mois ; Harrison et Wallace, 1990 ; Edmunds et al., 2001 ; Carroll, données non publiées). De plus, la durée de vie larvaire estimée en laboratoire n'est pas toujours corrélée à l'échelle spatiale de dispersion en milieu naturel. Des larves à faible durée de vie sont capables de se fixer sur des débris flottants et pourraient ainsi parcourir 40 000 km en plein océan (Jokiel, 1984). Inversement, il existe des courants locaux capables de retenir les larves à proximité du récif source, ce qui limite par conséquent leur dispersion, même si celles-ci ont des durées de vie importantes (Black, 1993).

Au cours de ce travail, trois stades de la vie benthique des Scléactiniaires ont été distinguées et étudiés : les stades adulte, juvénile et recrue. Les colonies sont définies comme adultes lorsqu'elles sont capables de reproduction sexuée, ce qui correspond habituellement à une taille supérieure à 5 cm (Figure 6 ; Harrison et Wallace, 1990). Les adultes sont coloniaux (exception faite de certains Fungiidae) et présentent un très grand nombre de polypes (le plus souvent supérieur à 100). Leur croissance est moins rapide que celle des recrues et des juvéniles,

et peut même être négative car ils sont sujets à une mortalité partielle fréquente (Hughes, 1996). A l'inverse, le taux de mortalité totale des colonies adultes est moindre que celui des recrues et des juvéniles.

Les juvéniles sont des colonies de taille centimétrique et donc observables *in situ*, mais non encore matures sexuellement. Ils sont âgés de quelques mois à quelques années et présentent un nombre important de polypes (le plus souvent supérieur à 10). Leur croissance est rapide, et ils subissent généralement une mortalité totale d'intensité intermédiaire entre celle des adultes et celle des recrues.

Les recrues se caractérisent par une taille millimétrique, et sont le plus souvent cryptiques (Brock, 1979 ; Carleton et Sammarco, 1987 ; Norström et al., sous presse) ce qui les rend invisibles à l'œil nu. Elles sont constituées d'un ou de quelques polypes, présentent une croissance rapide, et un fort taux de mortalité totale. L'échantillonnage des recrues passe le plus souvent par l'utilisation de substrat de fixation immergé pendant une période donnée, et observé ensuite à la loupe binoculaire.

	Stade RECRUE		Stade JUVENILE	Stade ADULTE
âge	jours	mois	années	décennies
taille (diamètre max)	millimétrique		centimétrique	> 5 cm
type d'organisme	solitaire ou colonial nb de polypes faible (<5)		colonial nb de polypes important (>10)	colonial nb de polypes très important (>100)
allocation majoritaire de l'énergie	croissance			reproduction sexuée
mortalité totale	très forte		forte	faible
mortalité partielle	faible			forte
méthode d'observation	substrat artificiel		observation <i>in situ</i> possible	

Figure 6 : caractéristiques des trois stades de la phase benthique des coraux

La systématique des Scléactiniaires repose sur des critères anatomiques du squelette calcaire des colonies. Au stade juvénile, la détermination au niveau de l'espèce est souvent impossible, car ces critères ne sont pas encore mis en place. De plus, même pour les adultes, il est souvent difficile de discriminer des espèces proches *in situ*, notamment pour certains genres

comme *Acropora*, *Montipora* ou *Porites*. Par conséquent, dans le cadre de ce travail, les adultes et les juvéniles ont été déterminés au niveau du genre.

A l'heure actuelle, l'identification à l'espèce des recrues reste le plus souvent impossible, d'une part, parce que les critères servant à la détermination des adultes ne sont pas encore mis en place et, d'autre part, parce qu'il n'existe pas d'autres critères fiables et spécifiques à ce stade. Ainsi, plusieurs travaux ont montré que pour les coraux de moins de 1 an, seules trois familles sont identifiables pour les récifs de l'Indo-Pacifique (Acroporidae, Pocilloporidae, et Poritidae ; Babcock, 1992 ; Babcock et al., 2003). Des photographies de représentants de ces familles sont présentées en Figure 7. Dans notre travail, les familles des Acroporidae, des Pocilloporidae et des Poritidae ont donc été distinguées. Les recrues n'appartenant pas à ces familles ont été regroupées dans une catégorie nommée « autres familles ». Les recrues trop endommagées pour être déterminées avec certitude ont été rassemblées dans une catégorie « cassées ».

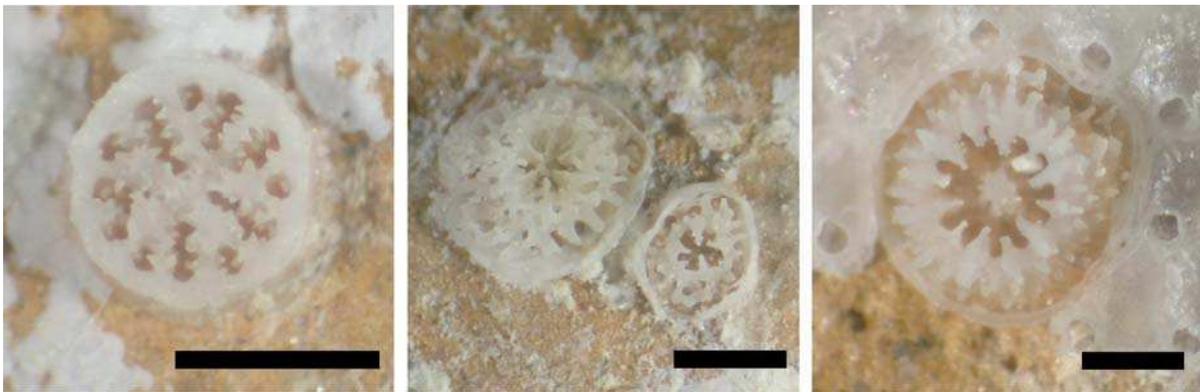


Figure 7 : photographies de recrues des familles Poritidae (à gauche), Acroporidae (au centre) et Pocilloporidae (à droite). Les échelles représentent 0,5 mm.

Le critère de la taille a été utilisé pour distinguer recrues, juvéniles et adultes, comme établi dans la littérature (Bak et Engel, 1979 ; Rylaarsdam, 1983 ; Chiappone et Sullivan, 1996). Ainsi, les coraux de moins de 1 cm sont nommés recrues ; ceux dont le diamètre est compris entre 1 et 5 cm sont appelés juvéniles et ceux de plus de 5 cm de diamètre sont considérés comme adultes.

Chapitre II
Influence du recrutement sur le maintien des
populations de Scléreactiniales

II.1. OBJECTIFS ET HYPOTHESES DE TRAVAIL

L'objectif principal de ce chapitre est d'appréhender l'importance du recrutement sur la structuration des peuplements adultes à différentes échelles. Pour cela, les structures spatiales de trois stades benthiques des coraux Scléactiniaires ont été caractérisées à plusieurs échelles spatiales et temporelles et pour différents taxons, dans le but de les comparer. Lorsque l'on effectue ces comparaisons, plusieurs cas de figure sont envisageables.

Si les structures spatiales des recrues, des juvéniles et des adultes sont similaires, on peut considérer que le recrutement est le facteur principal de limitation des populations adultes (Doherty, 1981). Dans ce cas, la mortalité intervenant aux stades recrue, juvénile et adulte n'est probablement pas suffisamment importante et/ou pas suffisamment variable dans l'espace pour gommer complètement l'influence du recrutement. Cela peut en outre être l'expression d'une relation de type stock-recrutement (où le nombre d'adultes influence localement le nombre de recrues) si au moins une partie importante du recrutement est autochtone, ou révéler une préférence des larves à s'installer dans les habitats abritant le plus d'adultes, ces deux dernières possibilités n'excluant pas la première (Edmunds, 2000 ; Carlon, 2001 ; Baird et al., 2003).

Si la structure spatiale des recrues diffère de celle des juvéniles et des adultes, on ne peut pas confirmer la présence d'une limitation par le recrutement ni d'une relation de type stock-recrutement. Cela ne signifie pas que les variations du recrutement n'ont aucun impact sur la structure spatiale des adultes, mais plutôt que les événements ayant lieu au cours des stades recrue et juvénile sont prépondérants dans leur structuration (Caley et al., 1996). Si la structure spatiale des juvéniles est proche de celle des adultes, il est probable que les événements ayant lieu au cours des premières semaines de la vie benthique, c'est-à-dire au cours du stade recrue soient prépondérants dans la structuration des populations adultes. Par contre, la mortalité des juvéniles n'est alors probablement pas suffisamment différente de celle subie par les adultes pour induire une différence entre ces deux stades, en terme de structure spatiale. A l'inverse, si la structure spatiale des juvéniles est différente de celle des adultes, il est probable que la mortalité intervenant aux stades recrue, juvénile et adulte soit suffisamment importante et variable dans l'espace et/ou le temps pour gommer la variabilité spatiale du recrutement.

Si les structures spatiales des recrues et des juvéniles sont similaires entre elles, mais différentes de celle des adultes, ce sont vraisemblablement les événements ayant lieu au cours du stade adulte, comme par exemple des perturbations comme les cyclones, les blanchissements ou les explosions démographiques d'*Acanthaster planci*, qui structurent majoritairement les populations adultes (Fong et Glynn, 1998).

Enfin, si les patrons de distribution des recrues sont similaires à ceux des adultes, mais différentes de ceux des juvéniles, on ne peut pas confirmer l'existence d'une limitation par le

recrutement, alors que la présence d'une relation stock-recrutement est plus probable (Hughes et al., 2000).

Notre étude préliminaire des relations liant les structures spatiales des recrues, des juvéniles et des adultes autour de Moorea (c.f. I.1 ; Penin, 2003 ; Penin et al., sous presse) a révélé de fortes homologues entre les structures spatiales des adultes et des juvéniles, lesquelles diffèrent quantitativement de celle des recrues à l'échelle de nos stations d'étude (100 m²). En outre, les contributions relatives des différents taxons étaient très similaires entre le peuplement de juvéniles et le peuplement d'adultes, et plus éloignées du peuplement de recrues.

Cependant, cette étude préliminaire n'avait été menée que sur une année. La distribution spatiale des adultes étant le résultat de plusieurs événements de recrutement successifs, il est possible que la structure spatiale des adultes soit différente de celle des recrues sur une seule année, mais plus semblable à la structure spatiale moyenne des recrues sur plusieurs années successives. De façon à tester cette hypothèse, nous avons étudié les relations liant la structure spatiale des recrues autour de Moorea sur 5 ans et celle des juvéniles et des adultes sur 4 ans.

En outre, à l'échelle insulaire, le site présentant le moins de recrues est également celui qui présentait le moins de juvéniles et d'adultes. Il est donc possible qu'à petite échelle la structure spatiale des adultes soit essentiellement gouvernée par les événements ayant lieu au cours des stades recrue et juvénile, alors qu'à plus grande échelle, la variabilité spatiale de l'intensité du recrutement pourrait avoir une influence prépondérante sur la structuration des populations adultes. Pour tester cette hypothèse, nous avons caractérisé la variabilité spatiale des recrues, des juvéniles et des adultes dans 27 stations d'étude, réparties sur trois îles, neuf sites et trois profondeurs, de façon à comparer les structures spatiales des recrues, des juvéniles et des adultes aux échelles locale, insulaire et régionale.

La détection d'une limitation par le recrutement est d'autant plus difficile que les organismes présentent de durées de vie longues (Caley et al., 1996). Les coraux étant des organismes à longue durée de vie, nous avons distingué deux classes de taille pour les adultes : ceux de plus de 10 cm et ceux de moins de 10 cm. Les adultes de grande taille sont âgés de plusieurs années voire plusieurs décennies. Cette classe de taille a donc plus de chance d'avoir vu sa structure spatiale modifiée par des événements de mortalité de type catastrophique, tels que les tempêtes tropicales ou les événements de blanchissement, et il est par conséquent probable que l'on n'observe pas de relation entre la structure spatiale des recrues et des juvéniles et celle de ces adultes de grande taille. En outre, la taille est connue pour influencer la fécondité des colonies. Ainsi, une colonie de grande taille participe généralement plus à l'effort de reproduction de la population qu'une colonie de petite taille (Hall et Hughes, 1996). Il est donc plus probable de

détecter une relation de type stock-recrutement entre les adultes de grande taille et les recrues, qu'entre les adultes (toutes classes de tailles confondues) et les recrues.

L'étude préliminaire menée sur un an autour de Moorea avait permis de mettre en évidence des différences entre les taxons, en terme de maintien des populations. Les principaux taxons ont donc été considérés séparément, de manière à évaluer l'importance des différences de traits d'histoires de vie sur les mécanismes de maintien des populations.

II.2. METHODES

II.2.1. Analyse pluri-annuelle à l'échelle insulaire

II.2.1.1. Stations d'étude

Neuf stations d'échantillonnage ont été définies autour de Moorea, réparties en trois sites (Haapiti, Tiahura et Vaipahu) et trois profondeurs (6, 12 et 18 m ; Figure 8). Les sites ont été notamment choisis en fonction de leur exposition à la houle. Le site de Haapiti se trouve sur la côte ouest, entre la pointe Hauru et la passe Taota, en face du motu artificiel de Haapiti. Il subit les houles de sud et de sud ouest qui sont les plus fréquentes à l'échelle annuelle et également celles dont l'amplitude est la plus grande (Figure 4 ; Laurent et al., 2004). Cela entraîne une agitation fréquente de l'eau tout au long de l'année, particulièrement aux faibles profondeurs, où le déferlement des vagues sur le front récifal se fait particulièrement sentir. Les sites de Tiahura et Vaipahu sont situés sur la côte nord, et donc exposés à la houle de nord, qui s'établit au cours de l'été austral, d'octobre à avril mais protégés de la houle de sud. Le site de Tiahura, à l'ouest de la passe Taotoi a été choisi car il appartient à la zone atelier étudiée depuis 1975 par le laboratoire. De très nombreuses données y ont été récoltées depuis cette date. Le site de Vaipahu, à l'est de la passe Tareu (Opunohu) fait partie des localisations suivies dans le cadre d'un programme de surveillance des récifs coralliens de Polynésie mené par le laboratoire et présente l'avantage d'être situé à proximité du CRIOBE.

La distance entre deux stations d'un même site est de l'ordre de la cinquantaine de mètres. Chacune des stations a été nommée par l'initiale du site auquel elle appartient et la profondeur où elle se trouve (ex : H6 pour Haapiti 6 m). A chacune de ces stations, trois jeux de données ont été acquis : un pour les recrues, un pour les juvéniles et un pour les adultes. Pour ces trois stades, les descripteurs utilisés sont l'abondance, la composition taxonomique et la contribution relative des différents taxons.

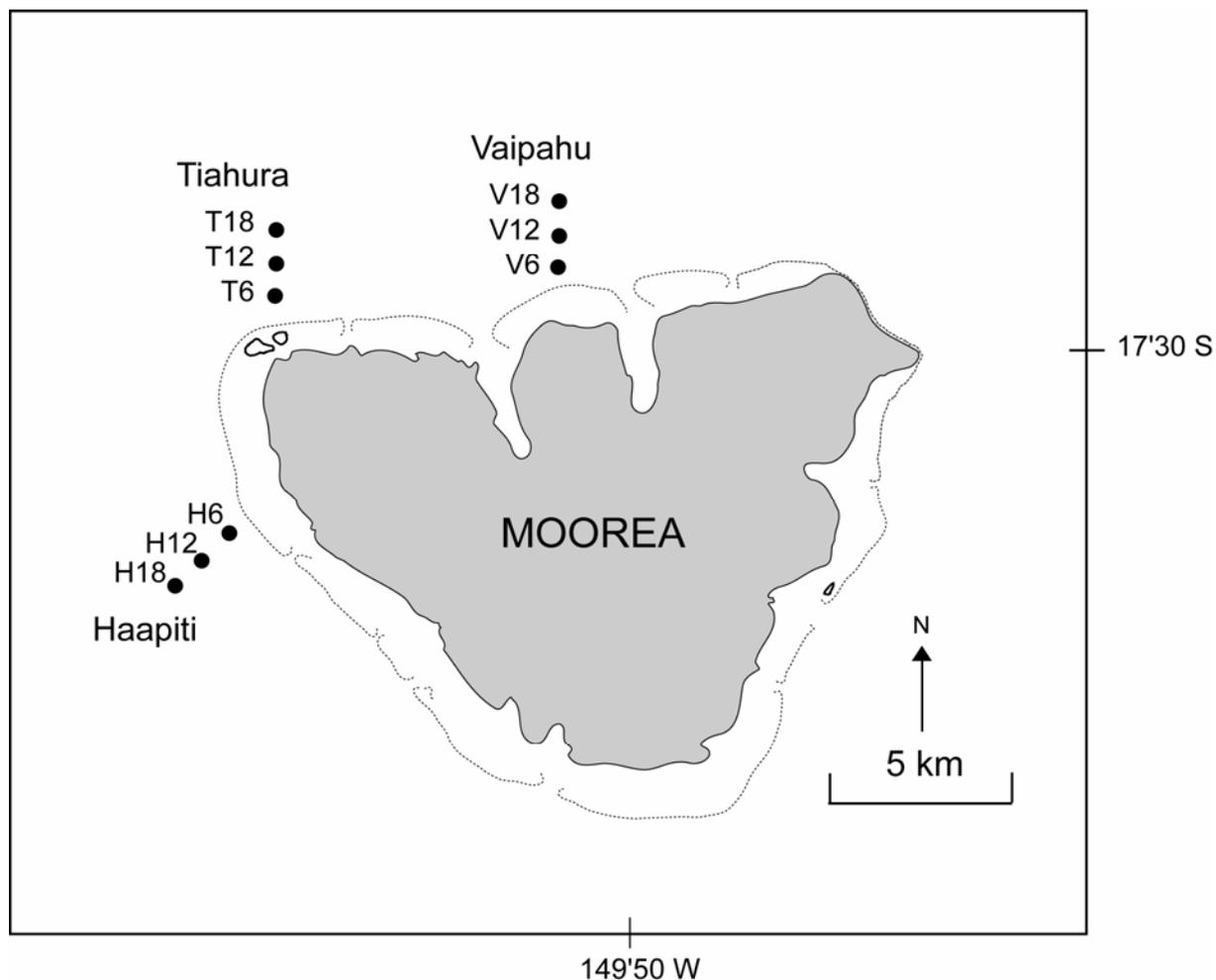


Figure 8 : localisation des neuf stations d'études situées en pente externe autour de Moorea. Les pointillés indiquent le front récifal. Les distances entre les stations d'un même site ne sont pas respectées.

II.2.1.2. *Echantillonnage des recrues, des juvéniles et des adultes*

L'échantillonnage des recrues a été effectué à l'aide de substrat artificiel de fixation selon la technique de l'attachement direct décrite par Mundy (2000). A chaque station, 20 platines métalliques ont été disposées de manière aléatoire sur une surface d'environ 100 m² et fixées de façon définitive sur le fond (Figure 9). Chacune de ces platines présente une vis centrale en acier inoxydable permettant d'y fixer une plaque de terre cuite préalablement trouée. Alors que les platines sont fixées de façon permanente, les plaques de terre cuite, qui servent de substrat de recrutement, peuvent facilement être échangées. Les plaques mesurent 11 x 11 x 1 cm, et ne sont pas vernies.

Après avoir été récupérées, les plaques ont été blanchies à l'eau de Javel, séchées au soleil, et examinées à l'aide d'une loupe binoculaire. Toutes les faces (dessus, bords, dessous) ont été considérées. Compte tenu des problèmes de détermination des recrues précédemment évoqués (cf. I.4), les recrues présentes sur les plaques ont été comptées et identifiées au niveau de la famille pour les Acroporidae, les Pocilloporidae et les Poritidae et deux catégories

supplémentaires ont été définies : « autres familles⁴ » et « cassés⁵ ». Il est à noter qu'à Moorea, la diversité des coraux étant faible, les familles des Pocilloporidae et des Poritidae ne comptent qu'un genre chacune (respectivement *Pocillopora* et *Porites*). La famille des Acroporidae y est constituée majoritairement des genres *Acropora* et *Montipora*, le troisième genre la représentant, *Astreopora*, étant peu abondant.

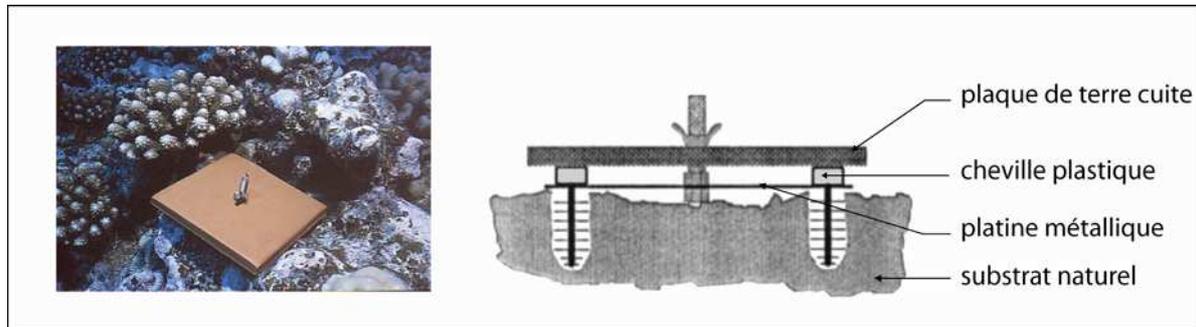


Figure 9 : photographie et schéma de la méthode d'attachement direct des plaques de recrutement au substrat naturel.

A chacune des neuf stations d'étude, trois transects-couloirs fixes de 10 m² (1 x 10 m) ont été délimités. Ces transects-couloirs sont disposés parallèlement au front récifal, et espacés d'au moins 2 m. L'ensemble des transects-couloirs d'une station est donc compris dans une zone avoisinant les 100 m². Deux piquets permanents solidement plantés dans le substrat matérialisent les extrémités de la ligne médiane de chaque transect-couloir. Une corde tendue entre ces piquets et un gabarit de 1 m de large permettent de relocaliser le transect-couloir d'année en année, avec une précision d'environ 5 cm (Figure 10). Toutes les colonies adultes ($\varnothing > 5$ cm) et juvéniles ($1 \text{ cm} < \varnothing < 5$ cm) partiellement ou complètement présentes dans ces transects-couloirs ont ainsi pu être comptées et identifiées au niveau du genre, qui est le niveau taxonomique maximal auquel peuvent être déterminés les juvéniles (cf. I.4). Cette méthode d'échantillonnage a été utilisée par Adjeroūd (1996) pour la détermination de l'abondance des adultes. Un pré-échantillonnage a permis de vérifier qu'elle est également adaptée à l'échantillonnage des juvéniles (Penin, 2003).

⁴ Familles autres que Acroporidae, Pocilloporidae et Poritidae et non distinguables entre elles.

⁵ Recrues endommagées et par conséquent non identifiables.

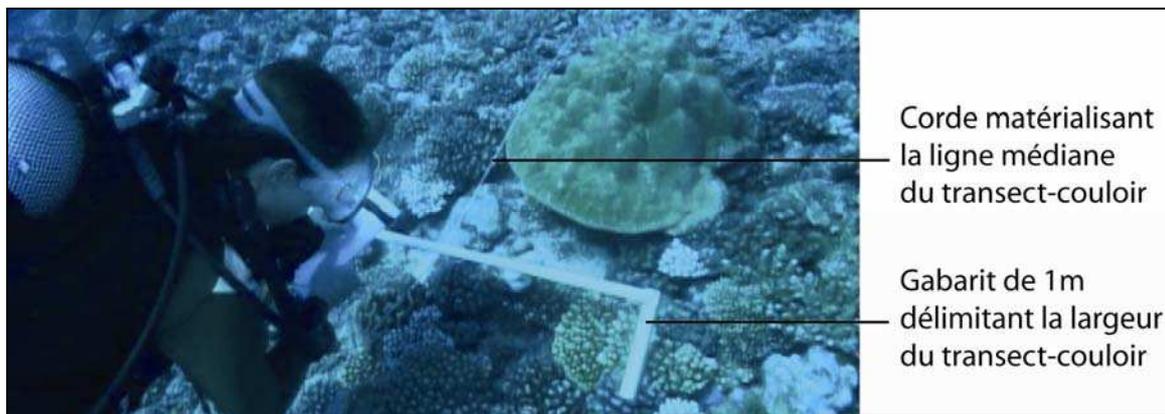


Figure 10 : comptage et identification des adultes et des juvéniles dans un transect-couloir.

Le recrutement est saisonnier à Moorea (Adjeroud et al., 2007). Très peu de recrues sont observées au cours de l'hiver austral, de mars à août. La plupart des familles recrutent massivement entre décembre et mars. Cependant, la famille des Acroporidae présente certaines années un pic de recrutement au cours du trimestre septembre-décembre (Adjeroud et al., 2007). Les recrues ont par conséquent été échantillonnées au cours de deux trimestres consécutifs (septembre-décembre et décembre-mars), pendant cinq années (2001-2002, 2002-2003, 2003-2004, 2004-2005 et 2005-2006 ; Figure 11). Les comptages des juvéniles et des adultes ont eu lieu à quatre reprises, en mars 2003, mars 2004, mars-avril 2005 et avril 2006.

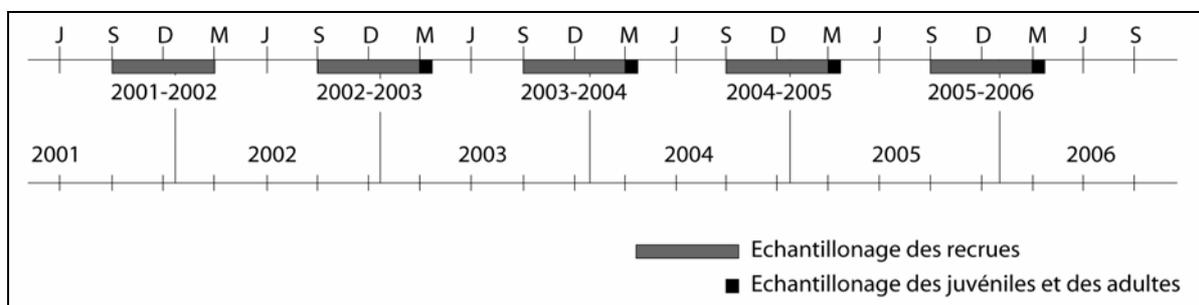


Figure 11 : calendrier de l'échantillonnage des recrues, des juvéniles et des adultes autour de Moorea.

II.2.1.3. Traitement des données

La variabilité spatio-temporelle de l'abondance des recrues a été testée grâce à une ANOVA à quatre facteurs : année, saison, site et profondeur. Les données ont subi une transformation $\log(x+1)$ de façon à remplir les conditions d'application de l'ANOVA (normalité et homoscedasticité, respectivement testées avec les tests de Kolmogorov-Smirnov et Levène). Des tests à posteriori de Student Newman Keuls (SNK) ont également été réalisés.

La variabilité temporelle de l'abondance des juvéniles et des adultes a été explorée à l'aide de tests t sur échantillons appariés. En effet, dans la mesure où nous travaillons sur des organismes sessiles et à longue durée de vie, les abondances des juvéniles et surtout des adultes dans les transects-couloirs ne pouvaient pas être considérées comme indépendantes entre les

années. La variabilité spatiale des juvéniles et des adultes a été explorée à l'aide d'ANOVA à deux facteurs : site et profondeur, complétées par des tests à posteriori de Student Newman Keuls (SNK). Les données ont préalablement subi une transformation racine pour satisfaire aux conditions d'application de ces tests paramétriques.

Des corrélations non paramétriques de Spearman ont été utilisées pour mettre en relation les variations d'abondance des recrues, des juvéniles et des adultes. Ce type de corrélation permet de tester l'existence d'une relation monotone entre deux variables, même si leur distribution ne suit pas une loi normale. Ces caractéristiques distinguent les corrélations de Spearman des corrélations paramétriques, qui permettent de déterminer la significativité d'une relation de type affine⁶ entre deux variables distribuées normalement. Ici, il s'agit donc d'évaluer si, par exemple, les stations présentant le plus de recrues sont également celles où l'on observe le plus de juvéniles, et non si l'abondance des juvéniles est assimilable à une fonction affine de celle des recrues. Les corrélations entre l'abondance des recrues, d'une part, et celle des juvéniles et des adultes, d'autre part, ont été calculées à partir de neuf points correspondant chacun à une station, ce qui est le maximum compte tenu des différences d'échantillonnage entre les recrues, et les adultes et juvéniles. Par contre, les corrélations entre juvéniles et adultes ont été calculées avec 27 points correspondant chacun à un transect-couloir, ce qui améliore la puissance du test de significativité des corrélations.

II.2.1.4. Evaluation des biais d'échantillonnage des recrues

L'utilisation de substrat artificiel pour l'estimation du recrutement pose le problème d'éventuels biais d'échantillonnage. L'abondance et la composition taxonomique des recrues se fixant sur les plaques de terre cuite ne reflètent peut être pas de manière fidèle le recrutement sur substrat naturel. En effet, certains organismes sont connus pour favoriser ou à l'inverse inhiber la fixation des larves de coraux (Morse et al., 1988 ; Maida et al., 1995 ; Heyward et Negri, 1999 ; Kuffner et Paul, 2004). Il est probable que la durée d'immersion des plaques (3 mois) ne soit pas suffisamment longue pour que ces organismes s'y fixent, reproduisant fidèlement le substrat naturel. En outre, la topographie du substrat, et en particulier l'existence de crevasses ou fissures sont susceptibles d'influencer la fixation des larves et la survie des recrues (Brock, 1979 ; Carleton et Sammarco, 1987).

De façon à estimer le biais introduit par le mode d'échantillonnage dans l'estimation du recrutement, nous avons comparé l'abondance et la composition des recrues s'étant fixées sur des plaques de terre cuite et sur des morceaux de substrat naturel directement prélevés sur le terrain

⁶ Une relation affine entre deux variables x et y se définit comme suit : $y=ax+b$, a et b étant des constantes.

(Rouanet, 2006). Pour cela, à chacune des neuf stations d'étude, 20 plaques de terre cuite ont été immergées pendant 3 mois, entre décembre 2004 et mars 2005. Elles ont été fixées au substrat corallien par la méthode de l'attachement direct précédemment décrite. Parallèlement, 20 morceaux de substrat naturel ont été prélevés à chaque station, au cours du mois de mai 2005. Leur surface a été évaluée par la méthode développée par Chancerelle (2000) qui consiste à estimer la surface d'une colonie en pesant la masse de paraffine nécessaire à la recouvrir. Deux catégories de substrat naturel ont été distinguées : les substrats présentant une morphologie simple et ceux présentant une morphologie complexe (restes de coraux branchus, par exemple).

La densité moyenne de recrues sur substrat naturel était 3,8 fois inférieure à celle obtenue sur les plaques de terre cuite (Wilcoxon Mann Whitney ; $p < 0,0001$), alors qu'aucune différence n'a pu être mise en évidence entre l'abondance sur substrat naturel complexe et sur substrat naturel simple (Wilcoxon Mann Whitney ; $p > 0,05$). En outre, la contribution relative des recrues des « autres familles » était significativement plus importante sur substrat naturel (31 %) que sur substrat artificiel (0,53 % ; Figure 12). Par contre, si l'on ne considère que les familles Pocilloporidae, Acroporidae et Poritidae, en éliminant la catégorie « autres familles », les contributions relatives sont très proches : 69,9 % de Pocilloporidae ; 7,5 % d'Acroporidae et 22,6 % de Poritidae sur les plaques et 67,5 % de Pocilloporidae, 6,2 % d'Acroporidae et 26,3 % de Poritidae sur substrat artificiel. Ainsi, l'utilisation de plaques de terre cuite semble surestimer l'abondance totale des recrues, et sous estimer significativement la contribution relative des recrues des « autres familles ». Par contre, si l'on ne considère que les trois principales familles (ce qui est le cas dans notre étude), les contributions relatives relevées sur les plaques sont très similaires à celles relevées sur substrat naturel. Ainsi, l'utilisation de substrat artificiel composé de plaques de terre cuite ne semble pas biaiser de façon importante la mesure de la contribution relative des trois principales familles de recrues en Polynésie française.

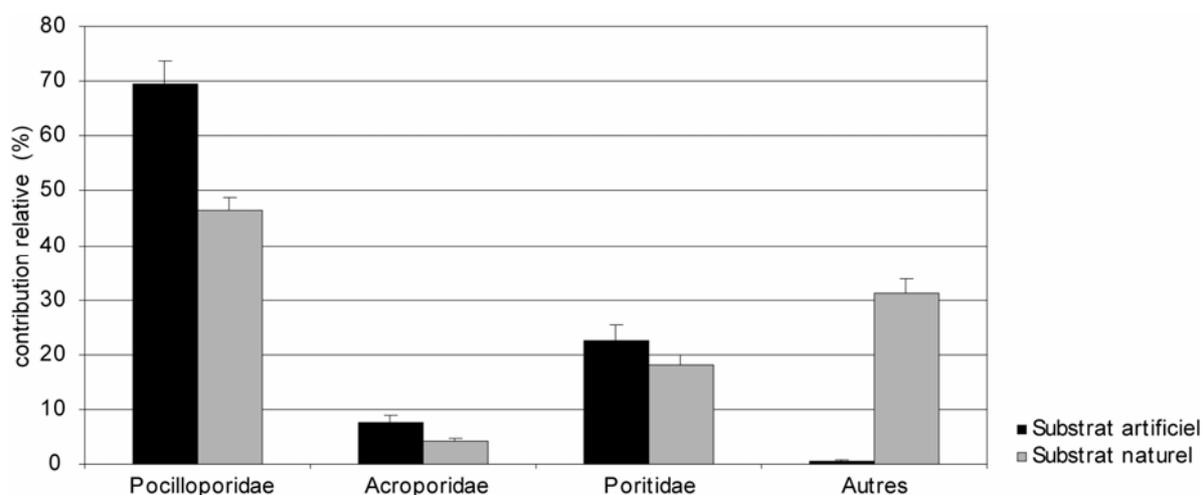


Figure 12 : abondances relatives des différentes catégories de recrues sur substrat naturel et artificiel. Les barres d'erreur représentent les erreurs-types.

L'abondance aux neuf stations des recrues sur les plaques de terre cuite est fortement corrélée à celle des recrues sur le substrat naturel ($\rho_{\text{Spearman}} = 0,720$; $p < 0,05$). Les stations présentant une forte abondance de recrues sur substrat naturel ont donc également une forte abondance de recrues sur substrat artificiel. Par conséquent, dans le cadre d'une étude visant à mettre en relation les patrons d'abondance des recrues, des juvéniles et des adultes, l'utilisation de substrat artificiel de fixation en terre cuite n'introduit pas de biais d'échantillonnage majeur dans la mesure du recrutement pour les familles Acroporidae, Pocilloporidae et Poritidae.

II.2.2. Analyse à l'échelle régionale

II.2.2.1. Stations d'étude

Pour étudier les relations liant recrues, juvéniles et adultes à plusieurs échelles spatiales, un plan d'échantillonnage hiérarchique a été utilisé (Figure 13). Trois îles de l'archipel de la Société ont été incluses dans cette étude : Moorea, Tahiti et Raiatea (Figure 2). Sur chacune de ces îles, neuf stations ont été définies, en trois sites et trois profondeurs (6 m, 12 m et 18 m), comme pour l'échantillonnage précédemment décrit autour de Moorea (II.2.1.1). Cela permet d'appréhender les échelles locale (les trois stations d'un site), insulaire (les trois sites d'une île) et régionale (les trois îles de l'archipel de la Société).

Les sites ont été positionnés en fonction de l'exposition à la houle dominante (Figure 4). Sur chacune des trois îles, l'un des sites est exposé aux houles du sud et de sud ouest⁷ alors que les deux autres sont protégés de ces houles et exposés aux houles de nord. Sur Moorea, les sites choisis sont les mêmes que précédemment décrits (c.f. II.2.1). Sur Tahiti, le site de Faa'a est situé sur la côte ouest, entre la pointe de Faa'a et la passe Taapuna et est exposé aux houles de sud et de sud ouest. Les sites de Digue et Piraie sont placés sur la côte est, au nord de l'île, de chaque côté de la passe Taunoa, et exposés aux houles de nord. Sur Raiatea, le site de Miri Miri est positionné sur la côte ouest, au nord de la passe Rautoanui (également appelée Miri Miri) et est exposé aux houles de sud et de sud ouest. Il n'existe pas de pente externe au nord de l'île de Raiatea, car elle partage son lagon avec l'île de Tahaa, située au nord. Les sites d'Uturoa et d'Avera ont donc été placés sur la côte est, respectivement au nord et au sud de la passe de Teavapiti. L'orientation de l'île protège ces deux sites des houles de sud et de sud ouest, alors qu'ils sont exposés aux houles de nord.

⁷ les plus fréquentes et les plus importantes tout au long de l'année dans l'archipel de la Société

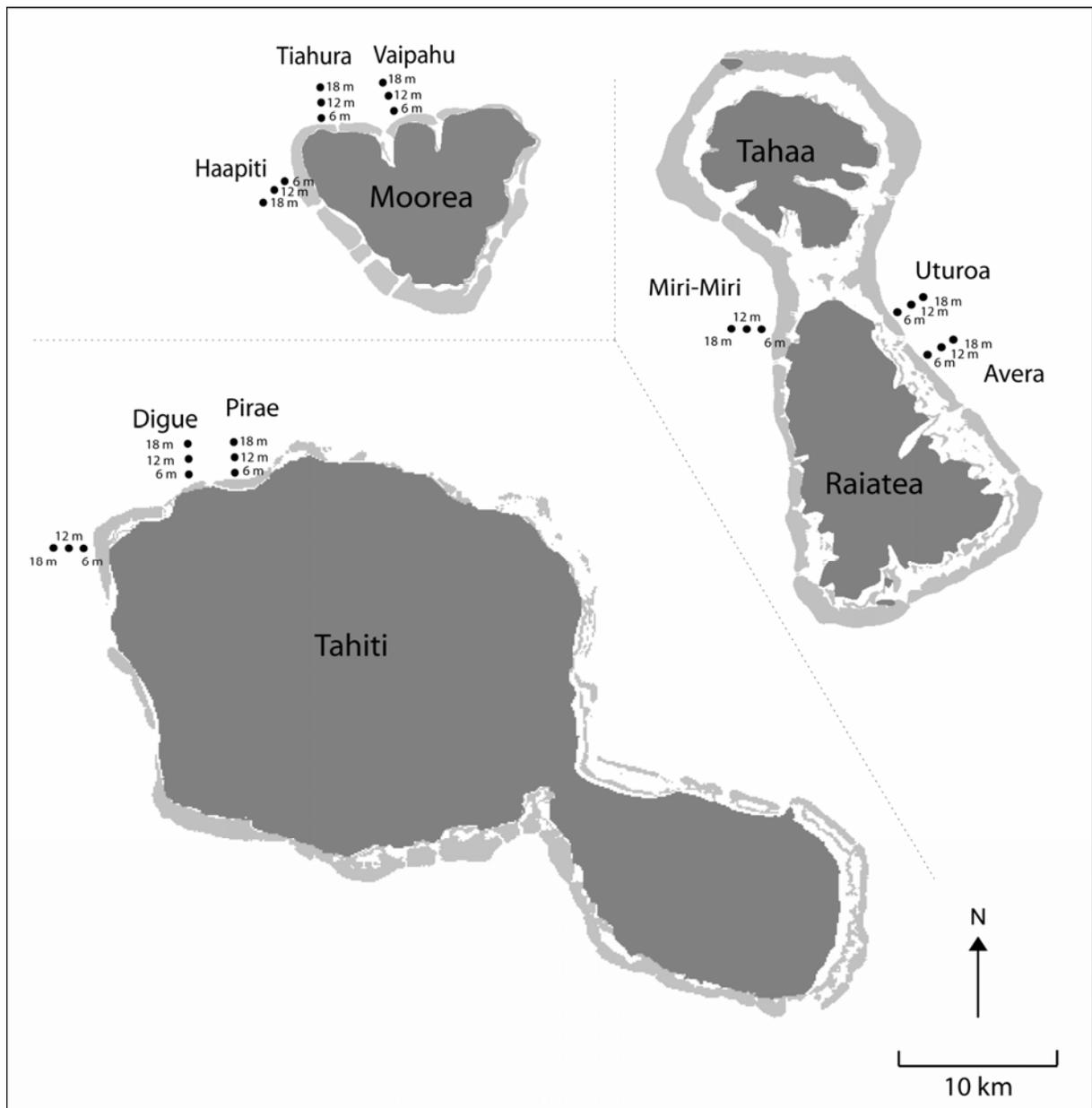


Figure 13 : localisation des 27 stations d'étude. Pour chacune des trois îles, neuf stations réparties en trois sites et trois profondeurs ont été échantillonnées. A chacune des 27 stations, trois jeux de données ont été acquis : un pour les recrues, un pour les juvéniles et un pour les adultes. Les trois îles sont à la même échelle, mais les distances entre les stations d'un même site ainsi que les distances et orientations entre les îles ne sont pas respectées. Pour la situation géographique des îles, voir la Figure 2.

Pour chacune des trois îles, l'aspect logistique a été pris en compte, notamment en terme de distance entre les sites d'étude et l'embarcadère. Chacune des stations est nommée par l'initiale du site auquel elle appartient et la profondeur où elle se trouve (ex : H6 pour Haapiti 6 m). Les coordonnées GPS des sites sont indiquées en Annexe 2.

II.2.2.2. Echantillonnage des recrues, des juvéniles et des adultes

L'échantillonnage des recrues a été réalisé grâce à l'utilisation de plaques de terre cuite identiques à celles utilisées autour de Moorea (II.2.1). Cependant, ces plaques n'ont pas été

attachées directement au substrat comme précédemment, mais groupées par six sur des supports de PVC, formant ainsi des dispositifs de recrutement. Chaque dispositif de recrutement a été attaché au substrat naturel à l'aide de cordes. Les plaques de terre cuite ont été fixées aux supports en PVC grâce à une vis centrale en inox, des écrous et des rondelles inox. Des plots de silicone d'environ 1 cm de haut ont été positionnés sur le PVC à l'aide d'un pistolet mécanique de façon à ménager un espace entre les plaques de terre cuite et le PVC et à servir d'amortisseur⁸. Un schéma et une photographie d'un tel dispositif de recrutement sont présentés en Figure 14. Trois dispositifs de recrutement ont été disposés à chaque station.

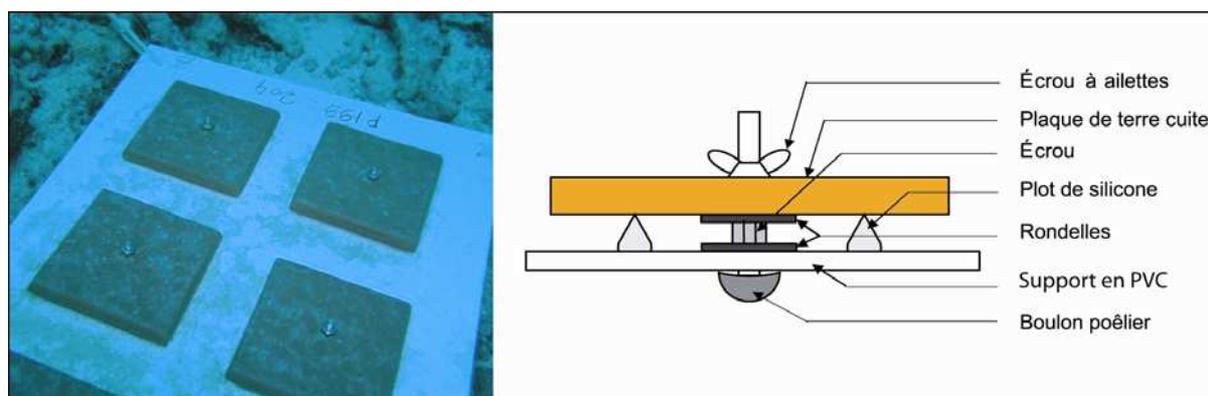


Figure 14 : photographie d'un dispositif de recrutement immergé et schéma représentant une plaque de terre cuite fixée au support en PVC.

La méthode des dispositifs de recrutement a été choisie car elle permet de réduire considérablement le temps d'installation par rapport à la méthode de l'attachement direct. En effet, cette dernière nécessite de réaliser deux trous par plaque de terre cuite dans la dalle corallienne à l'aide d'une perceuse pneumatique, ce qui prend énormément de temps. De plus, l'utilisation des dispositifs de recrutement permet d'éliminer les différences de microtopographie qui peuvent sensiblement influencer le recrutement. Cette technique présente cependant un inconvénient : les plaques de terre cuite d'un même dispositif ne peuvent être considérées comme des unités d'échantillonnage statistiquement indépendantes.

Deux lots de plaques de terre cuite ont été immergés successivement, au cours de deux saisons de 3 mois : septembre-décembre et décembre-mars. Les plaques de terre cuite ont ainsi été disposées sur le terrain début septembre 2004, échangées en suivant l'ordre de pose début décembre, et le deuxième lot a été remonté début mars 2005. Les supports de PVC sont restés immergés pendant les 6 mois de l'expérience. Une fois remontées, les plaques de terre cuite ont été baignées dans de l'eau de Javel pendant au moins 24 h et séchées au soleil avant d'être

⁸ Dans la méthode d'attachement direct de Mundy (2000), cette double fonction est assurée par les têtes des chevilles en plastique maintenant les platines dans le substrat naturel.

examinées à la loupe binoculaire. L'ensemble des recrues a été comptabilisé, sur le dessus, le dessous et les bords des plaques.

L'échantillonnage des juvéniles et des adultes a été réalisé selon la technique des transects-couloirs précédemment décrite, entre mars et mai 2005. Trois transects-couloirs de 10 m² (1 x 10 m) ont été échantillonnés à chacune des 27 stations.

II.2.2.3. Traitement des données

La variabilité spatio-temporelle des recrues a été testée à l'aide d'une ANOVA à quatre facteurs : saison, île, site et profondeur. Les données ont préalablement subi une transformation $\log(x+1)$ pour satisfaire aux exigences de l'ANOVA. Des tests à posteriori de Student Newman Keuls (SNK) ont été réalisés en complément de l'ANOVA. Les six plaques de terre cuite d'un même dispositif ne pouvant pas être considérées comme totalement indépendantes, l'unité d'échantillonnage utilisée a été le dispositif de recrutement et non la plaque de terre cuite. La variabilité spatiale des juvéniles et des adultes a été explorée à l'aide d'une ANOVA à trois facteurs : île, site et profondeur, complétée par des tests à posteriori de Student Newman Keuls. Les données ont préalablement subi une transformation racine pour satisfaire aux exigences de l'ANOVA.

Des corrélations non paramétriques de Spearman ont été calculées entre les abondances des recrues, des juvéniles et des adultes. Leur significativité a ensuite été testée.

II.3. RESULTATS

II.3.1. Analyse pluri-annuelle à l'échelle insulaire

II.3.1.1. Variabilité spatio-temporelle du peuplement de recrues autour de Moorea

En moyenne sur l'ensemble des 1687 plaques analysées, 1,24 recrues ont été échantillonnées par plaque et par trimestre, soit 43,46 recrues par m² et par trimestre. La majorité des recrues appartient à la famille des Pocilloporidae (0,79 recrues par plaque et par trimestre, soit 63,4 % du peuplement). La famille des Poritidae représente 18,1 % du peuplement avec une abondance de 0,22 recrues par plaque et par trimestre. Les Acroporidae comptent pour 12,8 % du peuplement, avec une abondance de 0,16 recrues par plaque et par trimestre. Les « autres familles » ne représentent que 1,6 % des recrues (0,02 recrues par plaque et par trimestre), et 4,2 % des recrues étaient cassées et non identifiables.

L'abondance moyenne des recrues varie significativement dans le temps, en fonction de l'année considérée (2001-2002, 2002-2003, 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006) et de la saison (septembre-décembre *vs.* décembre-mars ; Figure 15). Toutes les années présentent des abondances différentes (SNK, $p < 0,05$), variant de 0,80 recrues par plaque et par trimestre en 2004-2005 à 1,68 recrues par plaque et par trimestre en 2001-2002. L'abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues varie ainsi d'un facteur 2 selon l'année considérée.

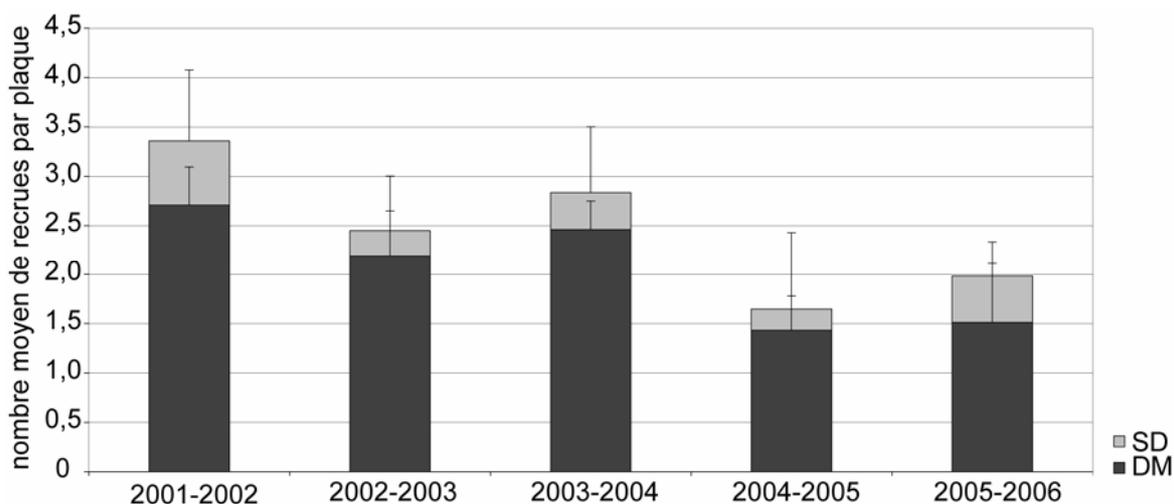


Figure 15 : abondance moyenne par plaque des recrues à Moorea (toutes familles et stations confondues) en septembre-décembre (SD) et décembre-mars (DM) de chacune des cinq années d'étude. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Toutes les familles ne présentent pas les plus forts taux de recrutement au cours des mêmes années. L'abondance des recrues de la famille des Pocilloporidae est maximale en 2003-2004.

Suivent les années 2001-2002 et 2002-2003 qui ne diffèrent pas l'une de l'autre (SNK, $p > 0,05$), puis 2005-2006 et enfin 2004-2005 (SNK, $p < 0,05$; Figure 16). L'abondance des Acroporidae et des Poritidae est maximale en 2001-2002 (SNK, $p < 0,05$), et pour ces deux familles l'abondance ne varie pas significativement en fonction des années entre 2002-2003 et 2005-2006.

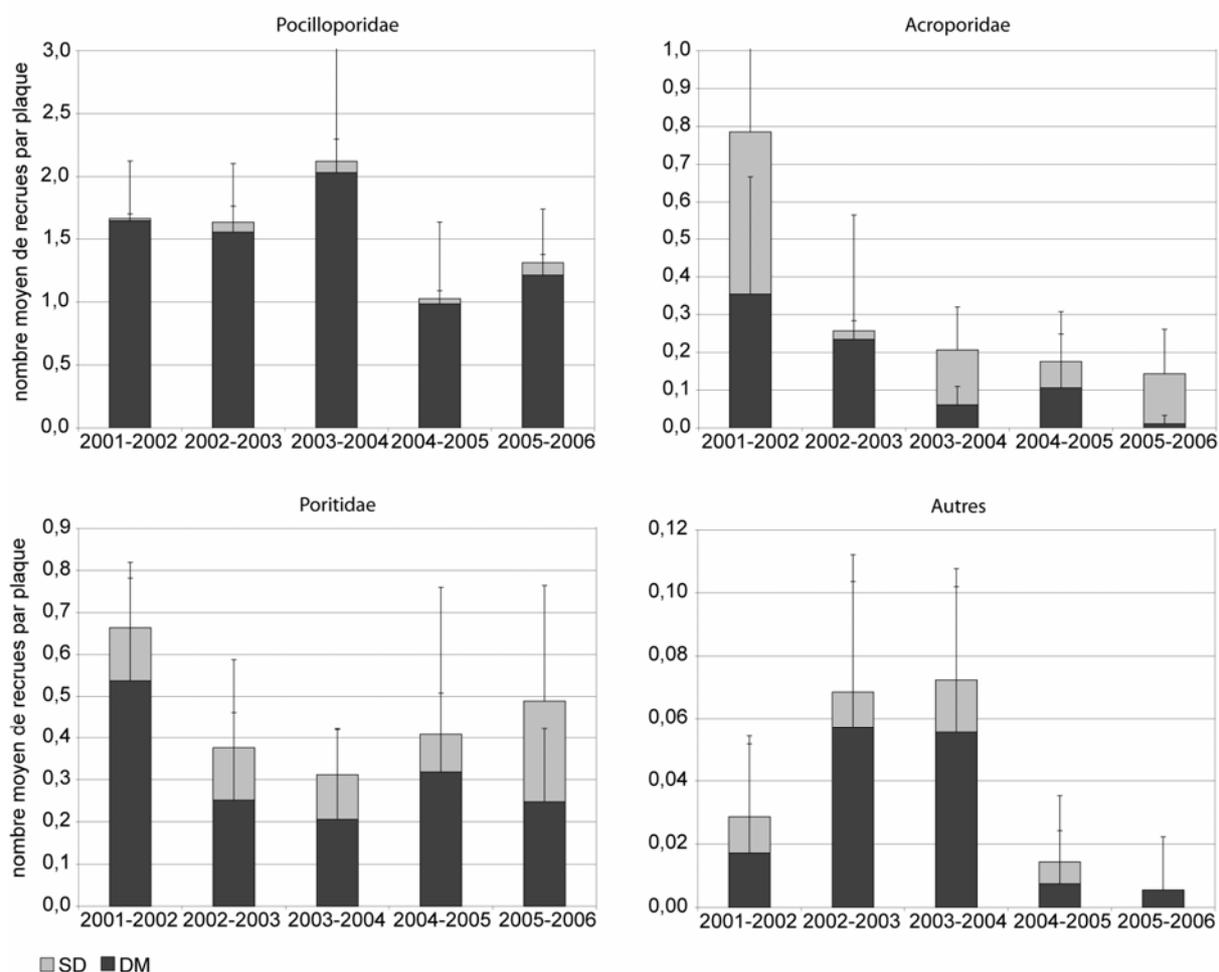


Figure 16 : abondance moyenne par plaque des recrues des familles Pocilloporidae, Acroporidae, Poritidae et des « autres familles » à Moorea pour les saisons septembre-décembre (SD) et décembre-mars (DM) et pour les cinq années d'étude. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Sur les cinq années et pour l'ensemble des familles, l'abondance des recrues varie d'un facteur 5 entre les deux saisons étudiées : en moyenne sur les 5 ans, 0,40 recrues ont été échantillonnées par plaque entre septembre et décembre contre 2,09 entre décembre et mars (Figure 15). Cependant, l'effet de la saison varie d'une année sur l'autre. Dix pourcent des recrues de l'année 2002-2003 ont été échantillonnées en septembre-décembre contre 24 % des recrues de l'année 2005-2006. Cela explique la significativité de l'interaction année x saison (ANOVA, $p < 0,0001$; Annexe 3).

Pour les familles des Pocilloporidae et des Poritidae, l'abondance est moindre en septembre-décembre qu'en décembre-mars, quelle que soit l'année considérée. Cependant, la proportion de recrues échantillonnées en septembre-décembre varie selon les années, expliquant

la significativité de l'interaction année x saison (ANOVA ; Annexe 3 ; Figure 16). En moyenne sur les cinq années, l'abondance des Acroporidae ne varie pas entre les deux saisons (0,16 recrues par plaque en septembre-décembre, contre 0,15 en décembre-mars ; ANOVA, $p > 0,05$; Annexe 3). Cependant, selon les années, le pic de recrutement de cette famille a lieu tantôt en septembre-décembre (années 2001-2002, 2003-2004 et 2005-2006), tantôt en décembre-mars (années 2002-2003 et 2004-2005 ; Figure 16). La proportion de recrues échantillonnées en septembre-décembre varie ainsi de 9 % en 2002-2003 à 92 % en 2005-2006, expliquant la significativité de l'interaction saison x année (ANOVA ; Annexe 3 ; Figure 16).

Les événements de fort recrutement n'étant pas synchrones entre les différentes familles, la contribution relative des différentes familles dans le peuplement total varie d'année en année. La contribution relative de recrues de la famille des Pocilloporidae varie ainsi de 49,7 % en 2001-2002 à 74,9 % en 2003-2004. A l'inverse, celle des Acroporidae est maximale en 2001-2002 (23,3 %) et minimale en 2003-2004 (7,3 %). La contribution relative des Poritidae varie entre 11,0 % en 2003-2004 et 25,0 % en 2005-2006. Celle des recrues des « autres familles » est nulle en 2005-2006 et atteint 2,8 % en 2002-2003.

L'abondance des recrues varie également spatialement. Si l'on considère **l'ensemble des familles** (Figure 17), l'abondance des recrues est moindre à Haapiti qu'aux deux autres sites, quelle que soit l'année considérée (SNK, $p < 0,05$). Cette différence est conservée aux deux saisons pour chacune des années, sauf en décembre-mars de l'année 2001-2002. L'abondance des recrues varie également en fonction de la profondeur, mais de façon différente selon les sites et les années (Figure 17). Cela est confirmé par la significativité des interactions site x profondeur et site x profondeur x année sur l'abondance (ANOVA, Annexe 3). A Haapiti, l'abondance des recrues tend à augmenter avec la profondeur, sauf en 2001-2002, alors qu'à Tiahura et Vaipahu, elle est moindre à 18 m qu'à 6 et 12 m, sauf à Tiahura en 2001-2002 et 2002-2003. Ainsi, la structure bathymétrique de l'abondance des recrues est radicalement différente entre les deux côtes étudiées. Les patrons de variabilité spatiale des recrues sont également modifiés par la saison, sans que ne se dégage de tendance claire, conservée entre les années (Figure 17).

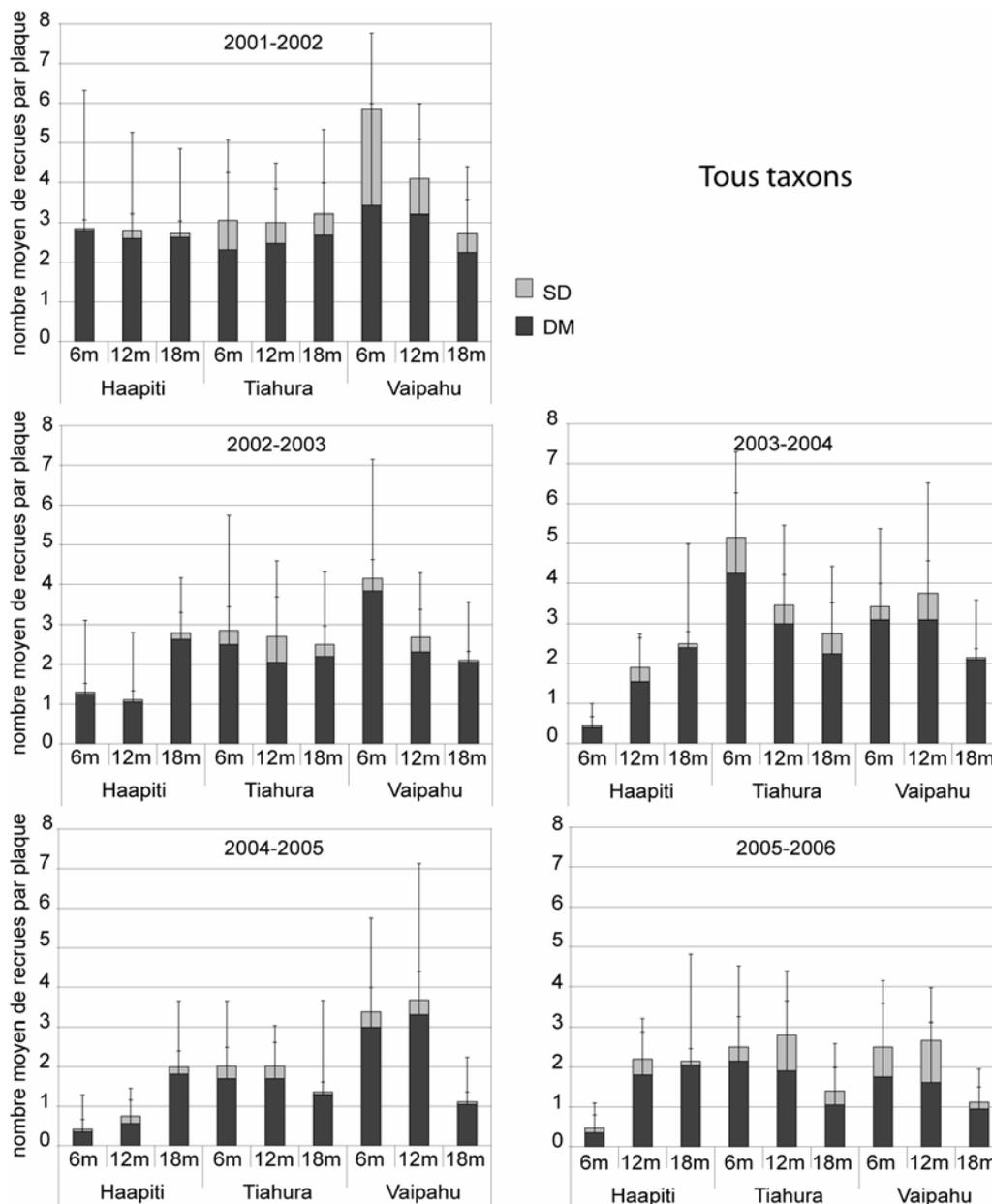


Figure 17 : abondance moyenne par plaque des recrues aux neuf stations d'étude autour de Moorea en septembre-décembre (SD) et décembre-mars (DM) pour chacune des cinq années d'étude. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

L'abondance des recrues de la famille des **Pocilloporidae** (Figure 18) est moindre à Haapiti qu'aux autres sites, sauf en 2001-2002 où elle est maximale à ce site. Comme pour l'ensemble des taxons, l'abondance des Pocilloporidae varie en fonction de la profondeur, mais les patrons de variation bathymétrique ne sont pas identiques entre les sites et les années (ANOVA, interaction année x site x profondeur, $p < 0,01$; Annexe 3). A Haapiti, l'abondance est plus importante à 18 m qu'à 6 et 12 m, sauf en 2001-2002. A Tiahura, l'abondance a tendance à diminuer avec la profondeur sauf en 2002-2003 (où l'abondance est minimale à 12 m). A Vaipahu, l'abondance est maximale à 6 m en 2001-2002 et 2002-2003, elle diminue avec la profondeur en 2003-2004 et 2004-2005, et elle est moindre à 18 m qu'aux autres profondeurs en 2005-2006. Les patrons de

distribution bathymétrique des recrues de la famille des Pocilloporidae diffèrent donc radicalement entre le site de la côte ouest et ceux de la côte nord. L'abondance des recrues de Pocilloporidae étant très faible en septembre-décembre, il n'y a pas de différence majeure entre la structure spatiale observée en décembre-mars et celle observée pour l'ensemble des saisons.

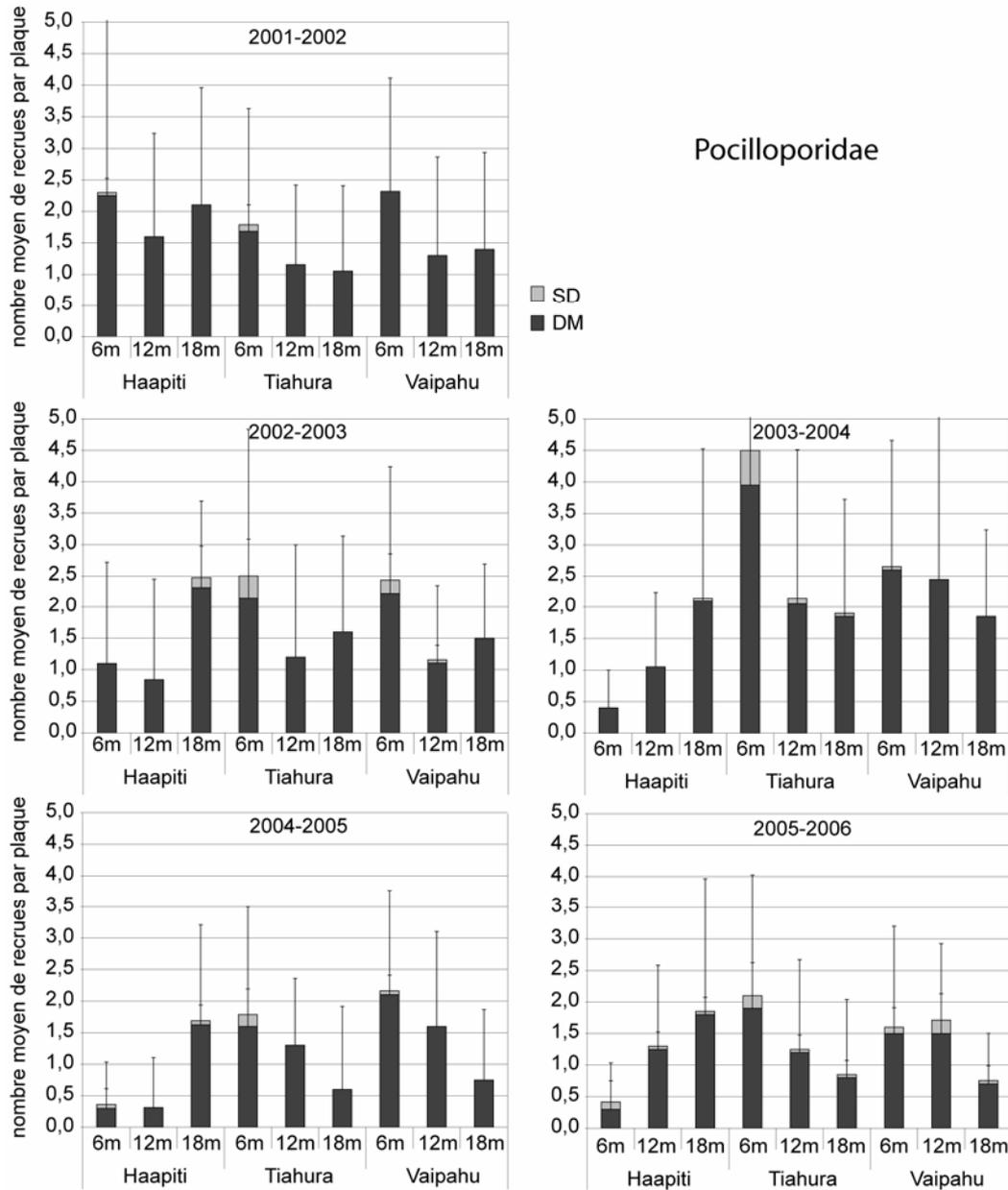


Figure 18 : abondance moyenne par plaque des recrues de la famille Pocilloporidae aux neuf stations d'étude autour de Moorea en septembre-décembre (SD) et en décembre-mars (DM) pour chacune des cinq années d'étude. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

L'abondance des recrues de la famille des **Acroporidae** (Figure 19) est minimale à Haapiti et maximale à Vaipahu au cours de toutes les années sauf 2003-2004. Cette structure spatiale est généralement conservée aux deux saisons, sauf en septembre-décembre 2002-2003 et au cours des deux saisons de l'année 2003-2004 (ANOVA, interaction année x saison x site, $p < 0,0001$). A Haapiti et Tiahura, l'abondance des recrues de cette famille varie en fonction de la profondeur, sans qu'il n'y ait de tendance conservée entre les années. A Vaipahu l'abondance a tendance à diminuer avec la profondeur quelle que soit l'année considérée. Les patrons de variabilité spatiale diffèrent entre les saisons, sans qu'il n'y ait là encore de tendance conservée entre les années (ANOVA, interaction année x saison x site x profondeur $p < 0,0001$).

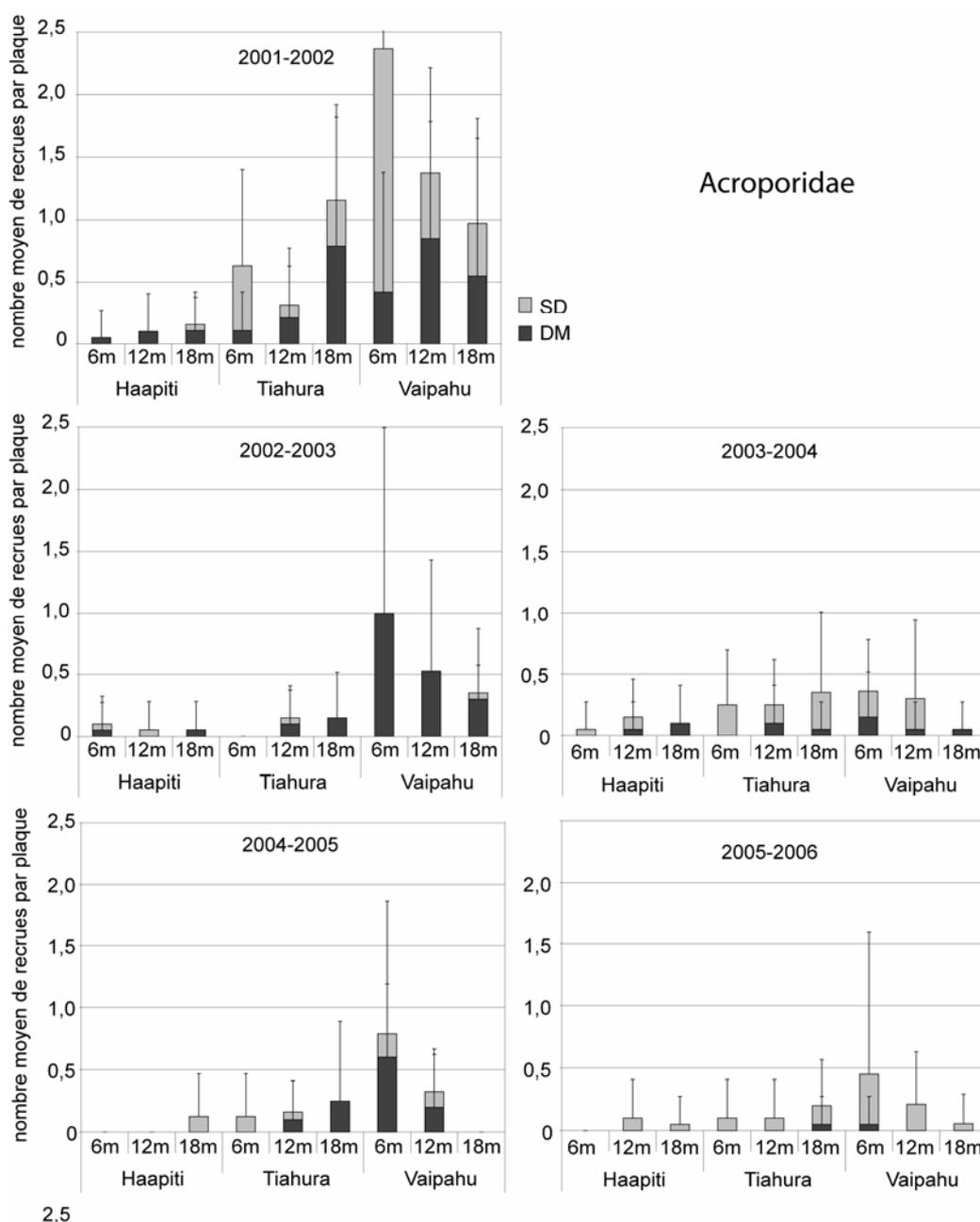


Figure 19 : abondance moyenne par plaque des recrues de la famille des Acroporidae aux neuf stations d'étude autour de Moorea en septembre-décembre (SD) et en décembre-mars (DM) pour chacune des cinq années d'étude. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

L'abondance des recrues de la famille des **Poritidae** (Figure 20) est moindre à Haapiti qu'aux autres sites, quelles que soient la saison et l'année considérées. Cependant, selon les saisons et les années elle est maximale tantôt à Tiahura, tantôt à Vaipahu (ANOVA, interaction année x saison x site, $p < 0,05$). L'abondance de ces recrues varie également en fonction de la profondeur, et est maximale à 12 m sauf à Vaipahu en 2001-2002, à Haapiti en 2002-2003, et à Tiahura en 2004-2005 (Figure 20 ; ANOVA, interaction site x profondeur, $p < 0,05$; Annexe 3). Cette plus forte abondance à 12 m est généralement conservée pour les deux saisons étudiées (Figure 20).

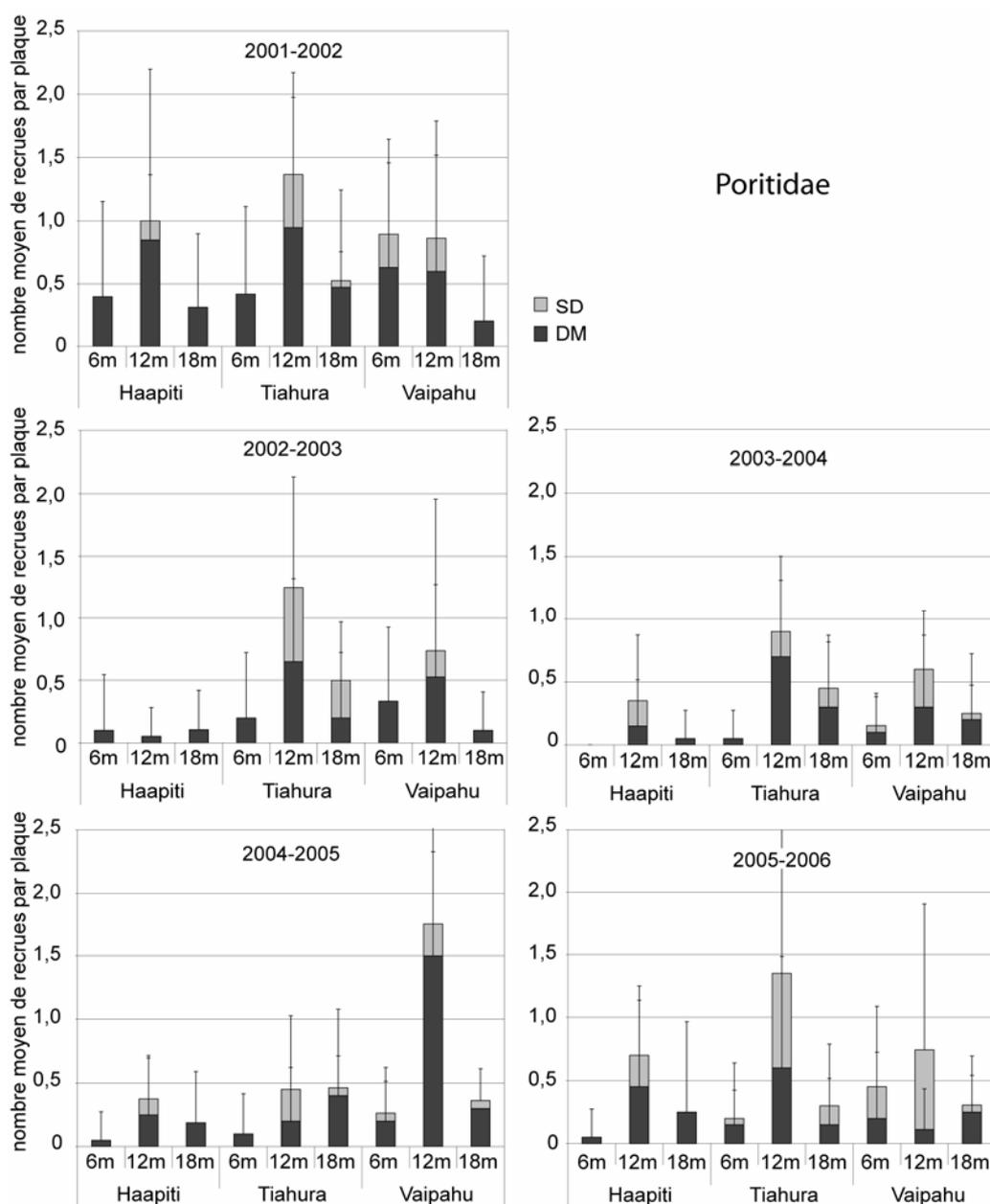


Figure 20 : abondance moyenne par plaque des recrues de la famille Poritidae aux neuf stations d'étude autour de Moorea en septembre-décembre (SD) et en décembre-mars (DM) pour chacune des cinq années d'étude. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

En résumé, autour de Moorea, les recrues sont largement dominées par les familles Pocilloporidae (plus de 60 %), Poritidae et Acroporidae, les « autres familles » étant très faiblement représentées. L'abondance des recrues fluctue de façon significative dans l'espace et le temps :

- selon les années, elle varie d'un facteur 2 si l'on considère tous les taxons, et d'un facteur supérieur à 5 pour la famille des Acroporidae. De plus, les années de fort recrutement ne sont pas les mêmes pour toutes les familles, ce qui entraîne une variabilité inter-annuelle de la contribution relative des différentes familles dans le peuplement total ;

- le recrutement varie également considérablement en fonction de la saison (septembre-décembre ou décembre-mars). Seulement 4 % des Pocilloporidae ont été échantillonnés en septembre-décembre, contre 1/3 des Poritidae et la moitié des Acroporidae. Pour cette famille, le pic de recrutement a lieu tantôt en septembre-décembre, tantôt en décembre-mars ;

- l'abondance des recrues de l'ensemble des familles et de chacune des trois principales familles est moindre à Haapiti, situé sur la côte ouest, qu'à Tiahura et Vaipahu, situés sur la côte nord, bien qu'il y ait des exceptions certaines saisons et/ou années ;

- l'abondance des recrues de Pocilloporidae a généralement tendance à augmenter avec la profondeur à Haapiti, et à l'inverse, à diminuer avec la profondeur à Vaipahu. L'abondance des recrues de Poritidae est pratiquement toujours maximale à 12 m, et les recrues d'Acroporidae ne présentent pas de patron de variabilité bathymétrique stable dans le temps.

II.3.1.2. Variabilité spatio-temporelle du peuplement de juvéniles autour de Moorea

En moyenne sur les quatre années d'étude, 59,7 juvéniles ont été comptabilisés par transect-couloir de 10 m², soit 5,97 par m². Le peuplement est dominé par les genres *Pocillopora* (30,0 %), *Acropora* (23,6 %) et *Porites* (13,1 %), qui représentent à eux trois plus de 2/3 du peuplement. Suivent les genres *Montastrea* (8,1 %, famille Faviidae), *Pavona* (6,5 %, famille Agaricidae), *Psammocora* (6,47 %, famille Siderastreae), *Fungia* (6,02 %, famille Fungiidae) et *Montipora* (3,3 %, famille Acroporidae). Les genres *Leptastrea* (famille Faviidae), *Leptoseris* (famille Agaricidae), *Acanthastrea* (famille Mussidae), *Cyphastrea* (famille Faviidae), *Herpolitha* (famille Fungiidae), *Favia* (famille Faviidae), *Sandalolitha* (famille Fungiidae), et *Pachyseris* (famille Agaricidae) représentent chacun moins de 1 % du peuplement total, leur somme ne dépassant pas 3 %.

Entre 2003 et 2006, l'abondance des juvéniles a continuellement diminué, passant de 78,6 à 43,7 juvéniles par transect-couloir. Si l'on considère l'ensemble du peuplement, les variations inter-annuelles sont toutes significatives (test t pour échantillons appariés, $p < 0,01$), sauf entre 2004 et 2005 (test t échantillons appariés, $p = 0,3835$; Figure 21).

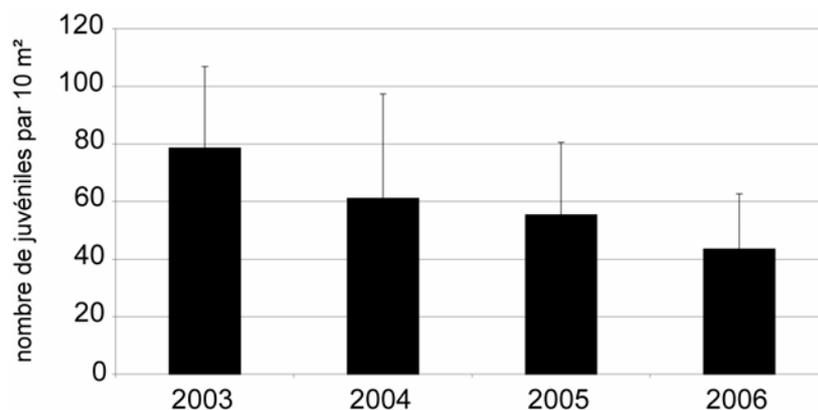


Figure 21 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles (tous taxons confondus) de 2003 à 2006 à Moorea. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

L'abondance des *Pocillopora*, des *Acropora* et des *Porites* diminue d'année en année entre 2003 et 2006, mais les différences ne sont pas toutes significatives (Figure 22). Pour le genre *Pocillopora*, seule l'année 2006 présente une abondance significativement inférieure à celle des années précédentes (test t échantillons appariés, $p < 0,01$). Pour le genre *Acropora*, les abondances relevées en 2003 et 2004 sont significativement supérieures à celles relevées en 2005 et 2006 mais ne diffèrent pas entre elles (test t échantillons appariés). Pour le genre *Porites*, seule l'année 2003 présente significativement plus de juvéniles que les années suivantes (test t échantillons appariés, $p < 0,01$).

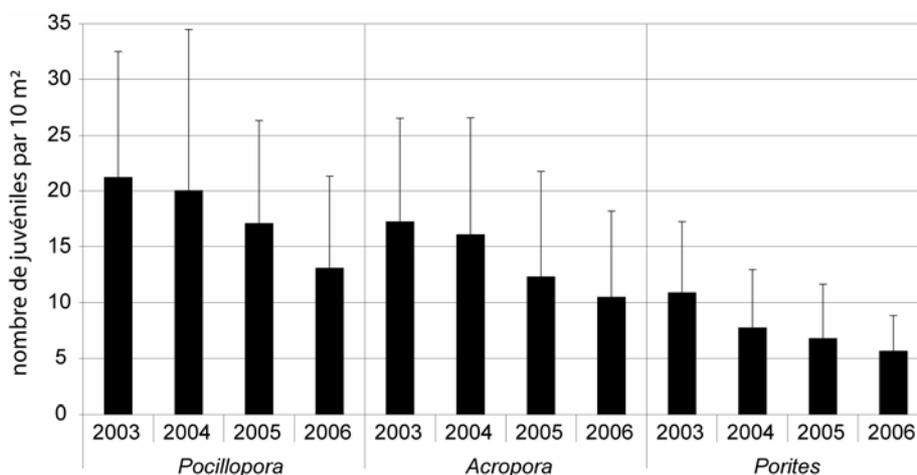


Figure 22 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* au cours des quatre années d'étude à Moorea. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Sur l'ensemble du peuplement de juvéniles, l'abondance est significativement moindre à Haapiti qu'aux autres sites, quelle que soit l'année considérée (ANOVA, facteur site, SNK, $p < 0,05$; Annexe 4). L'abondance des juvéniles a généralement tendance à augmenter avec la profondeur, sauf à Haapiti en 2005 et 2006 (Figure 23). Pour les années 2004, 2005 et 2006, la structure bathymétrique de l'abondance des juvéniles n'est pas la même aux trois sites d'étude (ANOVA, interaction site x profondeur, $p < 0,05$; Annexe 4). En 2004, l'abondance ne varie pas

entre les profondeurs à Haapiti (SNK, $p > 0,05$), mais est plus importante à 18 m qu'à 6 et 12 m à Tiahura, et moindre à 6 m qu'à 12 et 18 m à Vaipahu (SNK, $p < 0,05$; Figure 23). En 2005 et 2006, elle ne varie pas significativement entre les profondeurs à Haapiti et Vaipahu (SNK, $p > 0,05$) mais est plus importante à 18 m qu'à 6 et 12 m à Tiahura (SNK, $p < 0,05$; Figure 23). En ce qui concerne le site de Haapiti, même si l'abondance n'est pas significativement différente entre les profondeurs pour les années 2004, 2005 et 2006, elle tend à augmenter avec la profondeur en 2004, et tend à diminuer avec la profondeur en 2005 et 2006.

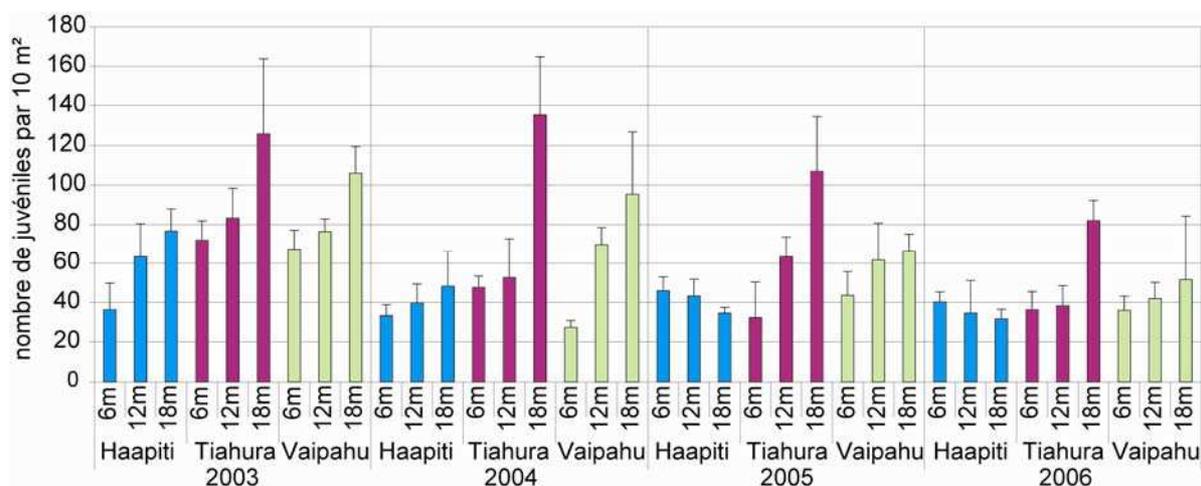


Figure 23 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles (tous taxons confondus) aux neuf stations d'étude autour de Moorea et pour les quatre années d'étude. Les stations du site de Haapiti sont figurées en bleu, celles de Tiahura en violet et celles de Vaipahu en vert. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

De même que pour l'ensemble des taxons, la variabilité spatiale des juvéniles du genre *Pocillopora* présente des patrons de variation différents entre les années (Figure 24). En 2003, on observe significativement plus de juvéniles à Tiahura qu'à Vaipahu et Haapiti (SNK, $p < 0,05$) alors que l'abondance ne varie pas significativement entre les sites en 2004, 2005 et 2006 (ANOVA, $p < 0,05$; Annexe 5). L'abondance varie avec la profondeur pour certains sites et certaines années, mais l'on n'observe pas de patron de variation stable entre les sites et/ou les années. A Haapiti, l'abondance ne varie pas significativement entre les profondeurs, quelle que soit l'année considérée (SNK, $p > 0,05$). A Tiahura, l'abondance tend à être moins importante à 12 m qu'aux autres profondeurs pour les quatre années, mais seules les différences entre 6 et 12 m en 2003 et entre 12 et 18 m en 2004 sont significatives (SNK, $p < 0,05$). A Vaipahu, l'abondance est moindre à 12 m qu'à 18 m en 2003 et ne varie pas significativement avec la profondeur les autres années.

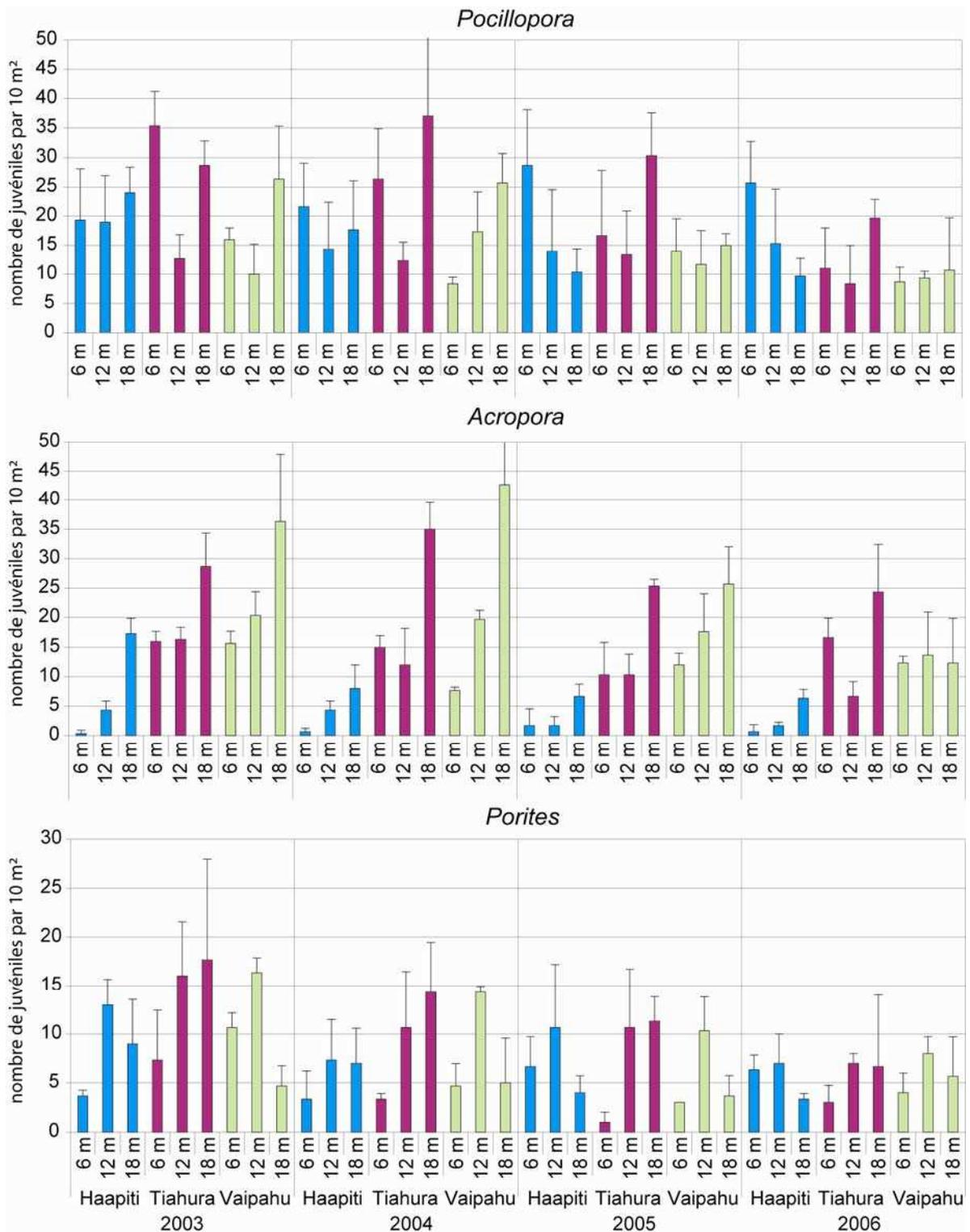


Figure 24 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* aux neuf stations d'étude autour de Moorea pour chacune des quatre années. Les stations du site de Haapiti sont représentées en bleu, celles de Tiahura en violet et celles de Vaipahu en vert. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Pour le genre *Acropora*, l'abondance des juvéniles est moindre à Haapiti qu'aux deux autres sites, quelle que soit l'année considérée (ANOVA, $p < 0,05$; Annexe 6). Elle est plus importante à 18 m qu'aux autres profondeurs à tous les sites et pour toutes les années (SNK, $p < 0,05$), sauf à Tiahura en 2006, où elle est minimale à 12 m (SNK, $p < 0,05$) et à Vaipahu en 2006, où aucune

différence significative n'a pu être mise en évidence entre les profondeurs (SNK, $p > 0,05$). La significativité de l'interaction site x profondeur en 2003 et 2004 est due aux différences d'abondance relevées entre 6 et 12 m à Haapiti en 2003 et à Vaipahu en 2004 (SNK, $p < 0,05$).

Pour le genre *Porites*, l'abondance des juvéniles ne diffère pas significativement entre les sites, quelle que soit l'année considérée (ANOVA, $p > 0,05$; Annexe 7). Les différences entre les profondeurs d'un même site ne sont généralement pas non plus significatives, malgré un effet significatif de la profondeur en 2004 et des interactions site x profondeur pour les années 2003 et 2006 (ANOVA, $p < 0,05$, Annexe 7). L'abondance est le plus souvent maximale à 12 m à Haapiti et Vaipahu, même si cette différence n'est significative qu'en 2005 à Vaipahu. A Tiahura, l'abondance a tendance à augmenter avec la profondeur, mais les différences ne sont significatives que pour l'année 2005.

En résumé, autour de Moorea, l'abondance des juvéniles :

- diminue d'année en année depuis 2003, pour l'ensemble du peuplement (45 % en 4 ans) et pour chacun des trois principaux genres ;
- est moindre à Haapiti qu'aux deux autres sites pour l'ensemble des genres et pour le genre *Acropora*, mais ne varie pas entre les sites pour les genres *Pocillopora* et *Porites* ;
- a tendance à augmenter avec la profondeur pour l'ensemble des genres (sauf à Haapiti en 2005 et 2006) et pour le genre *Acropora*, mais ne présente pas de patron de variation bathymétrique stable entre les sites et les années pour les genres *Pocillopora* et *Porites*.

II.3.1.3. Variabilité spatio-temporelle du peuplement d'adultes autour de Moorea

En moyenne sur les quatre années d'étude, 235,6 colonies adultes ont été comptabilisées par transect-couloir, soit 23,56 m⁻². Le peuplement adulte est dominé, comme celui des juvéniles, par les genres *Pocillopora* (30,6 %), *Acropora* (18,0 %), et *Porites* (14,2 %), qui représentent à eux trois 62,8 % des colonies adultes comptabilisées. Suivent les genres *Pavona* (8,7 %), *Montipora* (7,1 %), *Fungia* (6,2 %), *Montastrea* (5,0 %), *Leptastrea* (4,0 %), *Psammocora* (2,1 %) et *Leptoseris* (1,5 %). Les genres *Herpolitha*, *Cyphastrea*, *Acanthastrea*, *Favia*, *Sandalolitha*, *Astreopora*, *Lobophyllia* et *Gardineroseris* représentent chacun moins de 1 % des adultes. L'abondance des adultes diminue d'année en année de 2003 à 2006, et ces différences sont toutes significatives (test t pour échantillons appariés, $p < 0,01$; Figure 25).

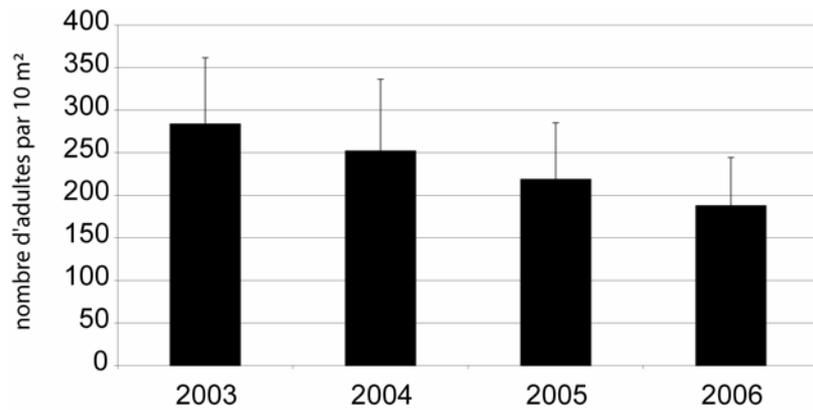


Figure 25 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes au cours des quatre années d'étude à Moorea. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

L'abondance des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* diminue également d'année en année (Figure 26). Pour *Pocillopora*, des différences significatives ont été détectées entre toutes les années sauf entre 2003 et 2004 (test t pour échantillons appariés). Pour les genres *Acropora* et *Porites*, seule l'abondance relevée en 2003 diffère de celles des autres années (test t pour échantillons appariés).

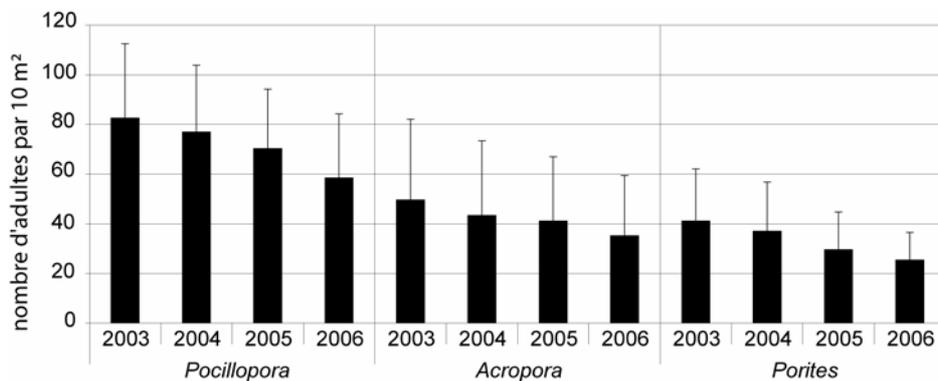


Figure 26 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* au cours des quatre années d'étude à Moorea. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

On observe moins d'adultes à Haapiti qu'aux autres sites, quelle que soit l'année considérée (ANOVA, $p < 0,001$; Annexe 8 ; Figure 27), et l'abondance varie entre les profondeurs, mais de façon différente en fonction des sites et des années. A Haapiti, l'abondance est maximale à 12 m pour toutes les années, mais les différences entre les profondeurs ne sont pas significatives en 2006 (SNK, $p > 0,05$). A Tiahura, elle a tendance à augmenter avec la profondeur en 2003 et 2004 et est maximale à 12 m en 2005 et 2006. Les différences entre les profondeurs ne sont cependant pas significatives en 2006 (SNK, $p > 0,05$). A Vaipahu, l'abondance a tendance à augmenter avec la profondeur les trois premières années (différences significatives entre 6 m et 12 m et entre 6 m et 18 m, SNK, $p < 0,05$), alors que, comme pour les autres sites, les différences entre profondeurs en 2006 ne sont pas significatives (SNK, $p > 0,05$).

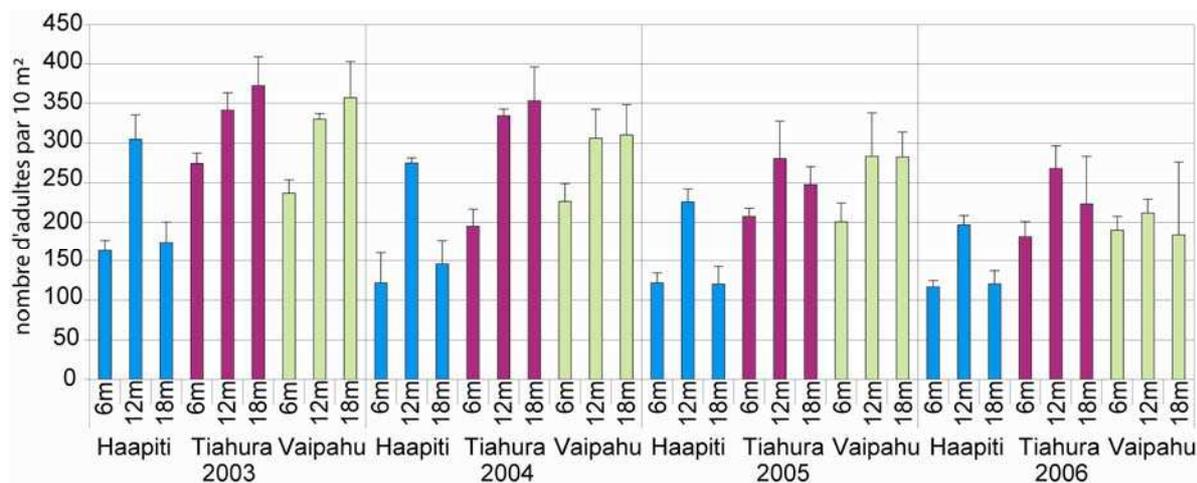


Figure 27 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes (tous taxons confondus) aux neuf stations d'étude autour de Moorea pour chacune des quatre années d'étude. Les stations du site de Haapiti sont représentées en bleu, celles de Tiahura en violet et celles de Vaipahu en vert. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Pour le genre *Pocillopora*, l'abondance ne varie pas significativement entre les trois sites (ANOVA, $p > 0,05$; Annexe 11 ; Figure 28), mais varie avec la profondeur, de façon différente selon les sites et les années. Ainsi, à Haapiti, l'abondance est maximale à 12 m quelle que soit l'année considérée, mais les différences entre l'abondance relevée à 12 m et celle relevée à 6 m ne sont pas significatives (SNK, $p > 0,05$), sauf en 2004 (SNK, $p < 0,05$; Figure 28). A Tiahura, l'abondance est plus importante à 6 m qu'à 12 et 18 m (SNK, $p < 0,05$ sauf entre 6 et 12 m en 2006). A Vaipahu, elle est moindre à 18 m qu'aux autres profondeurs pour les quatre années, mais les différences ne sont pas toutes significatives (SNK, $p > 0,05$).

L'abondance des adultes du genre *Acropora* est moindre à Haapiti qu'aux autres sites, quelle que soit l'année (ANOVA, $p < 0,0001$; Annexe 10 ; Figure 28). Elle est également moindre à 6 m qu'à 12 et 18 m à tous les sites et pour toutes les années (SNK, $p < 0,05$) sauf à Tiahura en 2005 et à Tiahura et Vaipahu en 2006. L'abondance à 12 m ne diffère pas de celle relevée à 18 m (SNK, $p < 0,05$) sauf à Tiahura en 2005 (SNK, $p > 0,05$).

L'abondance des adultes du genre *Porites* est moindre à Haapiti qu'aux autres sites, mais ces différences ne sont significatives qu'en 2003 et 2006 (ANOVA, $p < 0,05$; Annexe 11 ; SNK, $p < 0,05$; Figure 28). L'abondance des adultes de ce genre est maximale à 12 m à tous les sites et pour chacune des quatre années d'étude (Figure 28), et ces différences sont toutes significatives sauf entre 6 et 12 m à Tiahura et Vaipahu en 2006. L'abondance relevée à 6 m n'est pas différente de celle relevée à 12 m (SNK, $p > 0,05$), sauf à Tiahura et Vaipahu en 2006 (SNK, $p < 0,05$).

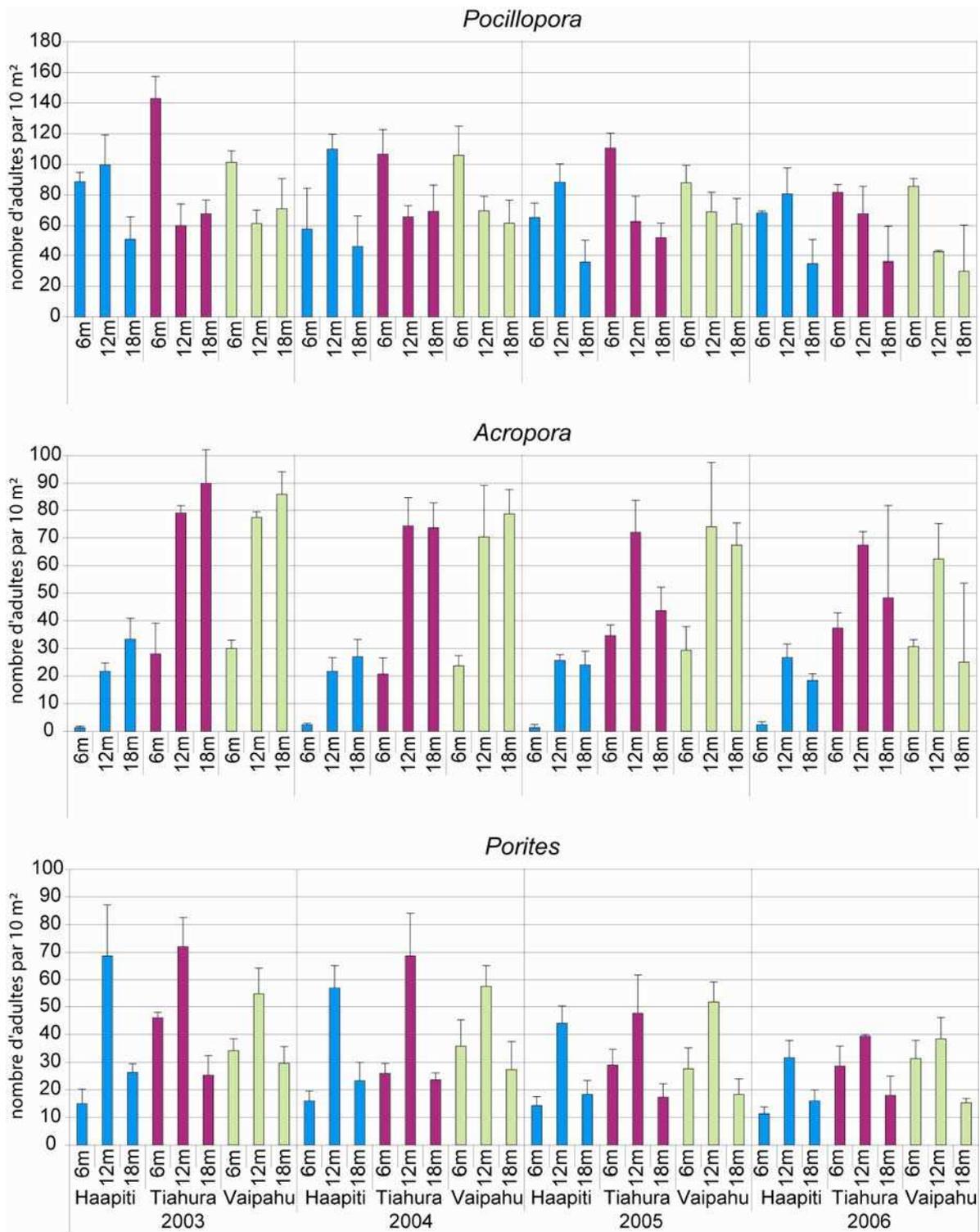


Figure 28 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* aux neuf stations d'étude autour de Moorea pour les quatre années étudiées. Les stations du site de Haapiti sont représentées en bleu, celles de Tiahura en violet et celles de Vaipahu en vert. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

En résumé, autour de Moorea, l'abondance des adultes :

- a tendance à diminuer d'année en année depuis 2003, pour l'ensemble du peuplement (34 % sur 4 ans) et pour chacun des trois principaux genres ;
- est moindre à Haapiti qu'aux deux autres sites pour l'ensemble des genres et pour les genres *Acropora* et *Porites*, mais ne varie pas entre les sites pour le genre *Pocillopora* ;
- est maximale à 12 m à Haapiti et tend à diminuer avec la profondeur à Tiahura et Vaipahu pour le genre *Pocillopora*, a tendance à augmenter avec la profondeur pour le genre *Acropora*, et est maximale à 12 m pour le genre *Porites*. Pour l'ensemble du peuplement, l'abondance varie en fonction de la profondeur, mais de façon différente selon les sites et les années considérés.

II.3.1.4. Contributions relatives des juvéniles et des adultes dans les assemblages locaux

La contribution relative des juvéniles par rapport à l'ensemble des colonies (juvéniles + adultes) est peu variable entre les années et les sites. Elle varie de 18,1 % à Vaipahu en 2006 à 22,1 % à Tiahura en 2003 (Figure 29). La contribution relative des juvéniles varie davantage entre les profondeurs, et est supérieure à 18 m qu'aux deux autres profondeurs, quelle que soit l'année considérée (Figure 29).

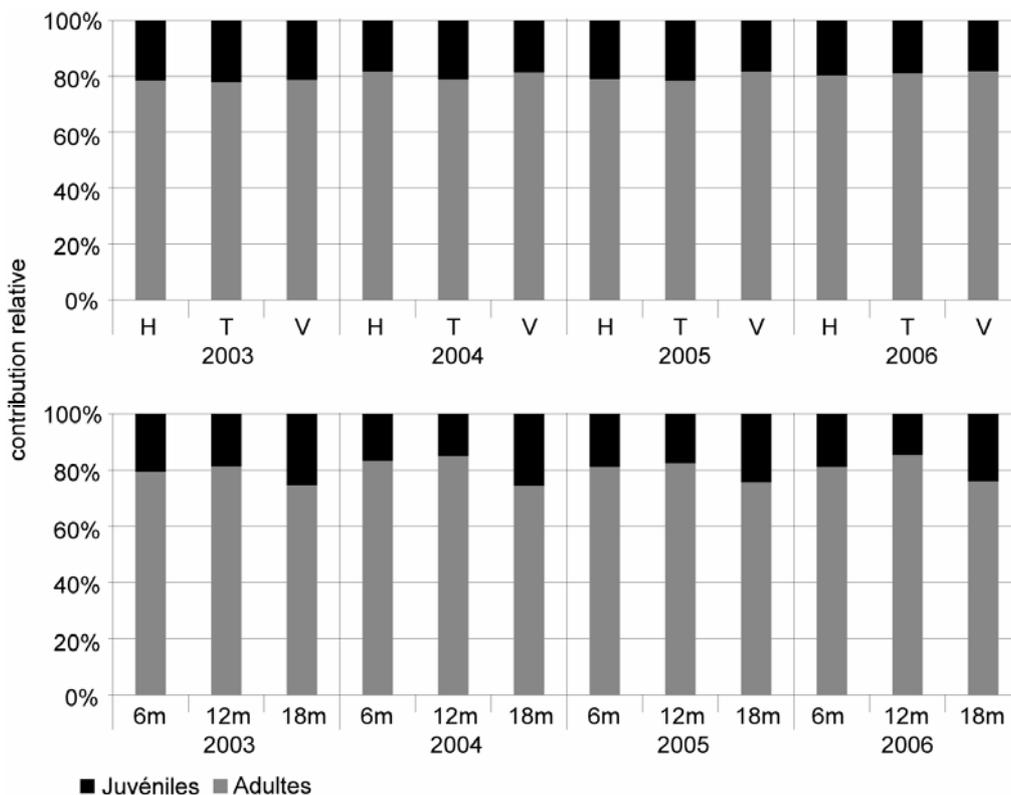


Figure 29 : contributions relatives des juvéniles et des adultes à Moorea, aux trois sites (en haut) et aux trois profondeurs (en bas) pour les quatre années d'étude. Tous taxons confondus.

La contribution relative des juvéniles varie de façon importante entre les genres. Le genre *Psammocora* compte plus de 40 % de juvéniles, les genres *Montastrea*, *Acanthastrea*, *Acropora*, *Cyphastrea*, *Pocillopora* et *Fungia* en présentent entre 20 et 30 %, les genres *Porites*, *Pavona*, *Leptoseris* et *Montipora* en comptabilisent entre 10 et 20 %, et enfin, les genres *Sandalolitha*, *Astreopora*, *Herpolitha*, *Leptastrea* et *Favia* possèdent moins de 5 % de juvéniles. Aucun juvénile des genres *Gardineroseris* et *Lobophyllia* n'a été recensé. La seule colonie de *Pachyseris* ayant été échantillonnée est un juvénile (année 2006).

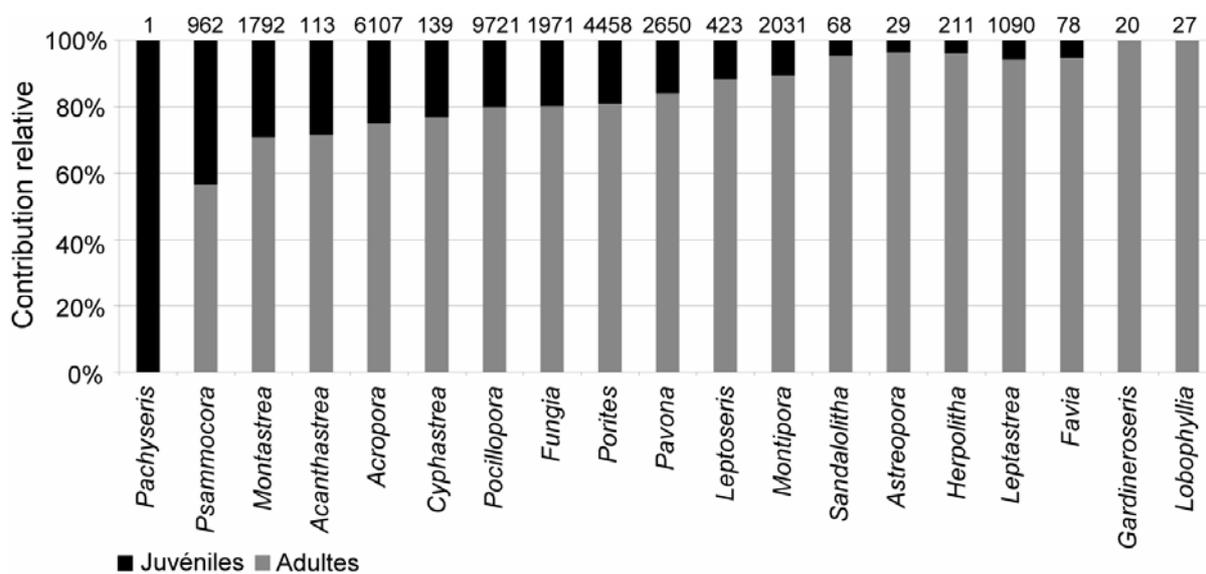


Figure 30 : contributions relatives des juvéniles et des adultes pour les différents genres recensés autour de Moorea. Les chiffres en haut des histogrammes indiquent le nombre de colonies comptabilisées.

Les variations bathymétriques de la contribution relative des juvéniles dans le peuplement total diffèrent selon les genres. Ainsi, si l'on considère les trois genres principaux, *Pocillopora* et *Porites* présentent proportionnellement moins de juvéniles à 6 et 12 m qu'à 18 m alors qu'*Acropora* affiche proportionnellement moins de juvéniles à 12 m qu'à 6 et 18 m (Annexe 12). Pour les trois genres, la contribution relative des juvéniles est peu variable entre les sites (quelle que soit l'année considérée), et sa distribution bathymétrique est stable entre les années.

II.3.2. Relations pluri-annuelles entre les structures spatiales des recrues, des juvéniles et des adultes autour de Moorea

Les peuplements de recrues, de juvéniles et d'adultes sont tous dominés par les familles des Pocilloporidae (représentée à Moorea par le genre *Pocillopora*), des Acroporidae (genres *Acropora*, *Montipora* et *Astreopora*), et des Poritidae (genre *Porites*). Les contributions relatives des différentes familles dans le peuplement adulte sont très similaires à celles relevées dans le peuplement juvénile. Par contre, le peuplement de recrues diffère des peuplements adulte et juvénile en terme

de contribution relative des différentes familles (Figure 31). Alors que les contributions relatives des différentes familles varient d'année en année chez les recrues, du fait que les années de fort recrutement ne sont pas les mêmes pour toutes les familles, elles sont stables chez les juvéniles et les adultes. L'abondance des recrues, des juvéniles et des adultes est moindre à Haapiti qu'aux autres sites (Figure 32). Cependant, la distribution spatiale de l'abondance des recrues est très différente de celles des juvéniles et des adultes, plus proches l'une de l'autre (Figure 33).

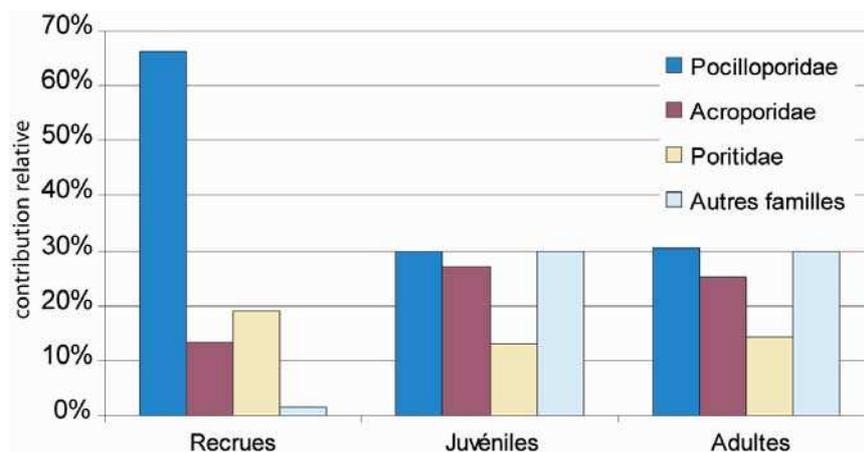


Figure 31 : contribution relative des Pocilloporidae, Acroporidae, Poritidae et des « autres familles » dans le peuplement total pour les recrues, les juvéniles et les adultes à Moorea.

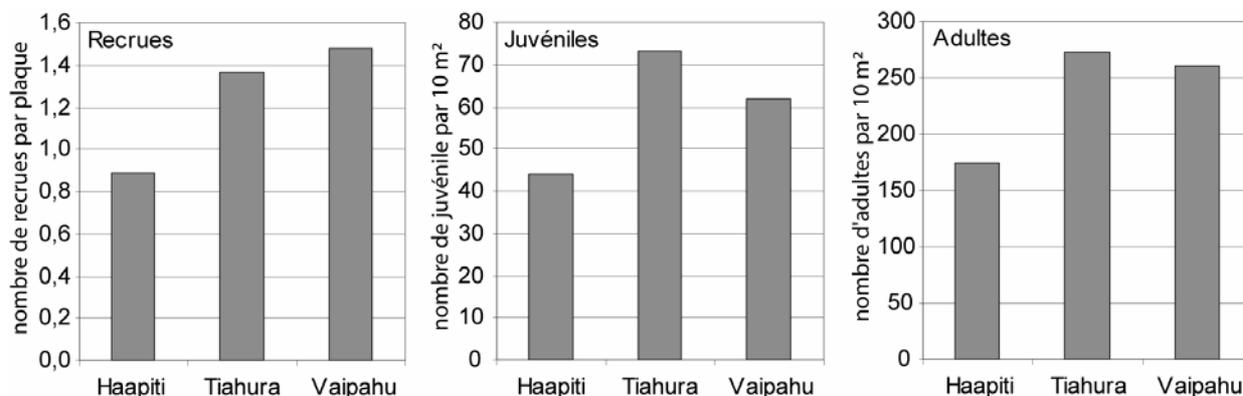


Figure 32 : abondance moyenne par plaque et par transect-couloir des recrues, et par transect-couloir des juvéniles et des adultes aux trois sites d'études autour de Moorea. Profondeurs, saisons et années confondus. Tous taxons confondus.

Si l'on considère **l'ensemble des taxons** (Figure 33), aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des adultes ni entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des juvéniles, quelles que soient les années considérées (Tableau 1). Les patrons de variation des recrues sont donc différents de ceux des adultes et des juvéniles (Figure 33). Par contre, l'abondance moyenne des juvéniles sur 4 ans (2003 à 2006) est significativement et positivement corrélée à celle des adultes sur 4 ans.

L'abondance aux neuf stations des juvéniles est le plus souvent corrélée à celle des adultes de la même année, et à celle des années suivantes (Tableau 1). Cependant, les abondances des juvéniles de 2003 et 2004 ne sont pas corrélées de façon significative à celle des adultes de 2006, et l'abondance des juvéniles de 2006 n'est corrélée qu'à l'abondance moyenne des adultes sur 4 ans. En outre, l'abondance combinée des juvéniles des années 2003+2004 est positivement et significativement corrélée à celle des adultes des années 2004+2005, 2005+2006, et 2004+2005+2006.

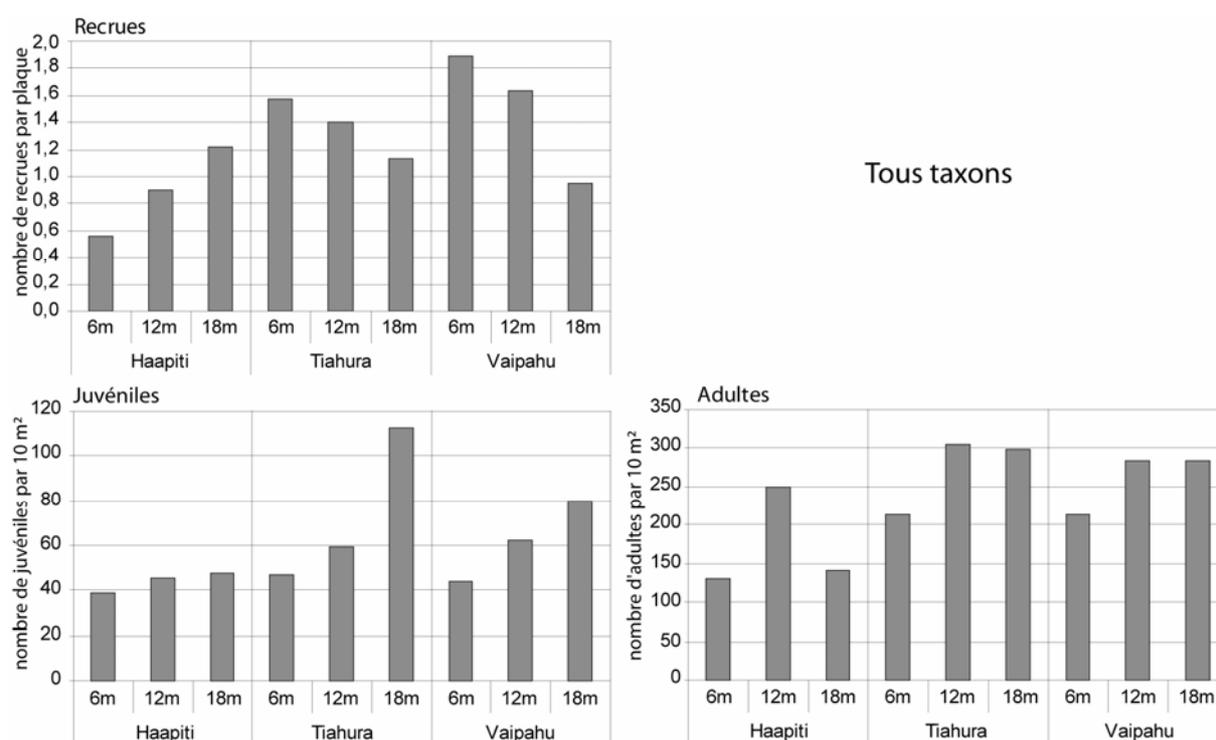


Figure 33 : abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues et abondance moyenne par transect-couloir des juvéniles et des adultes aux neuf stations d'étude autour de Moorea. Toutes années confondues. Tous taxons confondus.

Tableau 1 : résultats des corrélations non paramétriques de Spearman entre l'abondance aux neuf stations autour de Moorea des recrues et celle des juvéniles (J), entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des adultes (A) et entre l'abondance aux 27 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes. Toutes familles confondues. ρ : coefficient de corrélation non paramétrique de Spearman.

		recrues											
		2001-2002		2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006		5 ans	
		ρ	p	ρ	p								
J	2003	-0,067	NS	0,117	NS							0,117	NS
	2004	-0,083	NS	-0,183	NS	0,117	NS					-0,050	NS
	2005	0,167	NS	-0,367	NS	-0,167	NS	-0,167	NS			-0,183	NS
	2006	0,283	NS	-0,333	NS	0,017	NS	-0,192	NS	-0,259	NS	-0,150	NS
	4 ans	0,000	NS	-0,067	NS	0,217	NS	0,184	NS	0,050	NS	0,083	NS

		recrues											
		2001-2002		2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006		5 ans	
		ρ	p	ρ	p								
A	2003			-0,217	NS	0,167	NS					0,017	NS
	2004	0,250	NS			0,183	NS	0,167	NS			0,100	NS
	2005	0,250	NS	-0,250	NS			0,183	NS	0,343	NS	0,150	NS
	2006	0,450	NS	-0,017	NS	0,333	NS			0,586	NS	0,300	NS
	4 ans	0,167	NS	-0,377	NS	0,233	NS	0,042	NS	0,360	NS	0,100	NS

		juvéniles									
		2003		2004		2005		2006		4 ans	
		ρ	p								
A	2003	0,662	0,0007							0,733	<0,0001
	2004	0,574	0,0034	0,627	0,0014					0,716	0,0003
	2005	0,529	0,0069	0,652	0,0009	0,715	0,0003			0,708	0,0003
	2006	0,237	NS	0,241	NS	0,503	0,0103	0,274	NS	0,409	0,0372
	4 ans	0,573	0,0035	0,625	0,0014	0,750	0,0001	0,396	0,0434	0,743	0,0002

Si l'on examine les relations au niveau des différentes familles, les situations divergent. Pour la famille des **Pocilloporidae** (Figure 34), aucune corrélation significative entre recrues et juvéniles, entre recrues et adultes et entre juvéniles et adultes n'a été obtenue, quelles que soient les années considérées (Tableau 2). Les structures spatiales des recrues, des juvéniles et des adultes sont différentes pour cette famille (Figure 34). On observe moins de recrues de Pocilloporidae à Haapiti qu'aux autres sites, alors que l'abondance des juvéniles et des adultes ne varie pas entre les sites. L'abondance des recrues a tendance à augmenter avec la profondeur à Haapiti alors que celle des juvéniles a tendance à diminuer avec la profondeur et celle des adultes est maximale à 12 m à ce site. L'abondance des recrues et des adultes a tendance à diminuer avec la profondeur à Tiahura et Vaipahu, alors que celle des juvéniles augmente avec la profondeur à Vaipahu et est minimale à 12 m à Tiahura.

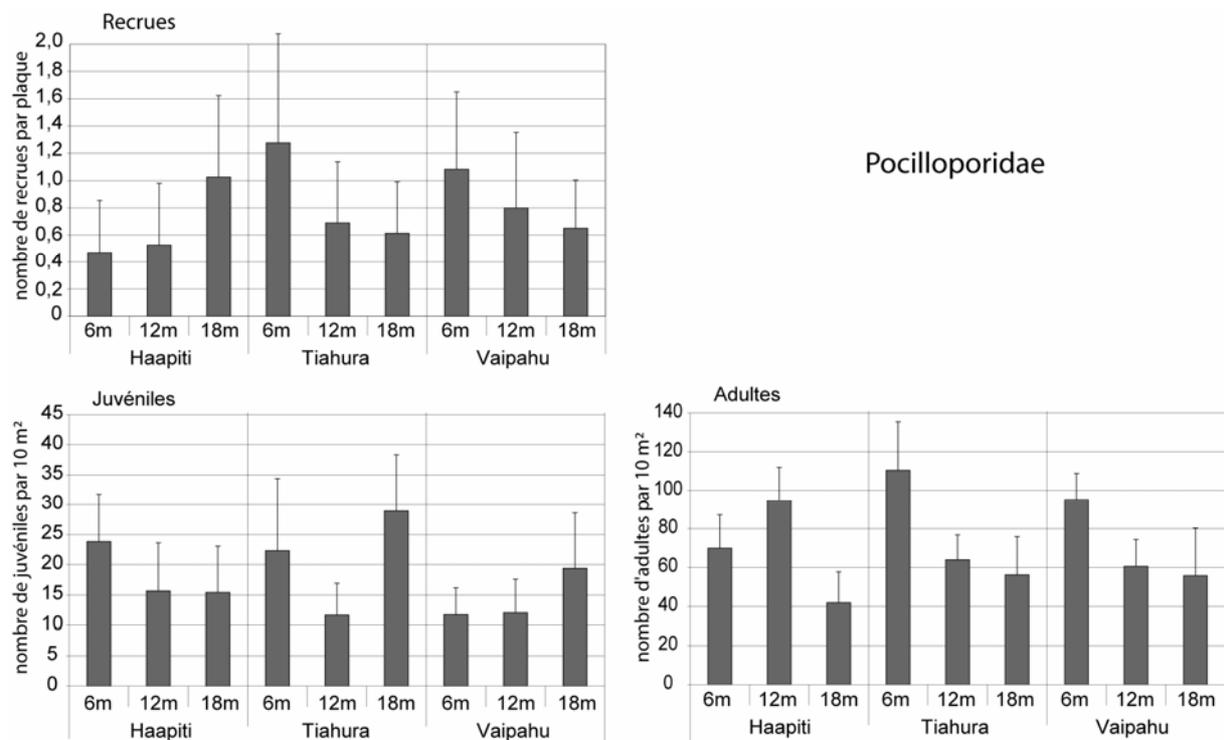


Figure 34 : abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues et par transect-couloir des juvéniles et des adultes de la famille Pocilloporidae aux neuf stations d'étude autour de Moorea. Les années ont été compilées. Les barres d'erreur représentent les écarts-types

Tableau 2 : résultats des corrélations non paramétriques de Spearman entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des juvéniles (J), entre l'abondance aux neuf stations d'étude autour de Moorea des recrues et celle des adultes (A) et entre l'abondance aux 27 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes. ρ : coefficient de corrélation non paramétrique de Spearman. Famille Pocilloporidae.

		recrues											
		2001-2002		2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006		5 ans	
		ρ	p	ρ	p								
J	2003	0,017	NS	0,550	NS							0,050	NS
	2004	-0,283	NS	0,300	NS	-0,159	NS					-0,150	NS
	2005	-0,067	NS	0,000	NS	-0,319	NS	-0,485	NS			-0,402	NS
	2006	0,050	NS	-0,233	NS	-0,611	NS	-0,583	NS	-0,400	NS	-0,517	NS
	4 ans	-0,067	NS	0,033	NS	-0,427	NS	-0,517	NS	-0,350	NS	-0,433	NS

		recrues											
		2001-2002		2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006		5 ans	
		ρ	p	ρ	p								
A	2003			0,083	NS	0,142	NS					0,117	NS
	2004	-0,050	NS			0,360	NS	-0,033	NS			0,217	NS
	2005	0,317	NS	-0,133	NS			0,017	NS	0,350	NS	0,233	NS
	2006	0,500	NS	0,000	NS	0,343	NS			0,283	NS	0,250	NS
	4 ans	0,400	NS	-0,017	NS	0,318	NS	0,050	NS	0,233	NS	0,217	NS

		juvéniles									
		2003		2004		2005		2006		4 ans	
		ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p
A	2003	0,336	NS							0,227	NS
	2004	0,034	NS	-0,092	NS					-0,036	NS
	2005	0,052	NS	-0,064	NS	-0,028	NS			-0,074	NS
	2006	-0,080	NS	-0,294	NS	0,098	NS	0,158	NS	-0,063	NS
	4 ans	0,105	NS	-0,120	NS	0,070	NS	0,083	NS	0,022	NS

Pour la famille des **Acroporidae** (Figure 35), l'abondance moyenne des recrues sur 5 ans est significativement et positivement corrélée à celle des juvéniles sur 4 ans, et à l'abondance des juvéniles de chacune des années étudiées sauf 2004. Par contre, l'abondance moyenne des recrues sur 5 ans n'est pas significativement corrélée à celle des adultes, quelles que soient les années considérées. Enfin, l'abondance moyenne des juvéniles sur 4 ans est significativement et positivement corrélée à celle des adultes sur 4 ans. Le résultat des corrélations est le même quand on considère seulement le genre *Acropora* ou seulement le genre *Montipora*, qui sont les deux principaux genres de cette famille (Tableau 3).

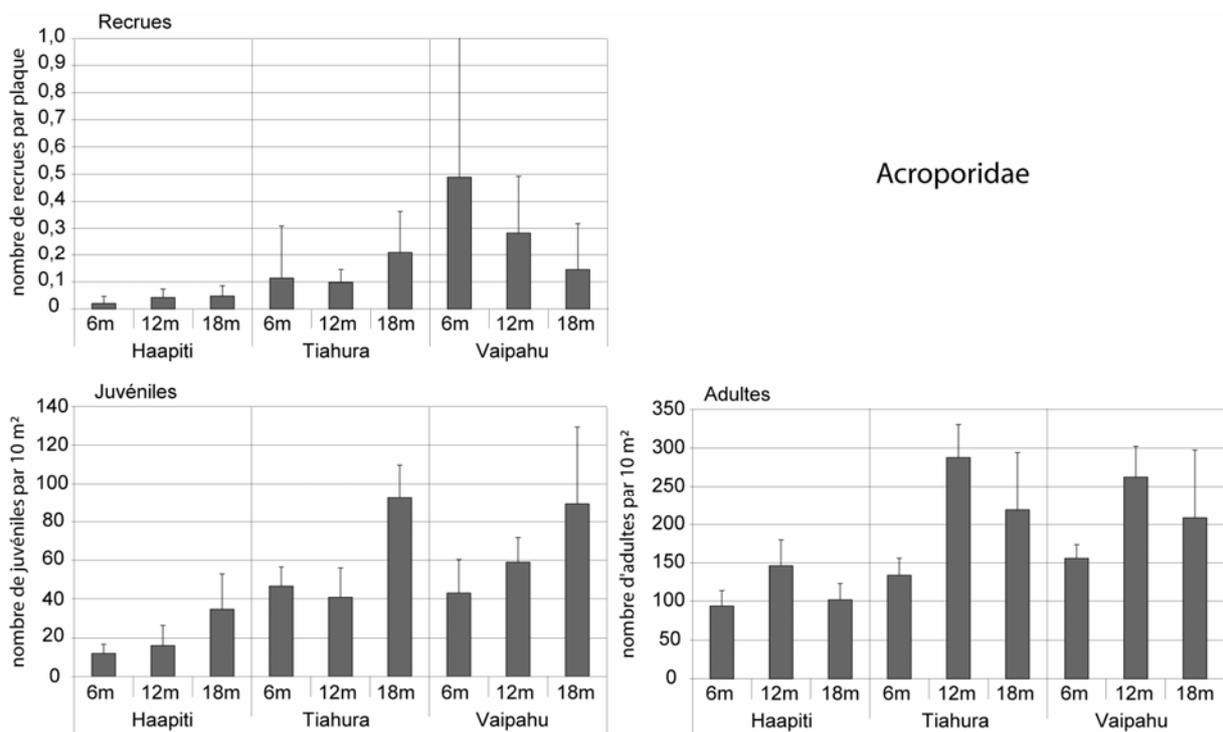


Figure 35 : abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues et par transect-couloir des juvéniles et des adultes de la famille des Acroporidae autour de Moorea. Toutes les années ont été compilées. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Si l'on considère les corrélations année par année, les situations diffèrent (Tableau 3). Ainsi, l'abondance des recrues d'Acroporidae de l'année 2001-2002 est significativement et positivement corrélée à celle des juvéniles des années 2003, 2005 et 2006, mais pas à l'abondance des adultes. Aucune corrélation significative n'a pu être obtenue entre l'abondance des recrues de l'année 2002-2003 et celle des juvéniles ou des adultes, quelle que soit l'année considérée. L'abondance des recrues de 2003-2004 n'est corrélée qu'à celle des adultes de 2006. Celle des recrues de l'année 2004-2005 n'est corrélée qu'à celle des juvéniles de 2006 et celle des recrues de 2005-2006 qu'à celle des adultes de 2006 (Tableau 3). En outre, on obtient des corrélations positives entre l'abondance compilée des recrues des années 2001-2002+2002-2003 et 2001-2002 à 2003-2004 et celle des juvéniles des années 2005 et 2006. L'abondance des juvéniles de la famille des

Acroporidae est le plus souvent significativement corrélée à celle des adultes. Les corrélations entre les juvéniles de 2003, 2004 et 2005 et les adultes de 2006 et entre les juvéniles de 2006 et les adultes de 2003, 2004 et 2005 ne sont pas significatives.

Tableau 3 : résultats des corrélations non paramétriques de Spearman entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des juvéniles (J), entre l'abondance aux neuf stations d'étude autour de Moorea des recrues et celle des adultes (A), et entre l'abondance aux 27 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes. ρ : coefficient de corrélation non paramétrique de Spearman. Famille Acroporidae.

		recrues											
		2001-2002		2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006		5 ans	
		ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p
J	2003	0,767	0,0301	0,647	NS							0,767	0,0301
	2004	0,583	NS	0,294	NS	0,176	NS					0,583	NS
	2005	0,817	0,0209	0,672	NS	0,462	NS	0,536	NS			0,817	0,0209
	2006	0,783	0,0267	0,294	NS	0,664	NS	0,715	0,0431	0,610	NS	0,783	0,0267
	4 ans	0,783	0,0267	0,437	NS	0,445	NS	0,477	NS	0,509	NS	0,783	0,0267

		recrues											
		2001-2002		2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006		5 ans	
		ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p
A	2003			0,496	NS	0,429	NS					0,467	NS
	2004	0,544	NS			0,481	NS	0,462	NS			0,544	NS
	2005	0,650	NS	0,664	NS			0,502	NS	0,576	NS	0,650	NS
	2006	0,533	NS	0,303	NS	0,714	0,0433			0,712	0,0440	0,533	NS
	4 ans	0,583	NS	0,605	NS	0,712	0,0440	0,494	NS	0,610	NS	0,583	NS

		juvéniles									
		2003		2004		2005		2006		4 ans	
		ρ	p								
A	2003	0,597	0,0023							0,593	0,0025
	2004	0,658	0,0008	0,654	0,0009					0,616	0,0017
	2005	0,496	0,0114	0,601	0,0022	0,544	0,0055			0,539	0,0060
	2006	0,141	NS	0,258	NS	0,341	NS	0,451	0,0214	0,243	NS
	4 ans	0,574	0,0034	0,661	0,0008	0,634	0,0012	0,396	0,0434	0,611	0,0018

En ce qui concerne la famille des **Poritidae** (Figure 36), l'abondance moyenne aux neuf stations des recrues sur 5 ans est significativement et positivement corrélée à l'abondance moyenne sur 4 ans des juvéniles et à l'abondance moyenne sur 4 ans des adultes. De même, l'abondance moyenne sur 5 ans des recrues est significativement et positivement corrélée à l'abondance des juvéniles de chacune des années sauf 2005 et à celle des adultes de chacune des quatre années. De plus, on observe des corrélations positives et significatives entre l'abondance sur 4 ans des juvéniles et celle des adultes. Les structures spatiales des recrues, des juvéniles et des adultes sont proches (Figure 36) : en moyenne sur 5 ans, l'abondance des recrues est maximale à 12 m aux trois sites d'études, comme l'abondance moyenne des juvéniles sur 4 ans (sauf à Tiahura) et des adultes sur 4 ans.

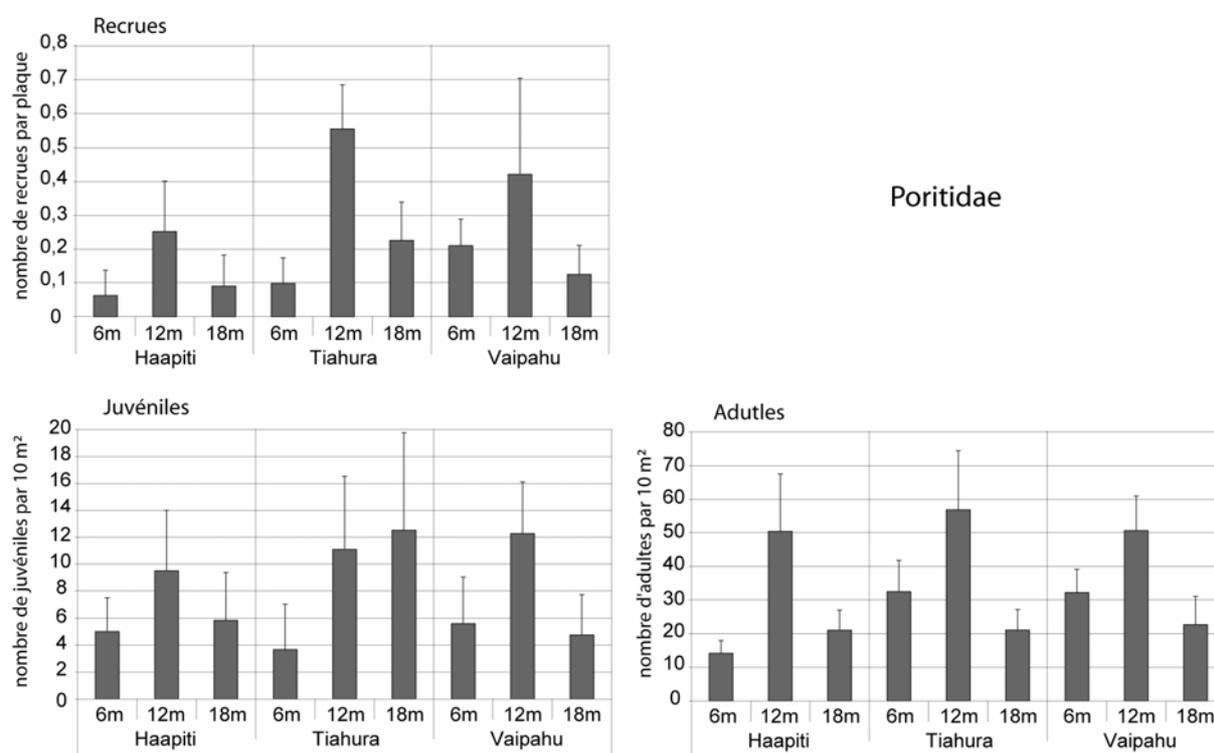


Figure 36 : abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues et par transect-couloir des juvéniles et des adultes de la famille Poritidae aux neuf stations d'étude autour de Moorea. Les années ont été compilées. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Si l'on considère les corrélations année par année, les situations diffèrent (Tableau 4). Ainsi, l'abondance des recrues de l'année 2001-2002 est corrélée significativement et positivement à celle des adultes des années 2004 et 2006. Par contre, l'abondance des recrues de l'année 2002-2003 n'est corrélée ni à l'abondance des juvéniles ni à celle des adultes, quelle que soit l'année considérée. L'abondance des recrues de 2003-2004 est corrélée à celles des juvéniles des années 2004 et 2006 et des adultes de 2004 et 2006. L'abondance des recrues de 2004-2005 est corrélée à celle des juvéniles des années 2005 et 2006, mais pas à l'abondance des adultes, quelle que soit l'année considérée. L'abondance des recrues de l'année 2005-2006 est corrélée à celles des

juvéniles de l'année 2006 et des adultes de toutes les années. De plus, l'abondance compilée des recrues des années 2001-2002+2002-2003 est significativement et positivement corrélée à celle des adultes de chacune des quatre années. L'abondance des recrues des années 2001-2002 à 2003-2004 est positivement et significativement corrélée à celle des juvéniles et des adultes de 2006. L'abondance des juvéniles de 2003 est corrélée à celle des adultes de chacune des quatre années. Celle des juvéniles de 2004 est corrélée à celle des adultes de la même année et de l'année suivante. Aucune corrélation n'est significative entre l'abondance des juvéniles de 2005 ou 2006 et celle des adultes.

Tableau 4 : résultats des corrélations non paramétriques de Spearman entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des juvéniles (J), entre l'abondance aux neuf stations d'étude autour de Moorea des recrues et celle des adultes (A), et entre l'abondance aux 27 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes. ρ : coefficient de corrélation non paramétrique de Spearman. Famille Poritidae.

		Recrues											
		2001-2002		2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006		5 ans	
		ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p
J	2003	0,650	NS	0,661	NS							0,817	0,0209
	2004	0,420	NS	0,519	NS	0,865	0,0144					0,773	0,0288
	2005	0,460	NS	0,235	NS	0,655	NS	0,603	NS			0,586	NS
	2006	0,577	NS	0,294	NS	0,773	0,0288	0,720	0,0418	0,703	0,0301	0,770	0,0294
	4 ans	0,533	NS	0,544	NS	0,753	0,0332	0,767	0,0301	0,567	NS	0,700	0,0477

		Recrues											
		2001-2002		2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006		5 ans	
		ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p
A	2003			0,310	NS	0,628	NS					0,767	0,0301
	2004	0,750	0,0381			0,803	0,0231	0,633	NS			0,900	0,0109
	2005	0,661	NS	0,424	NS			0,460	NS	0,787	0,0261	0,753	0,0332
	2006	0,883	0,0125	0,594	NS	0,751	0,0332			0,850	0,0162	0,883	0,0125
	4 ans	0,750	0,0339	0,477	NS	0,738	0,0378	0,533	NS	0,833	0,0184	0,850	0,0162

		Juvéniles									
		2003		2004		2005		2006		4 ans	
		ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p	ρ	p
A	2003	0,548	0,0052							0,443	0,0238
	2004	0,533	0,0065	0,450	0,0216					0,525	0,0074
	2005	0,578	0,0032	0,391	0,0464	0,321	NS			0,508	0,0096
	2006	0,584	0,0029	0,315	NS	0,142	NS	0,242	NS	0,425	0,0303
	4 ans	0,581	0,0030	0,382	NS	0,281	NS	0,308	NS	0,491	0,0123

Pour la catégorie « **autres familles** » (Figure 37), aucune corrélation significative entre recrues et juvéniles ni entre recrues et adultes n'a été obtenue, quelles que soient les années considérées. Par contre, les corrélations entre juvéniles et adultes sont positives et significatives, quelles que soient les années considérées, sauf en 2006 (Tableau 5). La distribution spatiale des recrues de ces familles diffère de celles des juvéniles et des adultes, qui présentent des patrons de distribution plus proches (Figure 37). De même, pour le genre *Pavona*, toutes les corrélations entre l'abondance des juvéniles et celle des adultes sont significatives. Pour le genre *Montastrea*, les abondances des juvéniles des années 2003 et 2005 sont significativement et positivement corrélées à celles des adultes de toutes les années. Les autres genres ne présentent pas des abondances suffisantes pour mener des analyses statistiques pertinentes.

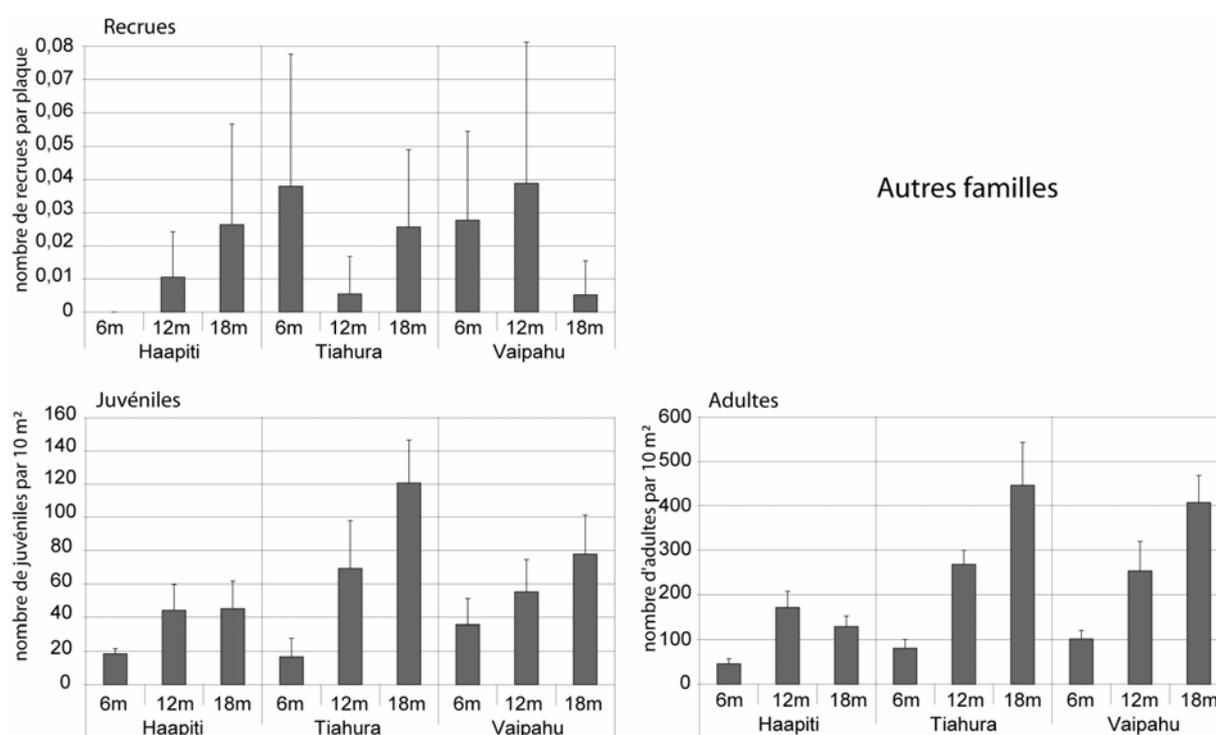


Figure 37 : abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues et par transect-couloir des juvéniles et des adultes des « autres familles », c'est-à-dire des familles autres que Pocilloporidae, Acroporidae et Poritidae aux neuf stations d'étude autour de Moorea. Les années ont été compilées. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Tableau 5 : résultats des corrélations non paramétriques de Spearman entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des juvéniles (J), entre l'abondance aux neuf stations d'étude autour de Moorea des recrues et celle des adultes (A) et entre l'abondance aux 27 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes. ρ : coefficient de corrélation non paramétrique de Spearman. Catégorie « autres familles ».

		Recrues											
		2001-2002		2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006		5 ans	
		ρ	p	ρ	p								
J	2003	0,518	NS	-0,305	NS							-0,083	NS
	2004	0,598	NS	-0,288	NS	-0,228	NS					-0,100	NS
	2005	0,359	NS	-0,441	NS	-0,202	NS	0,251	NS			-0,200	NS
	2006	0,520	NS	-0,366	NS	-0,335	NS	0,138	NS	-0,550	NS	-0,226	NS
	4 ans	0,518	NS	-0,373	NS	-0,299	NS	0,137	NS	-0,548	NS	-0,200	NS

		Recrues											
		2001-2002		2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006		5 ans	
		ρ	p	ρ	p								
A	2003			-0,271	NS	-0,105	NS					-0,017	NS
	2004	0,438	NS			-0,176	NS	0,137	NS			-0,117	NS
	2005	0,329	NS	-0,322	NS			0,129	NS	-0,411	NS	-0,167	NS
	2006	0,338	NS	-0,356	NS	-0,176	NS			-0,411	NS	-0,177	NS
	4 ans	0,438	NS	-0,356	NS	-0,176	NS	0,137	NS	-0,411	NS	-0,117	NS

		Juvéniles									
		2003		2004		2005		2006		4 ans	
		ρ	p								
A	2003	0,670	0,0006							0,747	0,0001
	2004	0,689	0,0004	0,655	0,0008					0,769	<0,0001
	2005	0,722	0,0002	0,649	0,0009	0,755	0,0001			0,798	<0,0001
	2006	0,718	0,0002	0,659	0,0008	0,575	0,0034	0,306	NS	0,738	0,0002
	4 ans	0,701	0,0004	0,639	0,0011	0,722	0,0002	0,430	0,0285	0,773	<0,0001

II.3.3. Analyse à l'échelle régionale

II.3.3.1. Variabilité spatiale du peuplement de recrues dans l'archipel de la Société

Sur l'ensemble des 27 stations d'étude réparties sur les îles de Moorea, Raiatea et Tahiti, une moyenne de 8,07 recrues se sont fixées par plaque et par trimestre, soit 282,17 recrues. m⁻². trimestre⁻¹. La majorité des recrues observées sur les plaques appartient à la famille des Pocilloporidae (5,28 recrues par plaque et par trimestre soit 67,1 % du peuplement). En moyenne, 1,80 recrues d'Acroporidae (soit 22,9 % du peuplement) et 0,77 recrues de Poritidae (soit 9,8 %) ont été observées par plaque et par trimestre. Les « autres familles » sont très faiblement représentées, avec seulement 0,01 recrues par plaque et par trimestre soit 0,2 % du peuplement. Sur l'ensemble des plaques analysées, 2,6 % des recrues étaient cassées.

Une forte variabilité saisonnière a été observée : en moyenne seules 3,42 recrues se sont fixées par plaque entre septembre et décembre (119,58 recrues. m⁻²), contre 12,84 (448,95 recrues. m⁻²) entre décembre et mars. Les Acroporidae présentent un pic de recrutement entre septembre et décembre, contrairement aux autres familles, qui recrutent majoritairement

entre décembre et mars (Figure 38). Ainsi, 75,9 % des recrues d'Acroporidae ont été échantillonnées au cours du trimestre septembre-décembre, contre seulement 5,3 % des Pocilloporidae, 4,8 % des Poritidae et 15,1 % des recrues des « autres familles ». Par conséquent, l'importance relative des différentes familles varie grandement en fonction de la saison échantillonnée, la part des Acroporidae étant largement supérieure entre septembre et décembre (80,9 % du peuplement) qu'entre décembre et mars (6,9 %), et inversement pour les Pocilloporidae (16,8 % du peuplement pour la saison septembre-décembre et 81,1 % pour décembre-mars). Les Poritidae sont observés en plus faible proportion entre septembre et décembre (2,2 % du peuplement) qu'entre décembre et mars (11,8 %). Les « autres familles » sont aussi faiblement représentées au cours des deux saisons (respectivement 0,12 et 0,19 %).

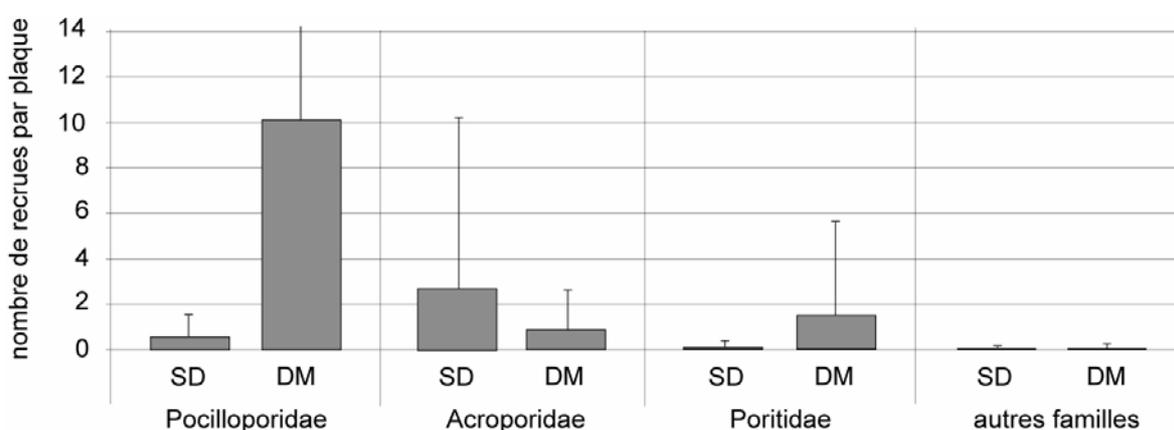


Figure 38: abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues des familles Pocilloporidae, Acroporidae et Poritidae en septembre-décembre (SD) et décembre-mars (DM) à l'échelle régionale. Tous taxons confondus.

L'abondance des recrues présente également une forte variabilité spatiale, à de nombreuses échelles. A l'échelle régionale, la densité des recrues varie selon un facteur 5 entre les trois îles étudiées (ANOVA, $p < 0,0001$; Annexe 13 ; Figure 39). L'île de Raiatea présente une densité moyenne de recrues très largement supérieure à celles observées à Tahiti et Moorea, avec 15,79 recrues par plaque et par trimestre ($552,10 \text{ recrues} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{trimestre}^{-1}$), contre 3,00 à Moorea ($104,90 \text{ recrues} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{trimestre}^{-1}$) et 5,27 à Tahiti ($184,27 \text{ recrues} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{trimestre}^{-1}$). Ce schéma de variation est conservé aux deux saisons, et l'interaction île x saison n'est pas significative, indiquant que l'effet de la saison est identique aux trois îles (ANOVA, $p > 0,05$; Annexe 13).

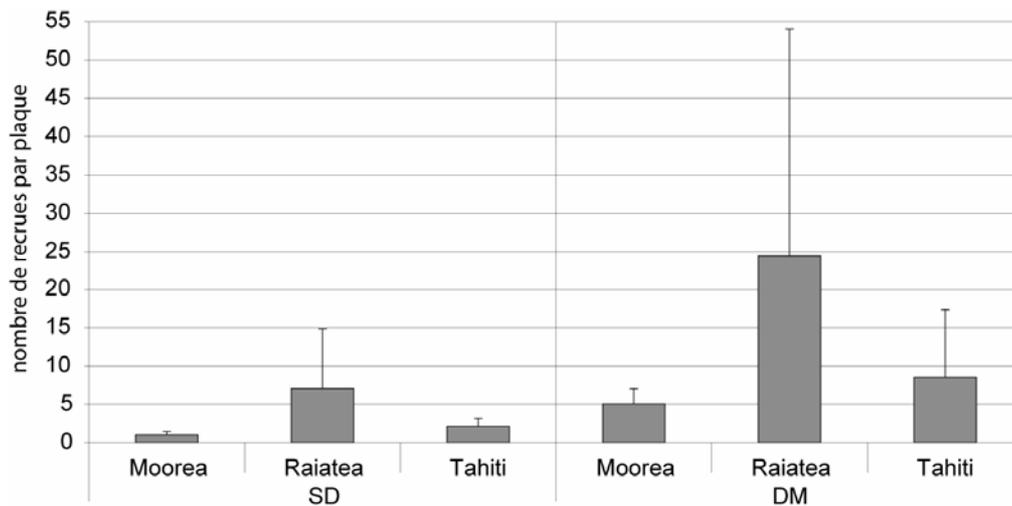


Figure 39 : abondance moyenne par plaque des recrues aux trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti) pour les saisons septembre-décembre et décembre-mars. Les barres d'erreur représentent les écarts-types. Tous taxons confondus.

L'abondance des recrues varie d'un facteur supérieur à 20 entre les sites (ANOVA, $p < 0,0001$; Annexe 13 ; Figure 40). La variabilité inter-sites n'est pas significativement influencée par la saison, les sites présentant le plus de recrues en septembre-décembre étant aussi ceux qui en totalisent le plus en décembre-mars (ANOVA interaction site x saison, $p > 0,05$; Annexe 13). Le site de Miri Miri est celui qui concentre le plus de recrues avec 16,0 recrues par plaque en septembre-décembre et 58,6 en décembre-mars. A l'inverse, seulement 1,1 recrues par plaque se sont fixées à Pirae en septembre-décembre, et 2,5 en décembre-mars.

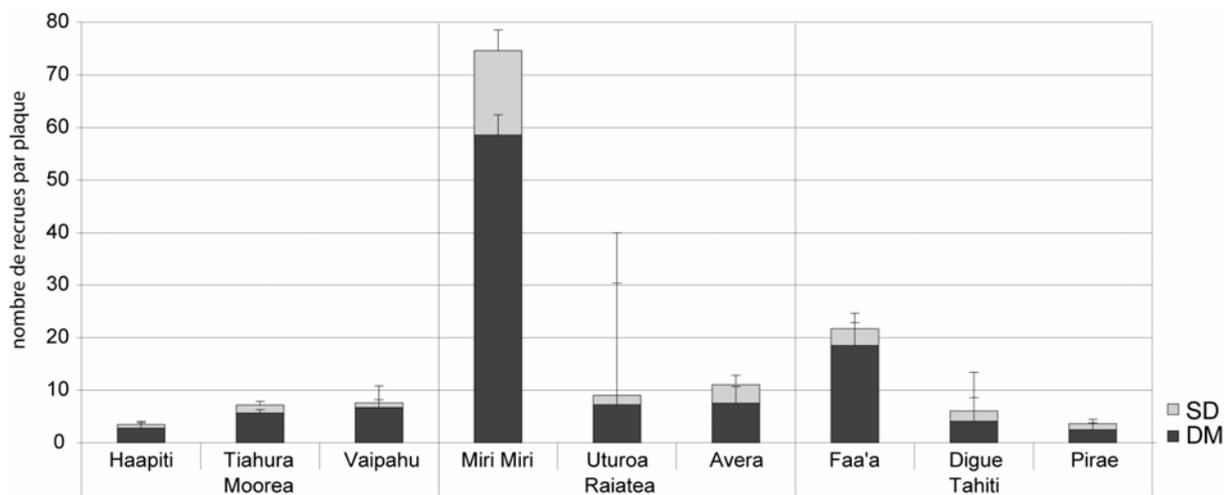


Figure 40 : abondance moyenne par plaque des recrues aux neuf sites d'étude sur les trois îles, pour les saisons septembre-décembre (SD) et décembre-mars (DM). Les barres d'erreur représentent les écarts-types. Tous taxons confondus.

A l'échelle insulaire, l'abondance des recrues varie d'un facteur 2 entre les sites de Moorea, d'un facteur 8 entre ceux de Raiatea et d'un facteur 6 entre ceux de Tahiti. Autour de Moorea, l'abondance des recrues est significativement moindre à Haapiti qu'à Tiahura et Vaipahu (SNK, $p < 0,05$; Figure 41), et ne varie pas en fonction de la profondeur si l'on considère l'ensemble des sites et des saisons (SNK, $p > 0,05$). Cependant, l'abondance varie en fonction de la profondeur à

certain sites et pour certaines saisons, sans qu'il n'y ait de structure bathymétrique stable entre les sites et les saisons.

Autour de Raiatea, l'abondance est plus importante à Miri Miri qu'aux autres sites (SNK, $p < 0,05$), qui ne diffèrent pas l'un de l'autre (SNK, $p > 0,05$; Figure 41). A Avera et contrairement aux autres sites, l'abondance n'est pas plus importante en décembre-mars qu'en septembre-décembre (ANOVA, interaction saison x site, $p < 0,0001$; SNK, $p > 0,05$; Annexe 13). Autour de Raiatea, l'abondance des recrues ne varie pas significativement en fonction de la profondeur si l'on considère les deux saisons confondues (SNK, $p > 0,05$), mais elle a tendance à diminuer en septembre-décembre, alors qu'elle est maximale à 12 m en décembre-mars, ce qui explique la significativité de l'interaction saison x profondeur (ANOVA, interaction saison x profondeur, $p < 0,0001$; Annexe 13).

Autour de Tahiti, l'abondance est maximale à Faa'a (SNK, $p < 0,05$; Figure 41) et ne diffère pas entre Digue et Pirae (SNK, $p > 0,05$). A Faa'a on observe près de 6 fois plus de recrues en décembre-mars qu'en septembre-décembre alors qu'à Digue et Pirae, la différence d'abondance entre les saisons n'est pas significative (SNK, $p > 0,05$). En outre, l'abondance ne varie pas significativement avec la profondeur à Pirae (SNK, $p > 0,05$), mais est plus importante à 6 m qu'à 12 et 18 m à Digue et moindre à 18 m qu'à 6 et 12 m à Faa'a (SNK, $p < 0,05$).

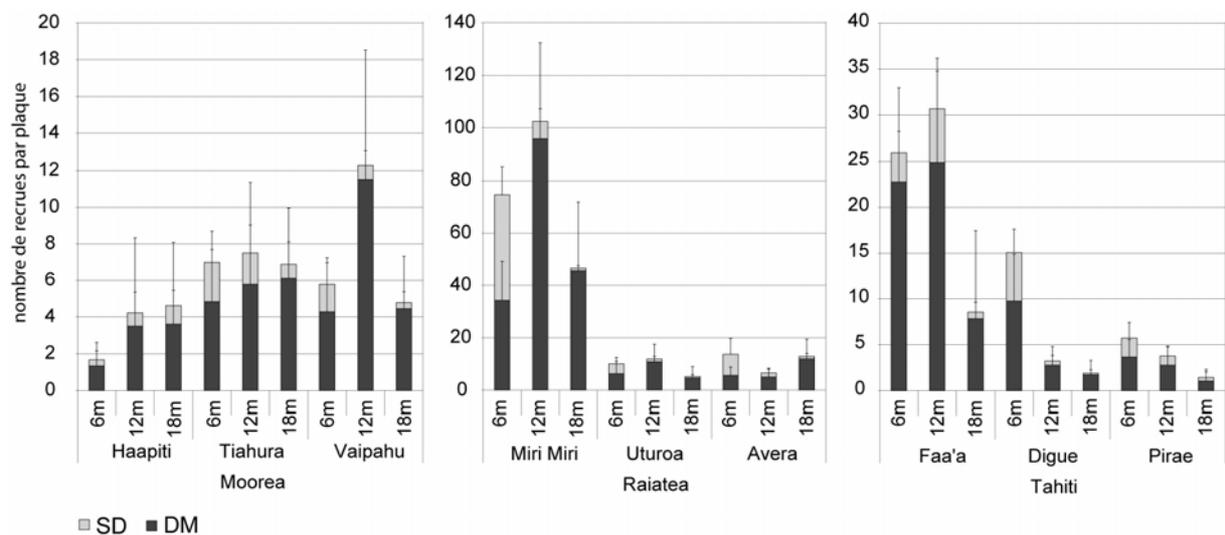


Figure 41 : abondance moyenne de recrues par plaque en septembre-décembre (SD) et en décembre-mars (DM) aux neuf stations de chacune des trois îles étudiées (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types. Tous taxons confondus.

A l'échelle régionale, l'abondance de chacune des trois principales familles varie en fonction de l'île (ANOVA, $p < 0,0001$; Annexe 13) et les patrons de variations spatiales sont similaires pour ces trois familles, l'île de Raiatea étant celle qui présente le plus de recrues de Pocilloporidae (Figure 42), d'Acroporidae (Figure 43) et de Poritidae (Figure 46). Les trois familles présentent des abondances différentes en fonction de la saison, mais le pic de recrutement des Acroporidae

a lieu en septembre-décembre, alors que les familles des Pocilloporidae et des Poritidae recrutent majoritairement en décembre-mars. Pour les trois familles, l'abondance présente une plus forte variabilité inter-îles au cours de la saison de plus fort recrutement. La famille des Poritidae a la particularité de présenter des patrons de variations inter-îles différents selon la saison : en septembre-décembre c'est à Moorea que l'on observe le plus de recrues alors qu'en décembre-mars, c'est à Raiatea.

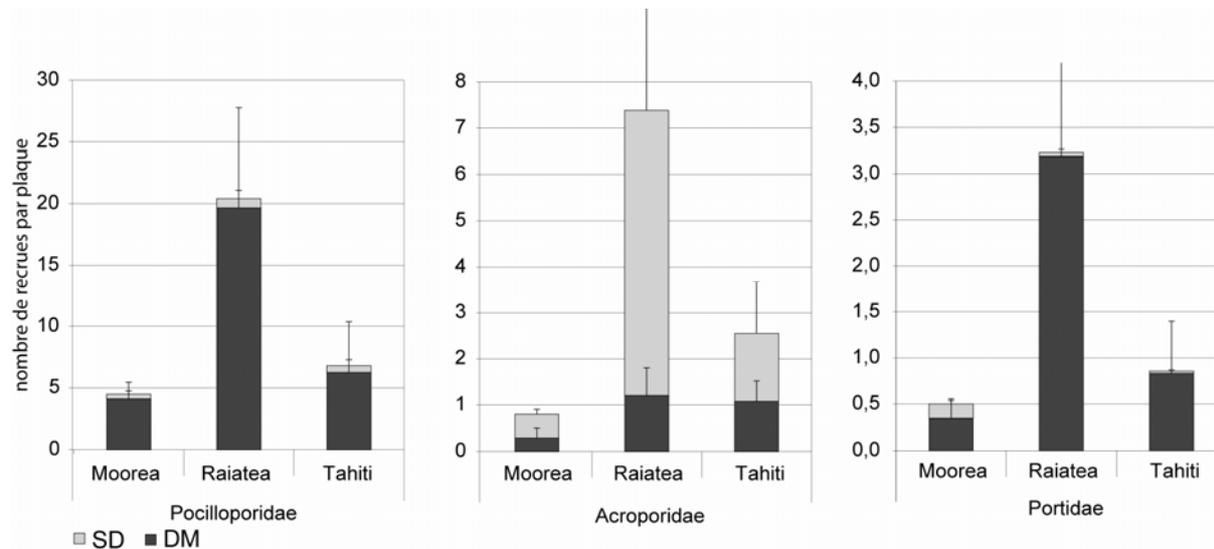


Figure 42 : abondance moyenne par plaque des recrues des familles Pocilloporidae, Acroporidae et Poritidae aux trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti) et pour les saisons septembre-décembre et décembre-mars. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Les sites présentant le plus de recrues de la famille des Pocilloporidae sont aussi ceux où l'on observe le plus d'Acroporidae et de Poritidae (Figure 43 ; Figure 44 ; Figure 45). Ainsi, à Moorea, l'abondance de chacune des trois principales familles est minimale au site de Haapiti, c'est-à-dire au site exposé à la houle dominante. À l'inverse, à Raiatea et à Tahiti, l'abondance des trois familles est maximale aux sites exposés à la houle dominante, c'est-à-dire respectivement Miri Miri et Faa'a (ANOVA, interaction île x site, $p < 0,0001$; Annexe 13).

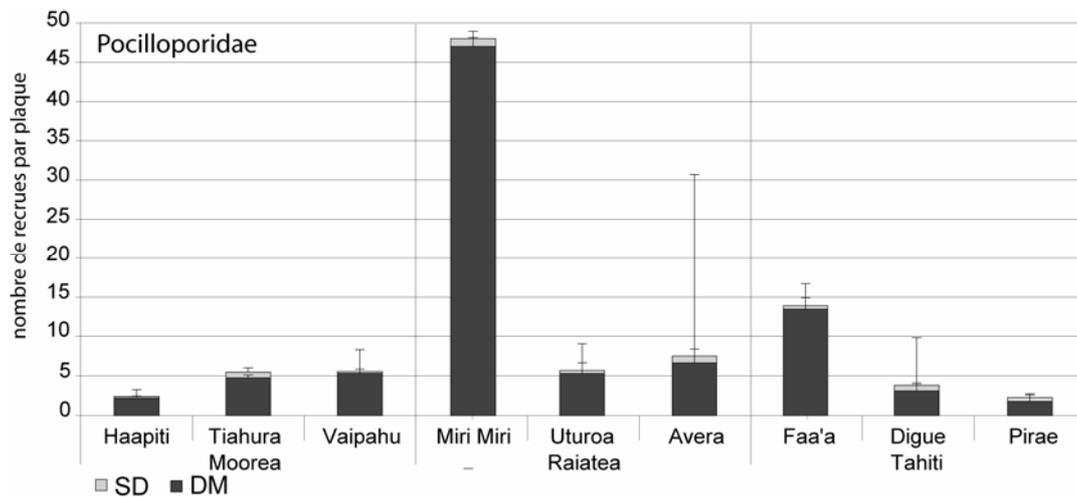


Figure 43 : abondance moyenne par plaque des recrues de la famille Pocilloporidae aux neuf sites d'étude répartis sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti), pour les saisons septembre-décembre (SD) et décembre-mars (DM). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

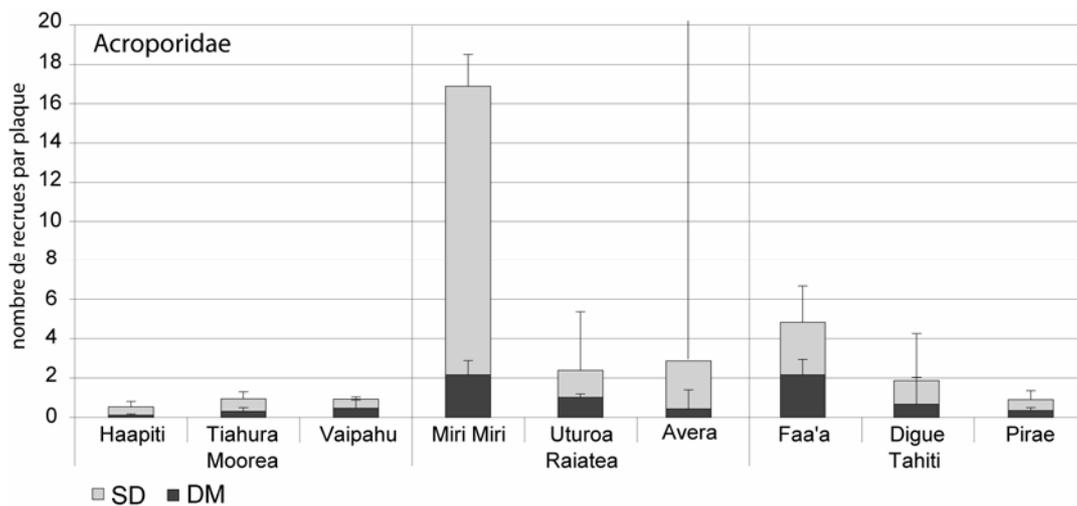


Figure 44 : abondance moyenne par plaque des recrues de la famille des Acroporidae aux neuf sites d'étude répartis sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti), pour les saisons septembre-décembre (SD) et décembre-mars (DM). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

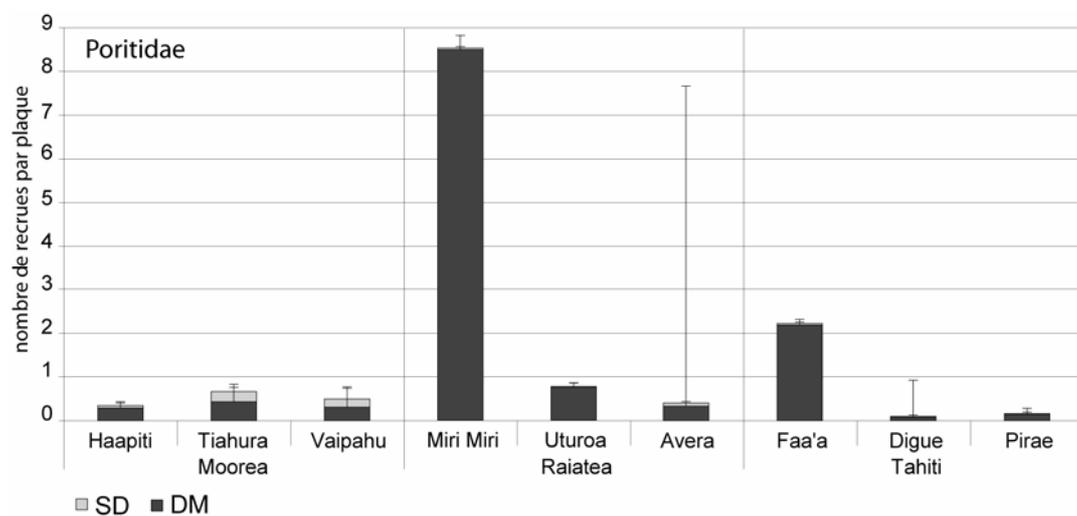


Figure 45 : abondance moyenne par plaque des recrues de la famille Poritidae aux neuf sites d'étude répartis sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti), pour les saisons septembre-décembre (SD) et décembre-mars (DM). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

L'abondance des Pocilloporidae varie en fonction de la profondeur, mais de façon différente selon les îles, les sites et les saisons (ANOVA, interaction saison x île x profondeur, $p < 0,001$), et sans qu'aucune tendance claire ne se dégage (Figure 46). De la même façon, aucun patron de variation bathymétrique n'est conservé entre les îles, les sites et les saisons pour les familles des Acroporidae (Figure 47 ; ANOVA, interactions saison x île x profondeur $p = 0,0005$, interaction île x site x profondeur $p = 0,0004$; Annexe 13) et des Poritidae (Figure 48 ; ANOVA, interaction saison x île x profondeur, $p = 0,0282$; Annexe 13). L'abondance des recrues de la famille des Acroporidae est tout de même généralement maximale à la profondeur intermédiaire en décembre-mars (sauf à Digue et Pirae).

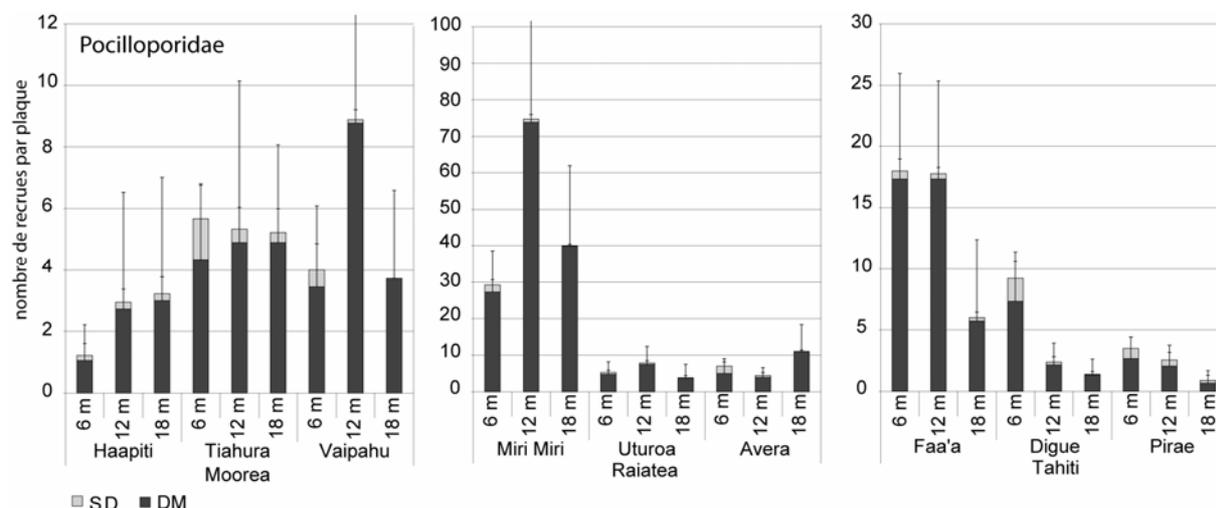


Figure 46 : abondance moyenne de recrues de la famille Pocilloporidae par plaque en septembre-décembre (SD) et en décembre-mars (DM) aux neuf stations de chacune des trois îles étudiées (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

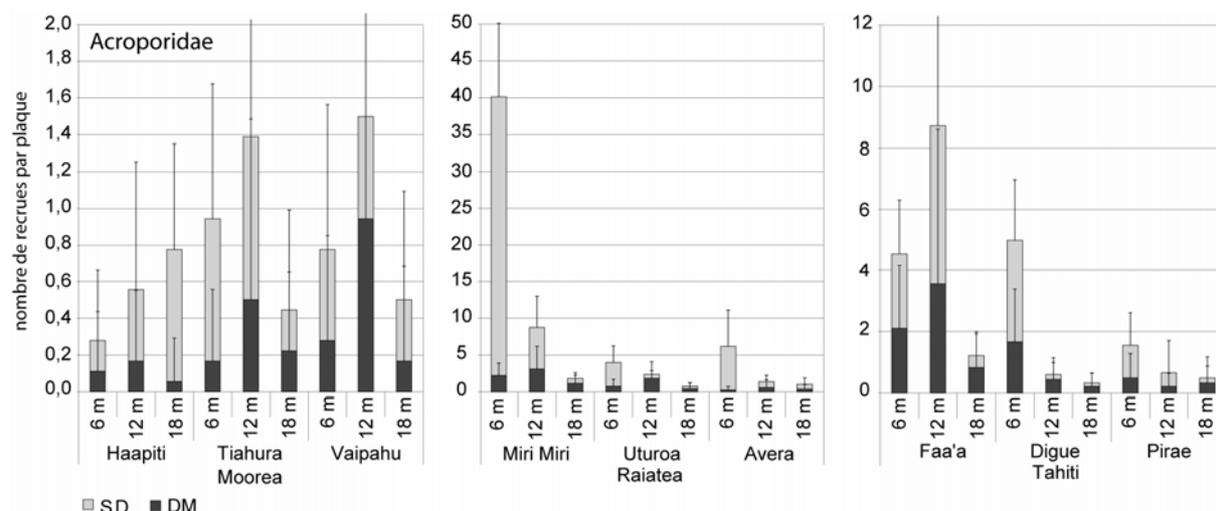


Figure 47 : abondance moyenne de recrues de la famille des Acroporidae par plaque en septembre-décembre (SD) et en décembre-mars (DM) aux neuf stations de chacune des trois îles étudiées (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

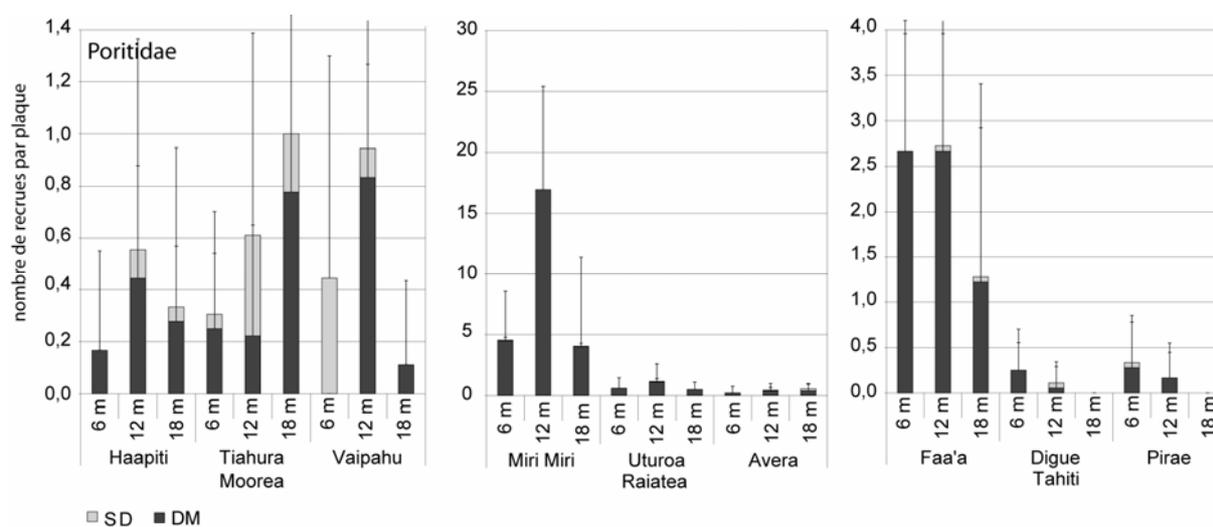


Figure 48 : abondance moyenne de recrues de la famille Poritidae par plaque en septembre-décembre (SD) et en décembre-mars (DM) aux neuf stations de chacune des trois îles étudiées (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

En résumé, à l'échelle régionale, le peuplement de recrues est dominé par les familles Pocilloporidae (près de 70 % des recrues), Poritidae et Acroporidae.

L'abondance des recrues fluctue dans l'espace et le temps :

- les familles des Pocilloporidae et des Poritidae recrutent surtout au cours de la saison décembre-mars alors que les Acroporidae recrutent surtout en septembre-décembre ;

- un plus fort recrutement a été observé à Raiatea qu'aux autres îles. En particulier, on dénombre près de 10 fois plus de recrues à Miri Miri qu'en moyenne sur l'ensemble des sites. Les familles Pocilloporidae, Acroporidae et Poritidae présentent toutes leurs plus forts taux de recrutement aux mêmes sites, bien qu'elles n'aient pas des pics de recrutement synchrones ;

- à Tahiti et Raiatea, l'abondance des recrues est maximale au site de la côte ouest, alors qu'à Moorea, l'abondance y est minimale ;

- l'abondance des recrues varie avec la profondeur, mais de façon différente selon les familles, les saisons, les îles et les sites. Aucune structure bathymétrique stable n'a pu être mise en évidence.

II.3.3.2. Variabilité spatiale du peuplement de juvéniles dans l'archipel de la Société

Sur l'ensemble des 81 transects-couloirs échantillonnés, 5 206 juvéniles ont été comptabilisés, ce qui correspond à une moyenne de 64,3 juvéniles par transect-couloir (10 m²), soit 6,43 par m². Dix-huit genres différents ont été répertoriés sur l'ensemble des stations. Parmi eux, certains dominent largement le peuplement (Figure 49). Les deux genres principaux, *Pocillopora* (28,4 %) et *Acropora* (27,0 %) représentent à eux seuls plus de 55 % de l'ensemble des colonies. Les genres *Montastrea* et *Porites* sont également largement représentés (10,9 et 9,7 %, respectivement).

respectivement). Suivent les genres *Psammocora* (6,3 %), *Pavona* (5,8 %), *Fungia* (5,7 %) et *Montipora* (2,9 %). L'ensemble des autres genres représente moins de 5 % du total des colonies. Il s'agit des genres *Acanthastrea* (1,3 %), *Leptastrea* (0,9 %), *Leptoseris* (0,4 %), *Cyphastrea* (0,3 %), *Sandalolitha* (0,2 %), *Herpolitha* (0,1 %), *Favia* (0,08 %), *Gardineroseris* (0,04 %), *Lobophyllia* (0,04 %) et *Astreopora* (0,02 %).

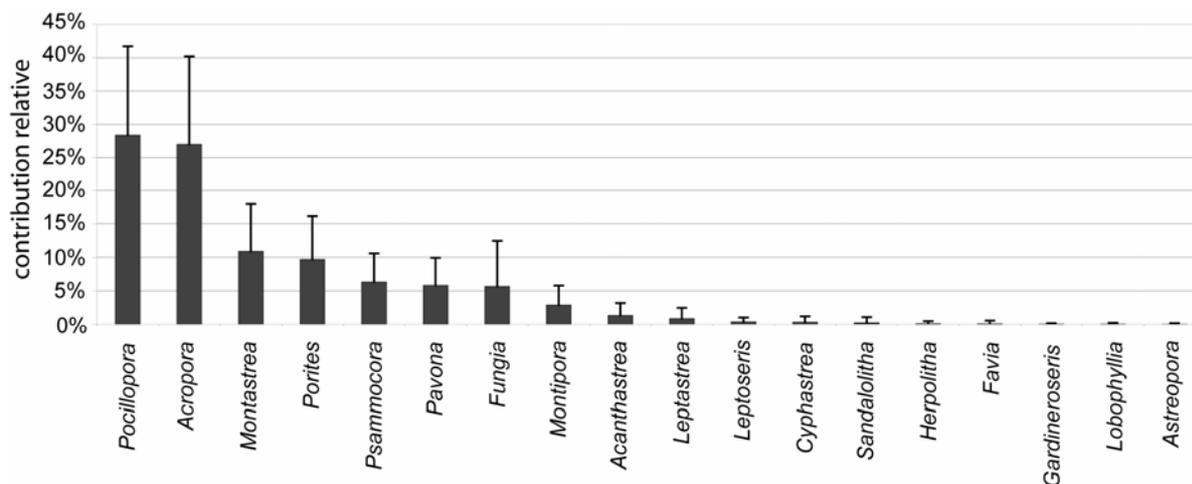


Figure 49 : contributions relatives des différents genres dans le peuplement de juvéniles, toutes îles confondues (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

L'abondance des juvéniles présente une variabilité spatiale à plusieurs échelles. A l'échelle régionale, l'île de Moorea présente une abondance de juvéniles moindre que celles observées à Raiatea et à Tahiti (respectivement 55,3 ; 68,1 et 69,4 juvéniles par transect-couloir de 10 m²; Figure 50). Cependant, ces différences n'ont pas de commune mesure avec celles observées pour les recrues. Par ailleurs, l'abondance des juvéniles augmente avec la profondeur (ANOVA, $p < 0,001$; Annexe 14). Ces tendances ne sont toutefois pas conservées à toutes les échelles, comme l'indique la significativité de l'interaction île x site x profondeur (ANOVA, $p < 0,001$; Annexe 14).

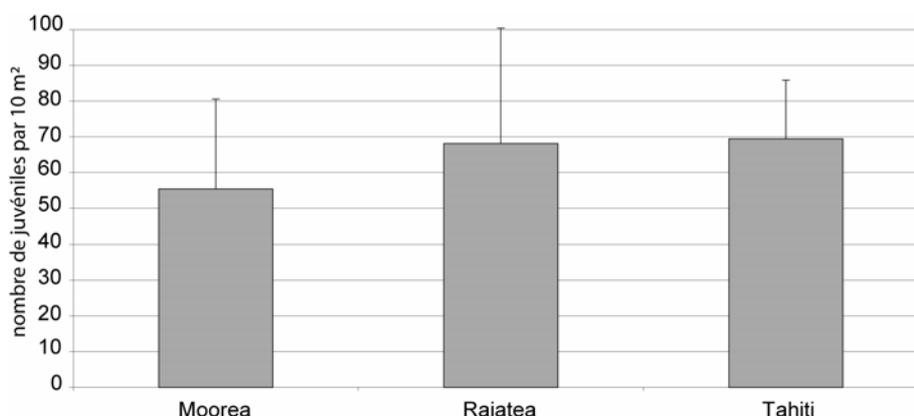


Figure 50 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles (tous genres confondus) pour chacune des trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

A l'échelle insulaire, autour de Moorea, l'abondance relevée à Haapiti (41,3 juvéniles par transect-couloir) est moindre que celles relevées à Tiahura et Vaipahu (respectivement, 67,5 et 57,2 juvéniles par transect-couloir ; Figure 51). En outre, à Haapiti et Vaipahu, les variations bathymétriques ne sont pas significatives (SNK, $p > 0,05$), alors qu'à Tiahura, l'abondance relevée à 18 m est supérieure à celles des stations de 6 et 12 m (SNK, $p < 0,05$; Figure 52). A Raiatea, l'abondance des juvéniles est supérieure à Miri Miri, sur la côte ouest qu'aux sites de la côte est (SNK, $p < 0,05$; Figure 51). La structure bathymétrique est variable selon les sites : à Avera, l'abondance augmente significativement avec la profondeur (SNK, $p < 0,05$), à Miri Miri, elle est moindre à 6 et 12 m qu'à 18 m, et à Uturoa elle ne varie pas significativement avec la profondeur (SNK, $p > 0,05$; Figure 52). A Tahiti, l'abondance des juvéniles augmente significativement avec la profondeur (SNK, $p < 0,05$), mais n'est pas variable entre les sites (SNK, $p > 0,05$; Figure 51 ; Figure 52).

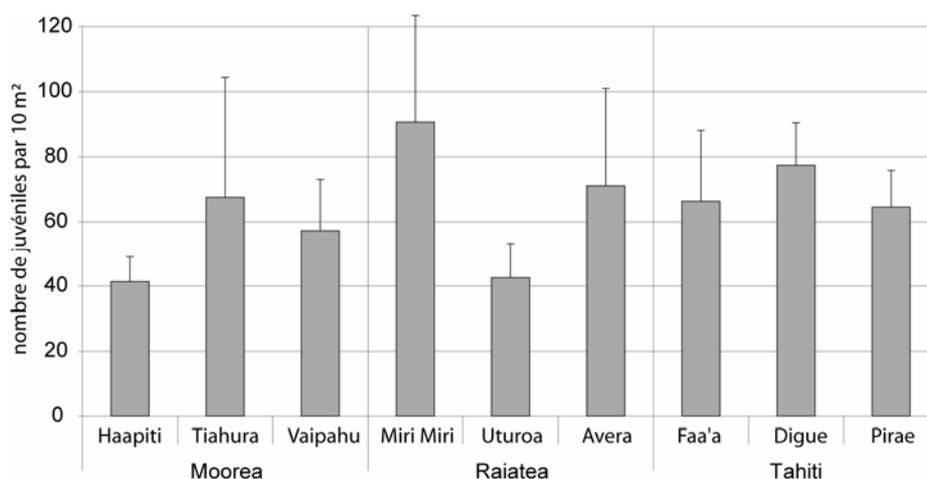


Figure 51 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles (tous genres confondus) pour les trois sites de chacune des trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

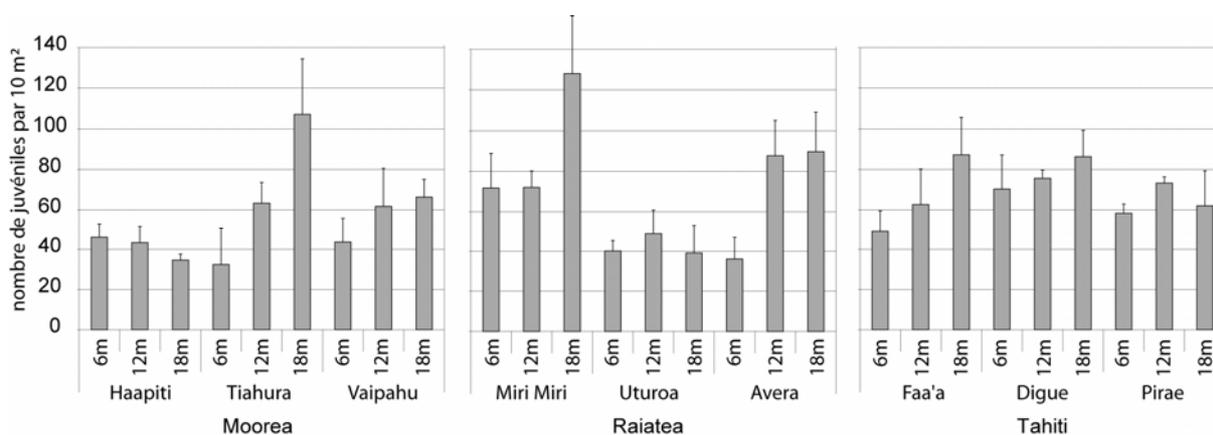


Figure 52 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles aux neuf stations de chacune des trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

L'abondance des juvéniles du genre *Pocillopora* est plus importante à Tahiti qu'aux autres îles, alors que celle des *Acropora* est maximale à Raiatea (ANOVA, $p < 0,0001$; Annexe 15 ; Figure

53). Celle des *Porites* ne varie pas significativement entre les îles (ANOVA, $p > 0,05$; Annexe 15 ; Figure 53).

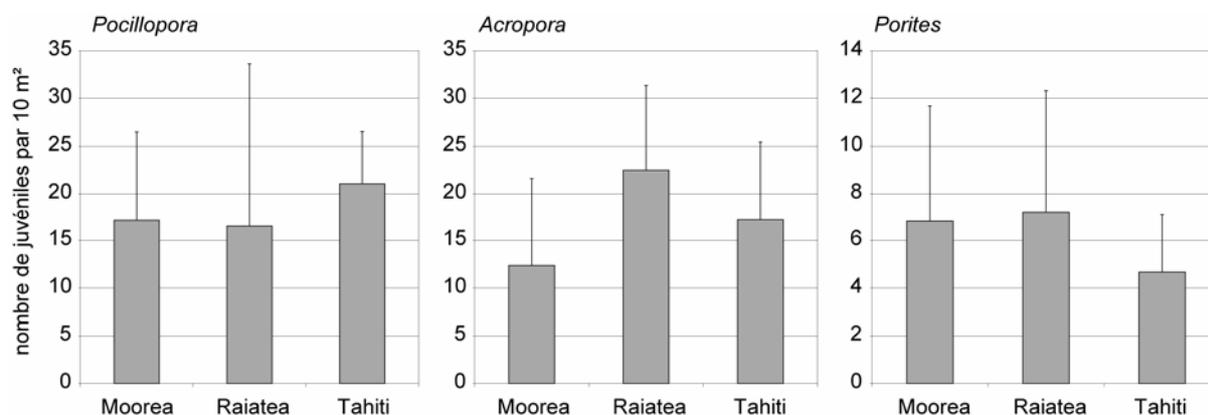


Figure 53 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* pour chacune des trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

A l'échelle régionale, l'abondance des juvéniles de *Pocillopora* varie entre les sites : elle est 4 fois plus importante à Miri Miri qu'à Uturoa (ANOVA, $p < 0,05$; Annexe 15 ; Figure 54). A l'échelle insulaire, pour l'île de Moorea, l'abondance est maximale à Tiahura et pour l'île de Tahiti elle est maximale à Digue. A l'échelle régionale, l'abondance des *Acropora* est 8 fois moins importante à Haapiti qu'à Avera. A l'échelle insulaire, elle est moindre à Haapiti qu'aux autres sites de Moorea, moindre à Uturoa qu'aux autres sites de Raiatea et plus importante à Digue qu'aux autres sites de Tahiti (SNK, $p < 0,05$; Figure 54). L'abondance des juvéniles du genre *Porites* ne varie pas significativement entre les sites (ANOVA, $p > 0,05$; Annexe 15 ; Figure 54).

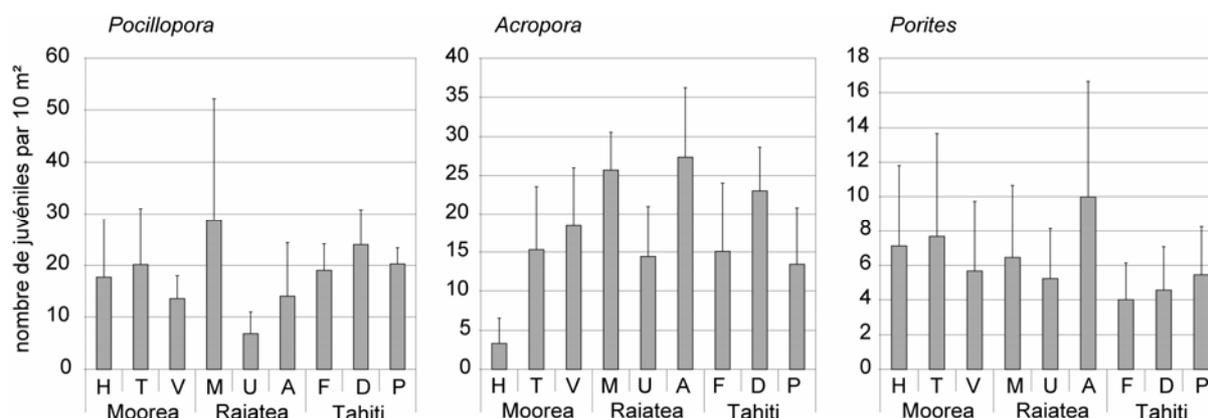


Figure 54 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* pour les neuf sites des trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

L'abondance des *Pocillopora*, des *Acropora* et des *Porites* varie en fonction de la profondeur, mais de façon différente selon les sites et/ou les îles (ANOVA, interactions île x profondeur, île x site x profondeur ; Annexe 15). L'abondance des juvéniles de *Pocillopora* ne varie ni entre les stations de Moorea ni entre les stations de Tahiti (SNK, $p > 0,05$; Figure 55). A Raiatea, elle est maximale à 18 m à Miri Miri (SNK, $p > 0,05$), ne varie pas entre les stations d'Uturoa (SNK,

$p > 0,05$), et augmente significativement avec la profondeur à Avera (SNK, $p < 0,05$; Figure 55). L'abondance des juvéniles d'*Acropora* tend à augmenter avec la profondeur à Moorea et à Tahiti, sauf à Digue, où elle est maximale à 12 m (SNK, $p < 0,05$; Figure 56). A Raiatea, elle ne varie pas avec la profondeur à Miri Miri (SNK, $p > 0,05$), elle est moindre à 18 m qu'à 6 et 12 m à Uturoa, et est maximale à 12 m à Avera (SNK, $p < 0,05$; Figure 56). L'abondance des *Porites* juvéniles varie en fonction de la profondeur, mais de façon différente entre les sites et les îles (interaction île x site x profondeur, $p < 0,01$; Figure 57). Aucune structure bathymétrique stable n'est observée à Moorea. A Raiatea, l'abondance des juvéniles de *Porites* tend à augmenter avec la profondeur à tous les sites. A Tahiti, elle tend à augmenter avec la profondeur à Faa'a et Digue, et à diminuer avec la profondeur à Pirae. Cependant, toutes les différences ne sont pas significatives (SNK).

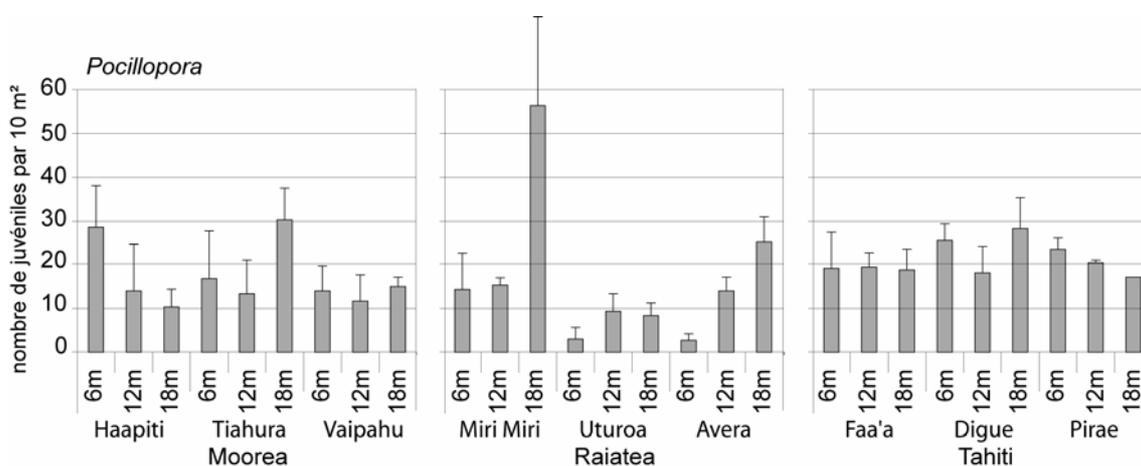


Figure 55 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles du genre *Pocillopora* pour les 27 stations d'étude réparties sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

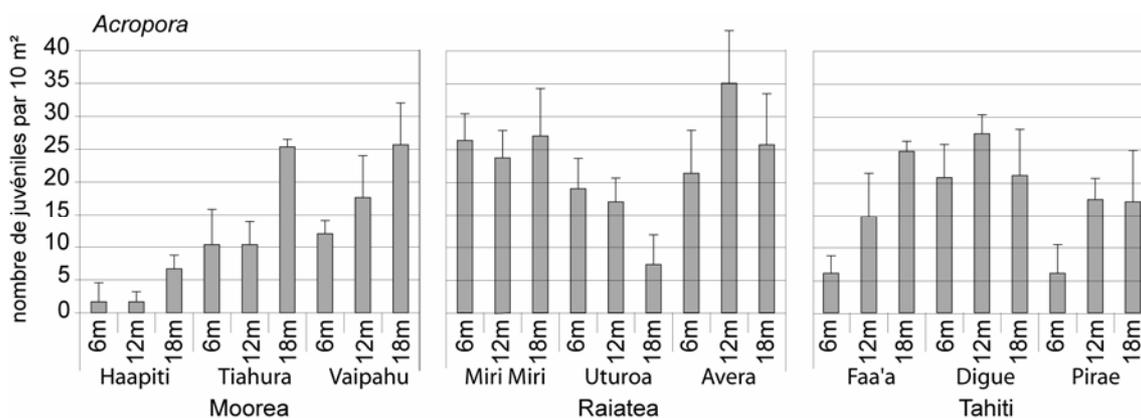


Figure 56 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles du genre *Acropora* pour les 27 stations d'étude réparties sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

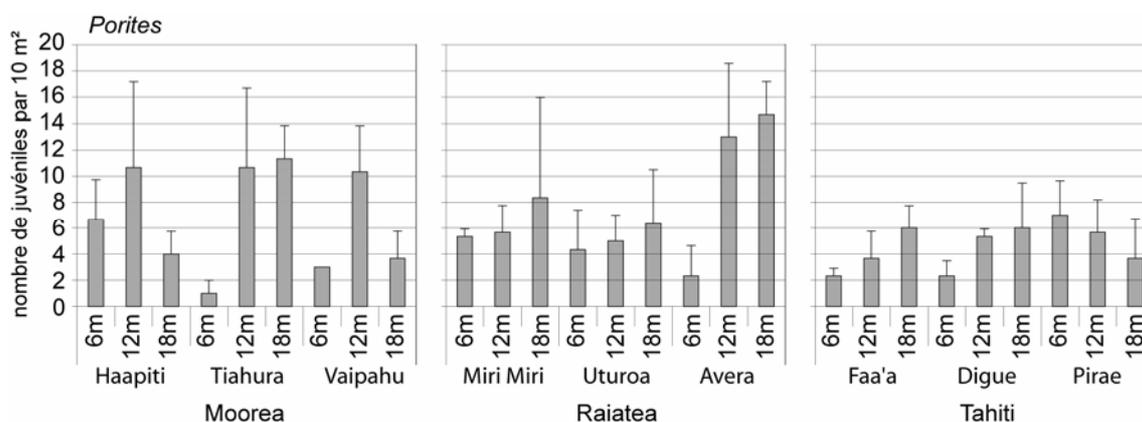


Figure 57 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des juvéniles du genre *Porites* pour les 27 stations d'étude réparties sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

En résumé, à l'échelle régionale, l'abondance des juvéniles :

- est moindre à Moorea qu'à Tahiti et Raiatea, mais les différences inter-îles sont beaucoup plus faibles que pour les recrues, et l'île où l'on observe le plus de juvéniles de *Pocillopora* et *Porites* (Tahiti) n'est pas celle où l'on observe le plus de juvéniles d'*Acropora* (Moorea) ;

- est maximale à Pirae et minimale à Uturoa, pour l'ensemble des genres et pour le genre *Pocillopora*. L'abondance des *Acropora* est maximale à Vaipahu et celle des *Porites* à Miri Miri ;

- varie en fonction de la profondeur, mais de façon différente selon les genres, les saisons, les îles et les sites. Aucune structure bathymétrique stable n'a pu être décrite.

II.3.3.3. Variabilité spatiale du peuplement d'adultes dans l'archipel de la Société

Sur l'ensemble des 81 transects-couloirs, 18 169 colonies adultes ont été échantillonnées, ce qui correspond à une moyenne de 224,3 adultes par transect-couloir (10 m²) sur l'ensemble des stations, soit 22,4 colonies par m². Parmi ces colonies, 79,6 % ont un diamètre maximal supérieur à 10 cm. Les 18 genres recensés au stade juvénile ont également été échantillonnés chez les adultes, et aucun autre genre n'a été répertorié au stade adulte. Comme pour les juvéniles, le peuplement adulte est dominé par un faible nombre de genres (Figure 58). Ainsi, seuls les genres *Pocillopora* (32,4 %), *Acropora* (16,5 %) et *Porites* (14,4 %) totalisent plus de 10 % du peuplement total, représentant à eux trois 63,3 % de l'ensemble des colonies répertoriées. Suivent les genres, *Pavona* (7,2 %), *Montastrea* (6,8 %), *Fungia* (6,4 %), *Montipora* (5,4 %) et *Leptastrea* (5,3 %). Les genres *Psammocora* (1,3 %), *Leptoseris* (1,1 %), *Acanthastrea* (1,0 %), *Herpolitha* (0,7 %), *Sandalolitha* (0,4 %), *Favia* (0,4 %), *Cyphastrea* (0,3 %), *Astreopora* (0,2 %), *Lobophyllia* (0,08 %) et *Gardineroseris* (0,07 %) sont faiblement représentés.

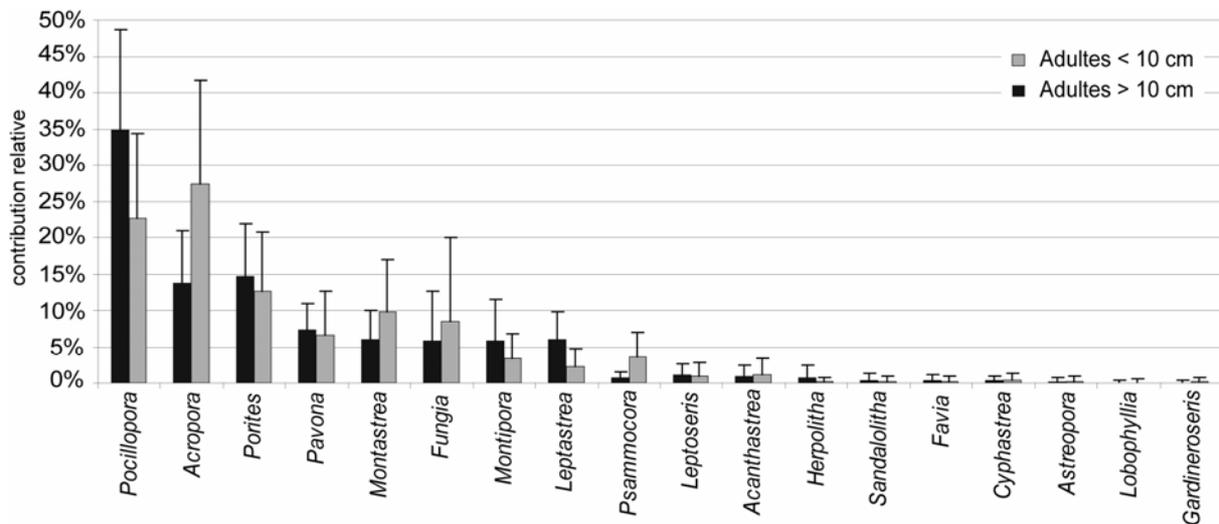


Figure 58 : contributions relatives moyennes des différents genres dans les peuplements d'adultes de petite taille et d'adultes de grande taille, toutes îles confondues (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

A l'échelle régionale, l'abondance des adultes est plus importante à Tahiti (260,3 adultes par transect-couloir de 10 m²) qu'à Moorea et Raiatea (respectivement 193,7 et 218,9 adultes par transect-couloir ; Figure 59). Elle varie également entre les sites, et elle est 2,2 fois plus importante à Pirae qu'à Uturoa (Figure 60). Par contre, l'abondance des adultes de petite taille ne varie ni entre les îles ni entre les sites (ANOVA, $p > 0,05$; Annexe 16).

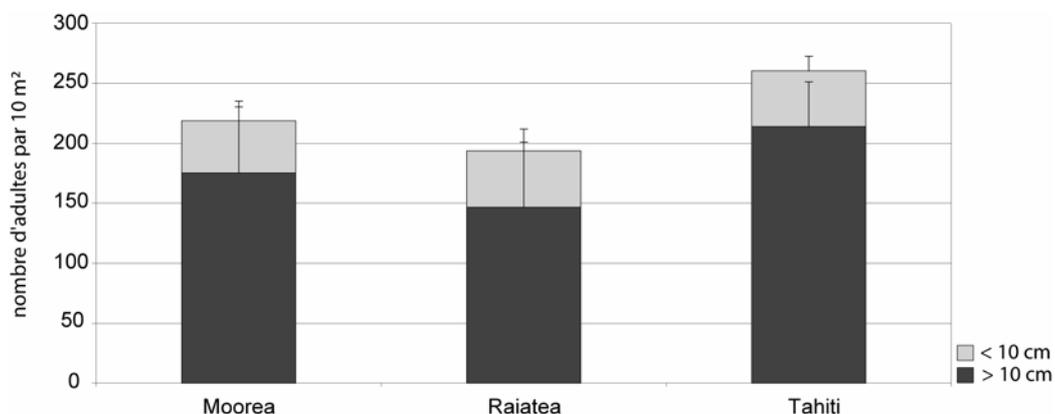


Figure 59 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes de petite taille et de grande taille (tous taxons confondus) pour chacune des trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

A l'échelle insulaire, à Moorea, l'abondance des adultes est minimale à Haapiti, quelle que soit la classe de taille considérée. L'abondance des colonies adultes de moins de 10 cm est moindre à Vaipahu qu'à Tiahura, contrairement à celle des colonies de plus de 10 cm (Figure 60). L'abondance des adultes est maximale à 12 m à Haapiti et à Tiahura alors qu'à Vaipahu, elle est moindre à 6 m qu'à 12 et 18 m (SNK, $p < 0,05$; Figure 61). Les adultes de petite et de grande taille suivent le même patron de distribution bathymétrique, à l'exception du site de Tiahura où les

adultes de grande taille sont moins nombreux à 18 m qu'à 12 m alors qu'aucune différence n'a pu être mise en évidence entre ces deux profondeurs pour les adultes de petite taille (SNK, $p > 0,05$).

A Raiatea, l'abondance des adultes est minimale à Uturoa. Elle est maximale à 12 m à Uturoa et Avera, et tend à diminuer avec la profondeur à Uturoa (SNK, $p < 0,05$), ce qui est à mettre en relation avec une abondance importante d'*Acanthaster planci* à U18. L'abondance des adultes de petite taille ne suit pas le même patron de distribution : elle ne varie pas avec la profondeur à Miri Miri et Uturoa et est moindre à 6 m qu'aux autres profondeurs à Avera (SNK, $p < 0,05$).

A Tahiti, l'abondance des adultes est maximale à Pirae et minimale à Faa'a. Elle est moindre à 6 m qu'aux autres profondeurs à Faa'a, maximale à 18 m à Digue et ne varie pas à Pirae (SNK). L'abondance des adultes de petite taille ne varie pas significativement avec la profondeur, quel que soit le site considéré (SNK, $p > 0,05$).

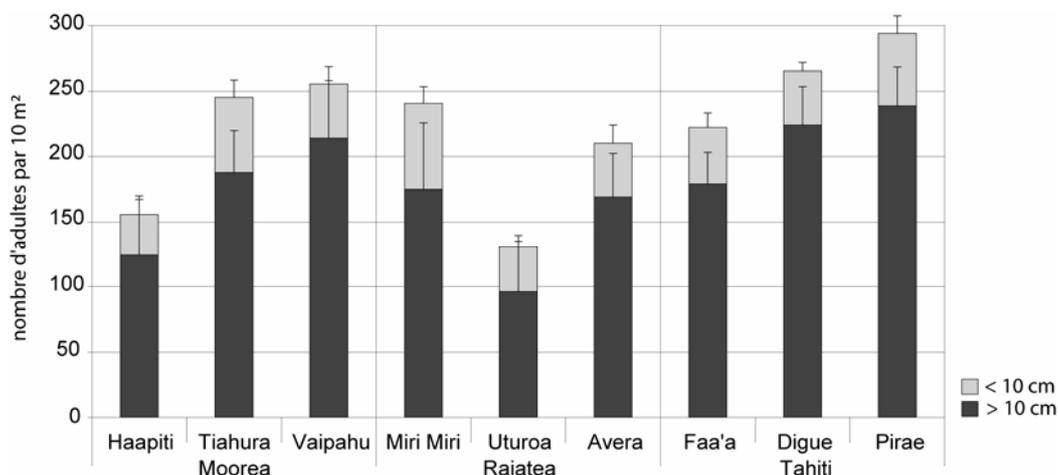


Figure 60 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes de petite taille et de grande taille (tous taxons confondus) aux neuf sites d'étude répartis sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

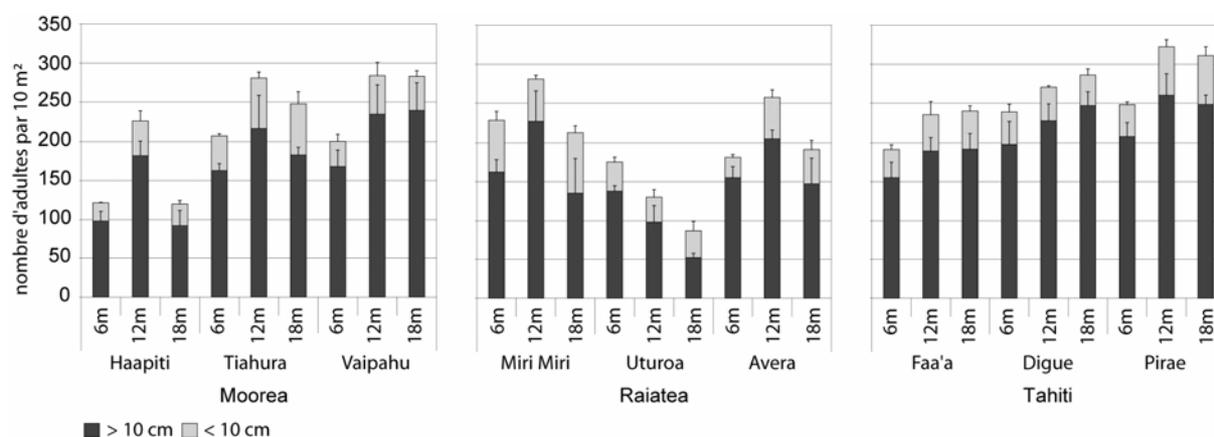


Figure 61 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes de petite taille et de grande taille (tous taxons confondus) aux 27 stations d'étude réparties sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

L'abondance des adultes des trois principaux genres varie également dans l'espace. A l'échelle régionale, l'abondance des *Pocillopora* et des *Porites* est plus importante à Tahiti qu'aux autres îles alors que celle des *Acropora* ne varie pas à cette échelle (ANOVA ; Annexe 17 ; Annexe 18 ; Annexe 19 ; Figure 66). Les variations inter-îles des adultes de petite taille suivent les mêmes patrons que les adultes de grande taille pour le genre *Pocillopora*, mais pas pour *Acropora* et *Porites*. Pour *Acropora*, l'abondance des adultes de petite taille est plus importante à Raiatea qu'aux autres îles (ANOVA, $p < 0,05$; SNK) alors que celle des adultes de grande taille est maximale à Moorea. Pour *Porites*, Tahiti est l'île où l'on observe le plus de grands adultes mais également celle où l'on observe le moins de petits adultes. A l'échelle régionale, les variations inter-sites les plus importantes sont les suivantes : les adultes du genre *Pocillopora* sont plus de 2 fois plus nombreux à Pirae qu'à Uturoa, ceux du genre *Acropora* sont 3,5 fois plus nombreux à Vaipahu qu'à Haapiti et ceux du genre *Porites* sont plus de 2 fois plus abondants à Miri Miri qu'à Uturoa.

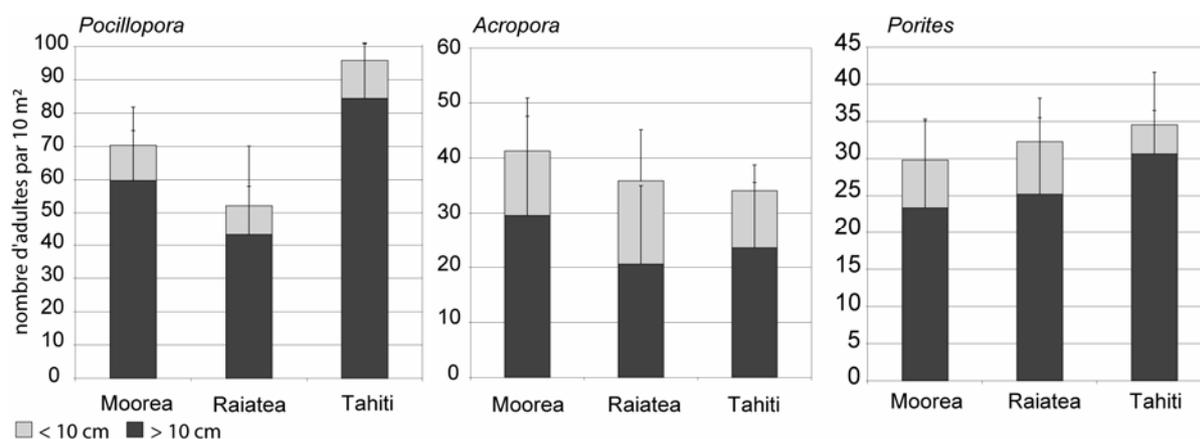


Figure 62 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes de petite taille et de grande taille des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* pour chacune des trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

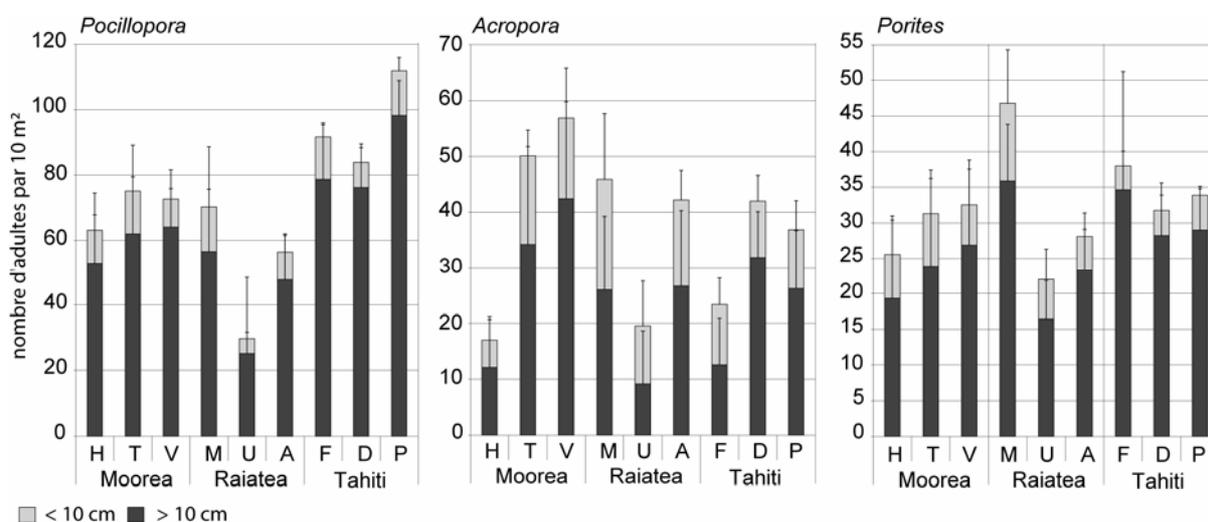


Figure 63 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes de petite taille et de grande taille des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* aux neuf sites répartis sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Pour *Pocillopora*, l'abondance des colonies tend à diminuer avec la profondeur, sauf à Haapiti, Miri Miri et Avera où elle est maximale à 12 m (Figure 64). L'abondance des colonies d'*Acropora* présente des patrons de variation bathymétrique très différents en fonction des sites et des îles (ANOVA, interactions île x profondeur et site x profondeur, $p < 0,01$; Figure 65). A Moorea, l'abondance est moindre à 6 m qu'à 12 et 18 m à tous les sites (SNK). A Tiahura, l'abondance est moindre à 18 m qu'à 12 m alors que pour les autres sites, l'abondance ne diffère pas entre ces profondeurs (SNK). Cela est à mettre en relation avec la présence à T18 d'une population résidente d'*Acanthaster planci* depuis plusieurs années. A Raiatea, l'abondance des adultes d'*Acropora* a tendance à diminuer avec la profondeur, sauf à Avera, où elle est maximale à 12 m et minimale à 18 m (SNK). A l'inverse, à Tahiti, elle a tendance à augmenter avec la profondeur. L'abondance des adultes de *Porites* est maximale à 12 m à tous les sites à Moorea (Figure 66). A Raiatea, elle augmente avec la profondeur à Miri Miri et Avera et est minimale à 12 m à Uturoa. A Tahiti, elle est moindre à 6 qu'à 12 et 18 m à Faa'a et Digue et ne varie pas entre les stations de Pirae (SNK).

Pour *Pocillopora*, la distribution bathymétrique des adultes de petite taille ne suit pas celle des adultes de grande taille à tous les sites (Figure 64). Pour *Acropora*, les distributions bathymétriques des adultes de petite taille sont proches de celles des adultes de grande taille à Raiatea et Tahiti, mais pas à Moorea (Figure 65). Pour *Porites*, les deux distributions sont plus similaires, les structures bathymétriques observées aux différents sites étant souvent semblables entre les deux classes de taille (Figure 66).

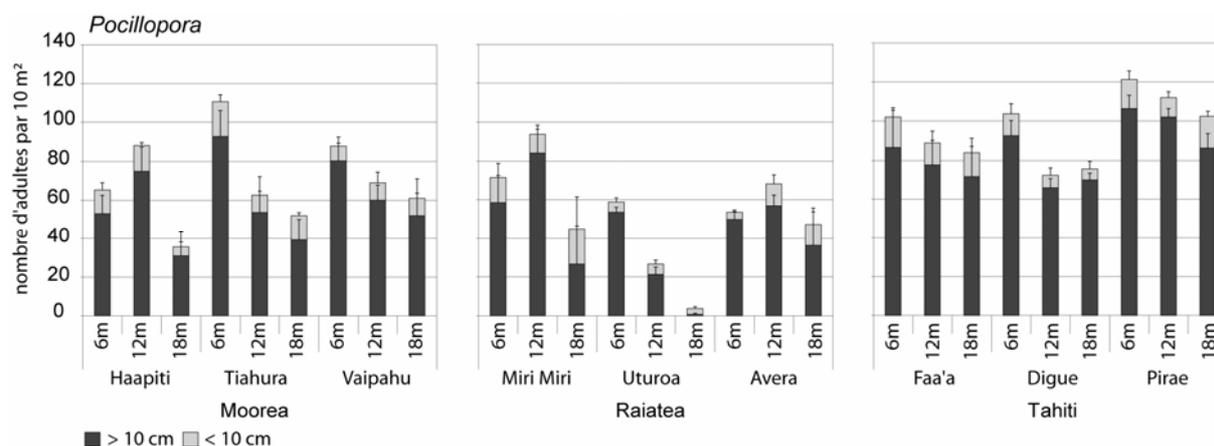


Figure 64 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes du genre *Pocillopora* pour les 27 stations d'étude réparties sur trois îles. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

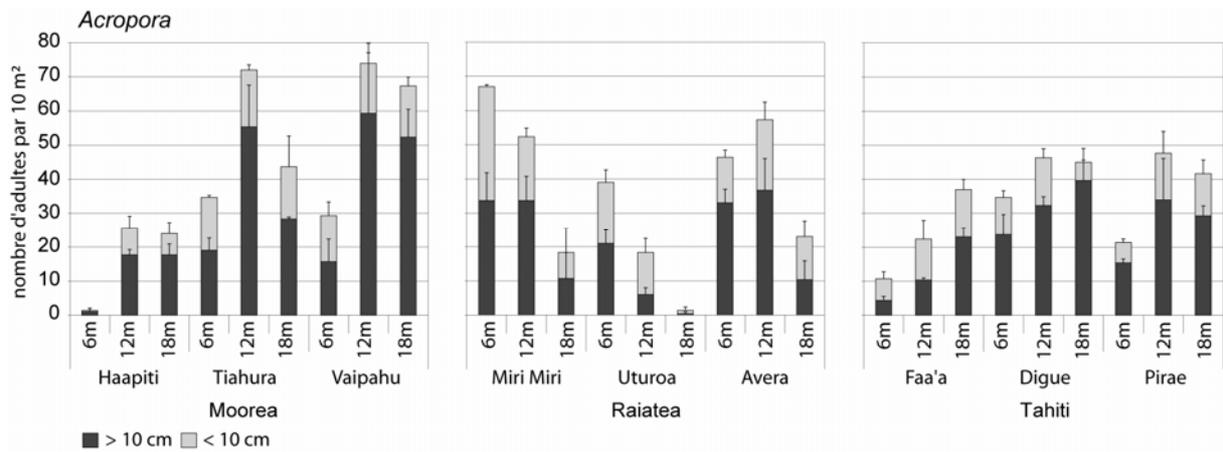


Figure 65 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes du genre *Acropora* pour les 27 stations d'étude réparties sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

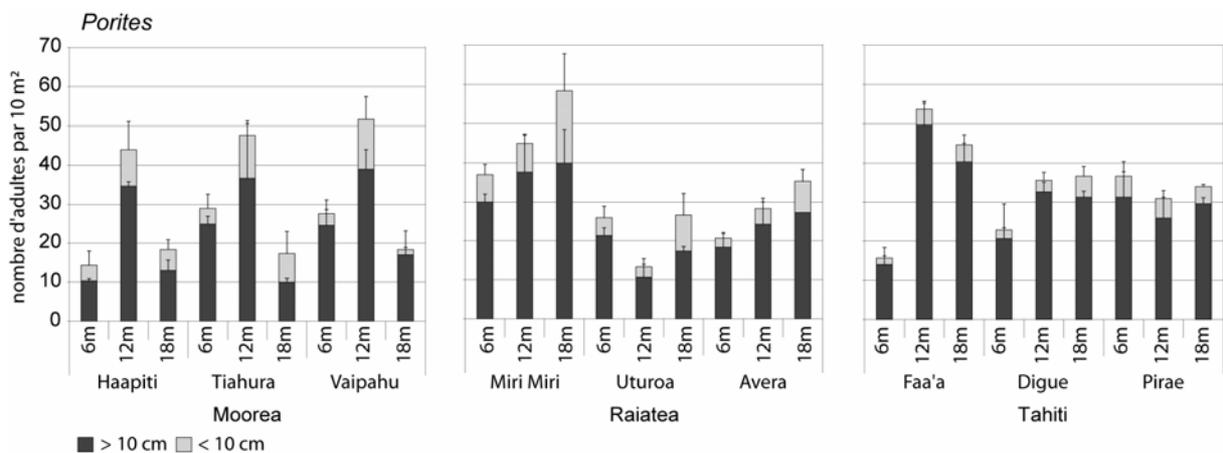


Figure 66 : abondance moyenne par transect-couloir (10 m²) des adultes du genre *Porites* pour les 27 stations d'étude réparties sur trois îles (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

En résumé à l'échelle régionale, près de 80 % des adultes présentent un diamètre maximal supérieur à 10 cm. L'abondance des adultes :

- est plus importante à Tahiti qu'à Moorea et à Raiatea si l'on considère l'ensemble des genres et les genres *Pocillopora* et *Porites* tandis que le genre *Acropora* est plus largement représenté à Moorea ;

- est minimale à Haapiti pour l'île de Moorea, à Faa'a pour l'île de Tahiti et à Uturoa pour l'île de Raiatea. L'abondance des adultes de petite taille ne varie pas entre les sites ;

- varie en fonction de la profondeur, mais de façon différente selon les genres, les classes de taille, les îles et les sites de telle façon qu'aucune structure bathymétrique stable n'a pu être mise en évidence.

II.3.3.4. Contributions relatives des juvéniles et des adultes dans les assemblages locaux

Sur l'ensemble des 27 stations, 61,9 % des colonies observables à l'œil nu ont un diamètre supérieur à 10 cm, 15,8 % ont un diamètre compris entre 5 et 10 cm, et 22,3 % un diamètre inférieur à 5 cm. Alors que les abondances des juvéniles, des adultes de petite taille et des adultes de grande taille sont variables dans l'espace, leurs contributions relatives restent relativement constantes entre les îles et les profondeurs (Figure 67). Bien que ces variations soient faibles, on observe proportionnellement plus de juvéniles et moins d'adultes de grande taille à Raiatea que sur les autres îles. Sur l'ensemble des trois îles, les contributions relatives des juvéniles, des petits et des grands adultes sont identiques à 6 m et à 12 m (respectivement 64,6 et 64,0 % d'adultes de grande taille, 15,4 et 15,5 % d'adultes de petite taille et 20,0 et 20,5 % de juvéniles). Par contre, la profondeur de 18 m se singularise par une contribution relative des adultes de grande taille plus faible (57,4 %) et des juvéniles plus importante (26,2 %) que celles observées aux autres profondeurs.

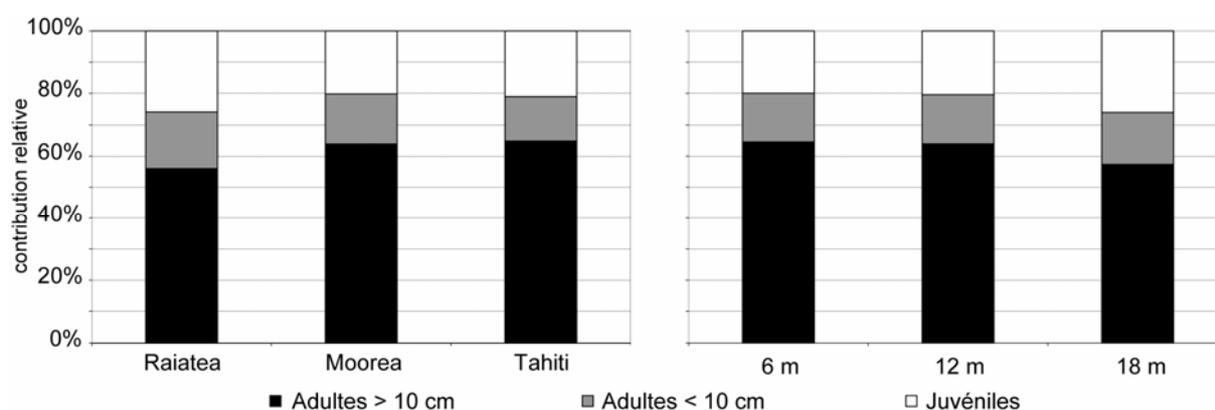


Figure 67 : contributions relatives des adultes de plus de 10 cm de diamètre, de moins de 10 cm de diamètre et des juvéniles aux trois îles et aux trois profondeurs.

Les variations entre sites sont plus importantes, la contribution relative des adultes de plus de 10 cm de diamètre variant entre 52,8 % à Miri Miri et 68,4 % à Vaipahu, et celle des juvéniles entre 18,0 % à Vaipahu et 27,3 % à Miri Miri. La plus faible contribution relative d'adultes de petite taille a été relevée à Digue (11,9 %) et les plus fortes ont été observées à Uturoa (20,0 %) et Miri Miri (19,9 %). Des différences sont également présentes entre les stations. A Moorea, la contribution relative des adultes de grande taille varie entre 51,6 % à T18 et 68,9 % à V6, celle des adultes de petite taille est comprise entre 12,4 % à V18 et 18,5 % à T12 et celle des juvéniles entre 13,5 % à T6 et 30,2 % à T18. Il est à noter que les trois stations de Tiahura présentent de fortes contributions relatives d'adultes de moins de 10 cm (18,5 % à 6 m, 18,5 % à 12 m et 18,2 % à 18 m). A Raiatea, la contribution relative des adultes de grande taille est minimale à A6 (71,5 %) et maximale à M18 (39,7 %), à l'inverse de celle des juvéniles (16,6 % à A6 et 37,5 % à M18). La station A6 est également celle où la contribution relative des adultes de petite taille est la

plus faible (12,0 %), à l'opposé de la station U18, qui comprend 27,5 % de colonies de cette classe de taille. A Tahiti, la contribution relative des adultes de grande taille varie entre 58,6 % à F18 et 67,9 % à P6, celle des adultes de petite taille entre 10,5 % à D18 et 16,8 % à P18, et celle des juvéniles entre 16,6 % à P18 et 26,7 % à F18.

Les contributions relatives des trois classes de taille étudiées varient grandement entre les différents genres (Figure 68). Celle des adultes de grande taille varie entre 18,9 % pour *Psammocora* et 90,9 % pour *Herpolitha*. Elle est supérieure à 80 % pour les genres *Herpolitha*, *Leptastrea*, *Favia*, *Astreopora* et *Sandalolitha* ; comprise entre 60 et 80 % pour *Montipora*, *Leptoseris*, *Lobophyllia*, *Porites*, *Pocillopora*, *Pavona* et *Cyphastrea* ; et entre 40 et 60 % pour *Fungia*, *Acanthastrea*, *Montastrea*, *Gardineroseris* et *Acropora*. Le genre *Psammocora* se distingue par une faible représentation de cette classe de taille : 18,9 %.

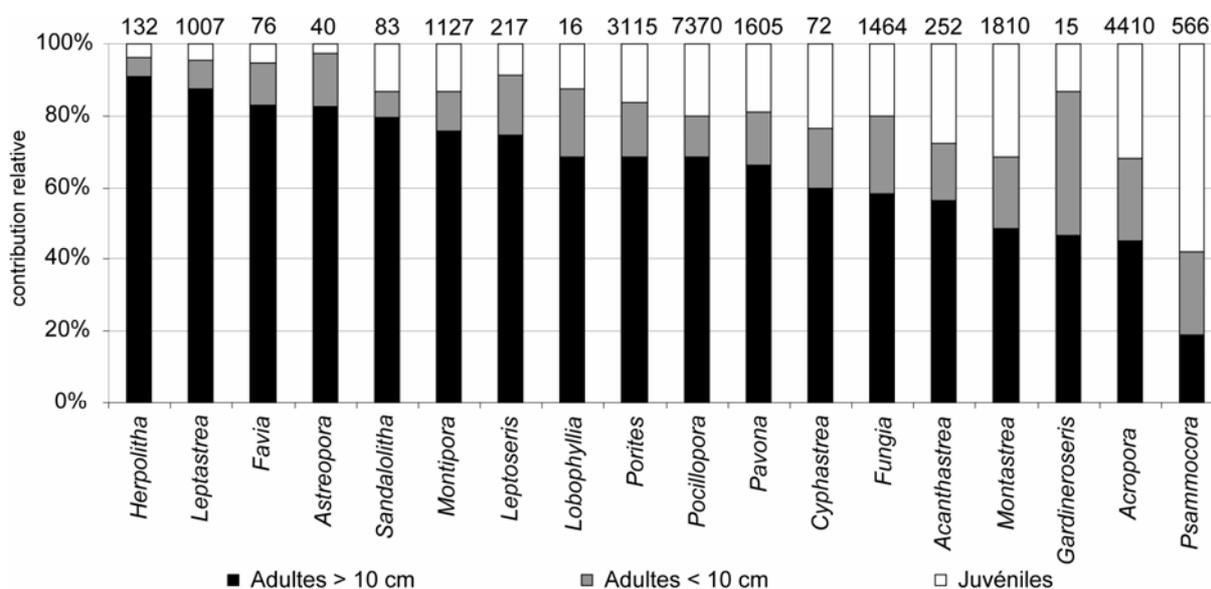


Figure 68 : contributions relatives des adultes de plus de 10 cm de diamètre, des adultes de moins de 10 cm de diamètre, et des juvéniles pour les 18 genres recensés aux 3 îles étudiées (Moorea, Raiatea, Tahiti). Les chiffres au dessus des histogrammes indiquent le nombre total de colonies échantillonnées. Toutes îles confondues.

La contribution relative des juvéniles suit sensiblement le schéma inverse, les genres présentant proportionnellement le plus d'adultes de grande taille étant généralement ceux qui présentent proportionnellement le moins de juvéniles. Ainsi, la contribution relative des juvéniles est inférieure à 5 % pour *Herpolitha*, *Leptastrea*, *Favia* et *Astreopora*, comprise entre 5 et 20 % pour *Sandalolitha*, *Montipora*, *Leptoseris*, *Lobophyllia*, *Porites*, *Pocillopora* et *Pavona* ; et entre 20 et 40 % pour *Cyphastrea*, *Fungia*, *Acanthastrea*, *Montastrea* et *Acropora*. Le genre *Psammocora* a une contribution relative de juvéniles particulièrement élevée (58,2 %), alors que pour *Gardineroseris*, ce sont les adultes de petite taille qui ont une contribution relative plus importante que pour les autres genres (40,0 %). Les genres *Acropora*, *Psammocora*, *Fungia* et *Montastrea* présentent également une

contribution relative élevée d'adultes de petite taille (20 à 25 %). Les genres *Leptastrea*, *Sandalolitha* et *Herpolitha* sont ceux qui en comptabilisent le moins, avec moins de 10 %.

Au sein des différents genres, il existe également des variations spatiales dans les contributions relatives des trois classes de taille (Figure 69). Si l'on considère les trois principaux genres, on observe des variations en fonction de la bathymétrie. Pour *Pocillopora* et *Porites*, une tendance à la diminution de la contribution relative des adultes de grande taille et à l'augmentation de celles des petits adultes et des juvéniles est observée avec la profondeur. La contribution relative des grands adultes d'*Acropora* est quant à elle maximale à 12 m, alors que celle des juvéniles est minimale à cette profondeur et que celle des petits adultes diminue le long du gradient bathymétrique.

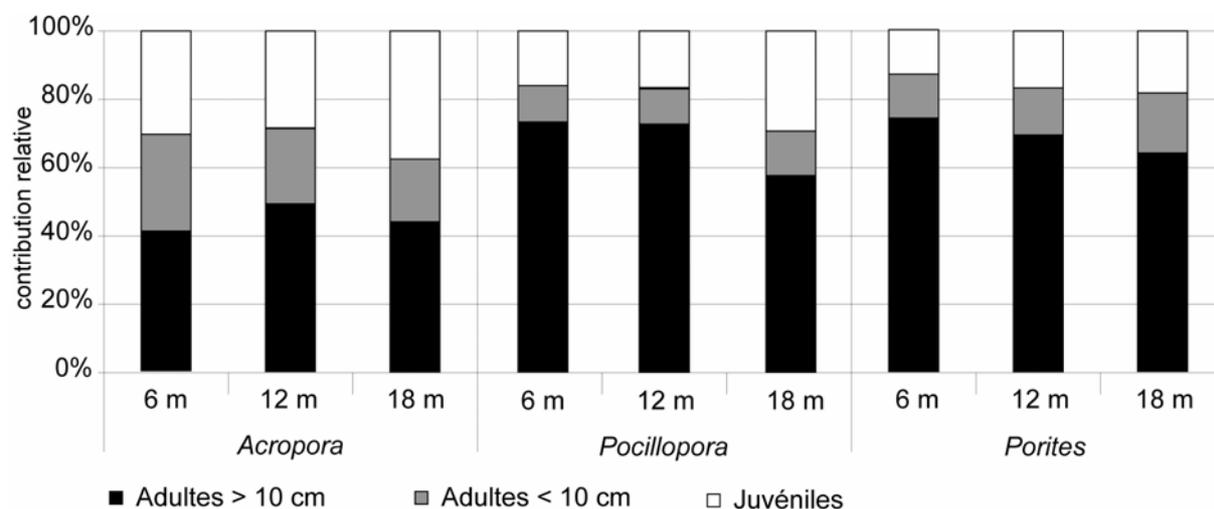


Figure 69 : contributions relatives des adultes de plus de 10 cm de diamètre, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des juvéniles pour les genres *Acropora*, *Pocillopora* et *Porites* aux trois profondeurs. Tous sites et îles (Moorea, Raiatea, Tahiti) confondus.

Pour *Porites* et *Pocillopora*, les contributions relatives sont peu variables entre les îles et les sites (Annexe 20). Pour *Acropora*, on observe une contribution relative d'adultes de grande taille plus importante aux sites de Moorea (entre 52 et 60 %) qu'aux sites de Tahiti (entre 32 et 52 %) et surtout de Raiatea (entre 27 et 38 %). La contribution relative des juvéniles est plus élevée à Raiatea (entre 36 et 42 %) qu'à Tahiti (entre 26 et 39 %) et qu'à Moorea (entre 16 et 24 %). On notera qu'aux trois sites de Raiatea, la contribution relative des juvéniles est très proche de celle des adultes de plus de 10 cm pour ce genre (Annexe 20).

II.3.4. Relations multi-échelles entre les structures spatiales des recrues, des juvéniles et des adultes dans l'archipel de la Société

Les peuplements de recrues, de juvéniles et d'adultes sont tous les trois dominés par la famille des Pocilloporidae (genre *Pocillopora*). Les familles des Poritidae (genre *Porites*) et des Acroporidae (genres *Acropora*, *Montipora* et *Astreopora*) sont également largement représentées dans les trois peuplements. Cependant, les contributions relatives des différentes familles ne sont pas identiques pour les trois stades étudiés (Figure 70). Le peuplement de recrues se distingue des peuplements juvéniles et adultes par une très forte contribution relative des Pocilloporidae (près de 70 %), et une très faible contribution relative de la catégorie « autres familles » (moins de 2 %). Les contributions relatives des différentes familles sont assez semblables entre les peuplements de juvéniles, d'adultes de petite taille et d'adultes de grande taille (Figure 70). Les Pocilloporidae sont cependant moins largement représentés parmi les adultes de moins de 10 cm que parmi les juvéniles ou les grands adultes. Les Acroporidae présentent une plus grande contribution relative chez les juvéniles et les adultes de moins de 10 cm que chez les grands adultes (Figure 70).

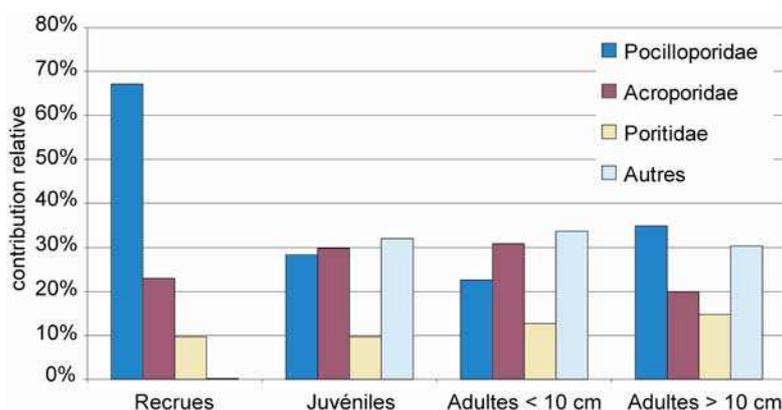


Figure 70 : contributions relatives des familles Pocilloporidae, Acroporidae, Poritidae et de la catégorie « autres familles » pour les trois stades du cycle de vie et les deux classes de taille d'adultes étudiés. Toutes stations et îles (Moorea, Raiatea, Tahiti) confondues.

Si l'on considère **l'ensemble des taxons**, à l'échelle régionale, l'abondance des adultes de grande taille est maximale à Tahiti, celle des adultes de moins de 10 cm et des juvéniles est minimale à Moorea, et celle des recrues est largement plus importante à Raiatea qu'aux autres îles (Figure 71). Les îles présentant le plus de recrues ne sont donc pas celles présentant le plus de juvéniles et d'adultes. Par contre, la répartition inter-îles des juvéniles est proche de celle des adultes de petite taille. La répartition inter-sites des recrues diffère de celles des juvéniles, des adultes de petite taille et des adultes de grande taille, les juvéniles et les adultes des deux classes de taille présentant des répartitions inter-sites plus semblables entre elles (Figure 71). Cependant,

aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre l'abondance aux neuf sites des recrues, des juvéniles, des adultes de petite taille et des adultes de grande taille.

Au niveau de la station et à l'échelle régionale, aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre l'abondance aux 27 stations des recrues et l'abondance aux 27 stations des juvéniles, des adultes de petite taille ou des adultes de grande taille. Par contre, au niveau du transect-couloir et à l'échelle régionale, l'abondance des juvéniles est significativement et positivement corrélée à celle des adultes, quelle que soit la classe de taille considérée (Tableau 6). Les patrons de distribution spatiale des recrues sont différents de ceux des juvéniles et des adultes (Figure 72).

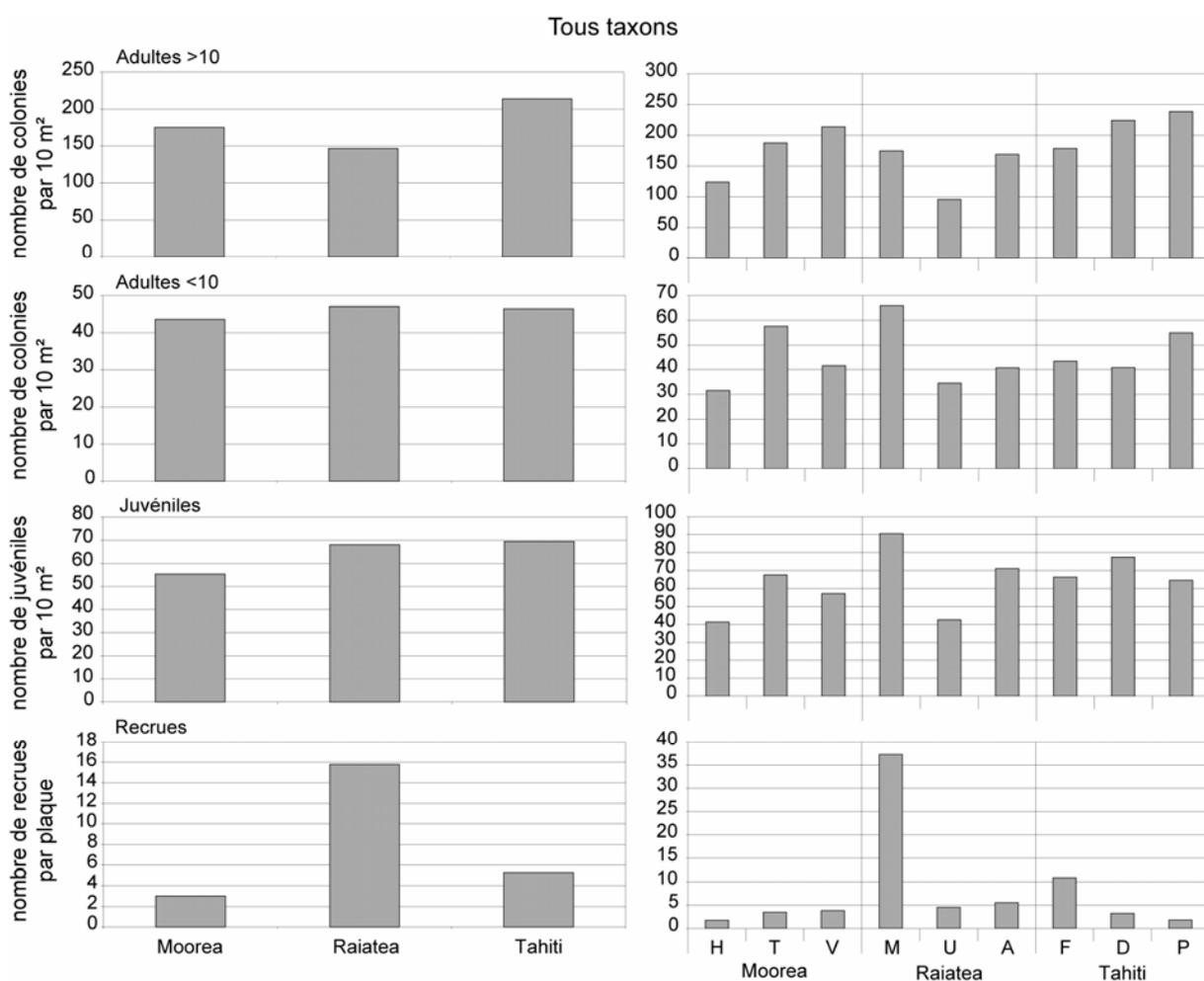


Figure 71 : abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues et par transect-couloir des juvéniles et des adultes aux trois îles et aux neuf sites d'étude. Tous taxons confondus.

Tableau 6 : résultats des corrélations à l'échelle régionale : corrélations de Spearman entre l'abondance aux 27 stations des recrues et celle des juvéniles, des adultes de petite taille, des adultes de grande taille et du total des adultes et entre l'abondance aux 81 transects-couloirs des juvéniles et celles des adultes de petite taille, de grande taille et du total des adultes. Tous taxons confondus. ρ : coefficient de corrélation de Spearman.

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,185	0,3456		
adultes <10 cm	0,260	0,1846	0,649	<0,0001
adultes >10 cm	-0,260	0,1847	0,445	<0,0001
total des adultes	-0,184	0,3479	0,561	<0,0001

A l'échelle insulaire, autour de Moorea, l'abondance des recrues, des juvéniles et des adultes est moindre à Haapiti (sur la côte ouest) qu'aux autres sites. L'abondance des juvéniles dans les transects-couloirs est corrélée positivement et significativement à celle des adultes, quelle que soit la classe de taille considérée (total des adultes, adultes de petite taille, de grande taille). L'abondance des recrues dans les stations n'est par contre pas significativement corrélée à celles des juvéniles ni des adultes (Tableau 7).

Autour de Raiatea, l'abondance des recrues, des juvéniles et des adultes est maximale à Miri Miri (sur la côte ouest) mais les différences inter-sites sont beaucoup plus importantes chez les recrues que chez les juvéniles et les adultes. Des corrélations positives et significatives ont été obtenues entre l'abondance des adultes et des juvéniles dans les transects-couloirs (tous taxons confondus et quelles que soient les classes de taille considérées), mais pas entre les recrues et les juvéniles ni entre les recrues et les adultes (indépendamment des classes de taille pour les adultes ; Tableau 7). Les patrons de variabilité spatiale des recrues sont différents de ceux des juvéniles et des adultes, moins éloignés entre eux (Figure 72).

Autour de Tahiti et sur l'ensemble du peuplement, l'abondance des recrues est maximale à Faa'a (côte ouest), celle des juvéniles est maximale à Digue et celle des adultes à Pirae. Les variations de l'abondance des juvéniles dans les transects-couloirs ne sont pas corrélées significativement à celles des adultes, quelle que soit la classe de taille considérée, ce qui indique que les patrons de distribution spatiale des trois stades sont différents (Tableau 7 ; Figure 72). On observe en outre des corrélations négatives et significatives entre l'abondance des adultes (toutes classes de tailles confondues) et celle des recrues (Tableau 7).

Tableau 7 : résultats des corrélations à l'échelle locale : corrélations de Spearman entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des juvéniles, des adultes de petite taille, des adultes de grande taille et du total des adultes et entre l'abondance aux 27 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes de petite taille, de grande taille et du total des adultes pour les îles de Moorea, Tahiti et Raiatea. Tous taxons confondus. ρ : coefficient de corrélation de Spearman.

MOOREA

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,383	0,2783		
adultes <10 cm	0,817	0,0209	0,596	0,0024
adultes >10 cm	0,567	0,1090	0,628	0,0014
total des adultes	0,667	0,0593	0,715	0,0003

RAIATEA

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,317	0,3704		
adultes <10 cm	0,517	0,1439	0,824	<0,0001
adultes >10 cm	0,517	0,1439	0,419	0,0327
total des adultes	0,617	0,0811	0,599	0,0022

TAHITI

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	-0,300	0,3961		
adultes <10 cm	-0,300	0,3961	0,349	0,0755
adultes >10 cm	-0,867	0,0142	0,243	0,2156
total des adultes	-0,883	0,0125	0,314	0,1096

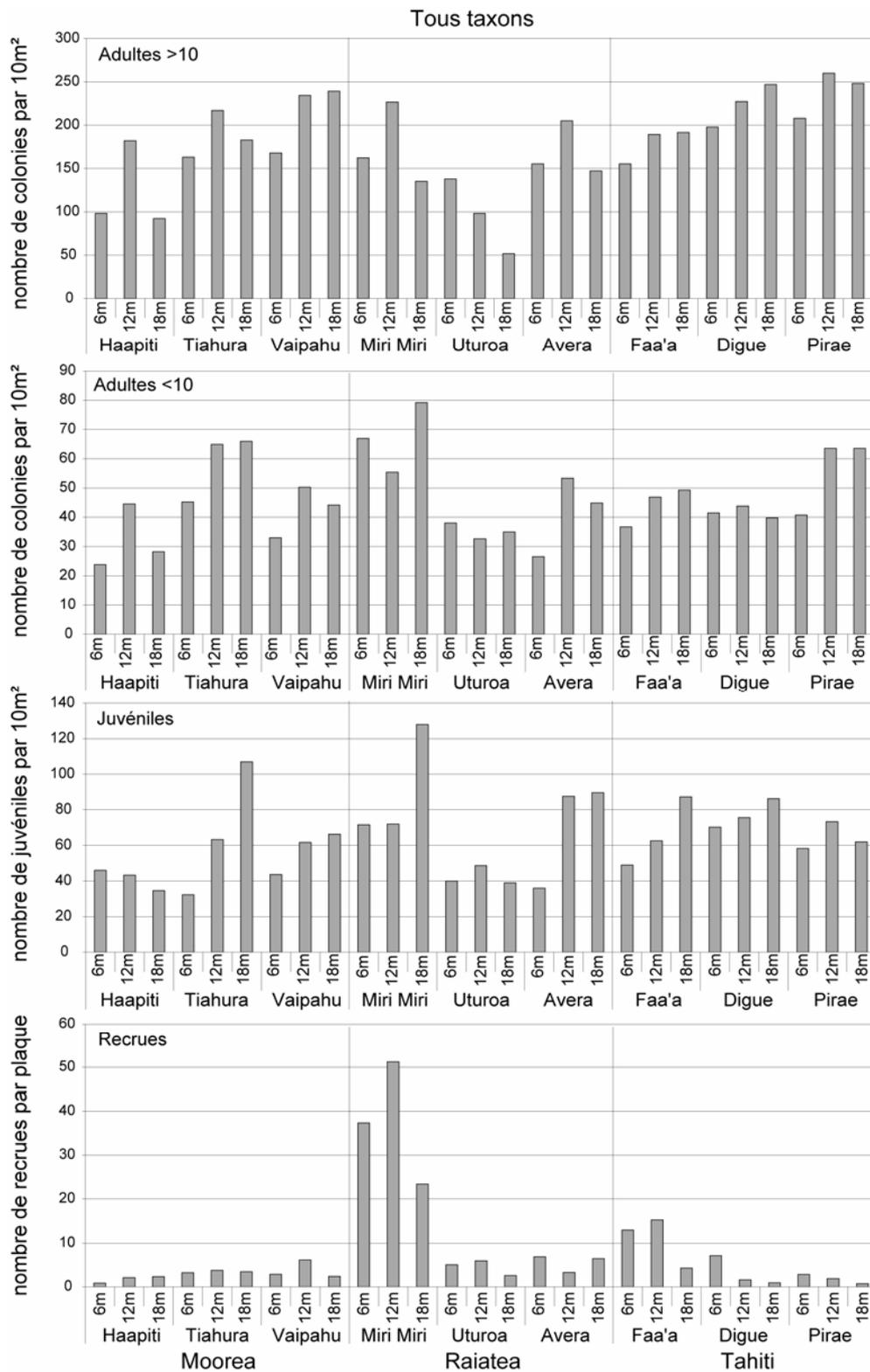


Figure 72 : abondance moyenne par transect-couloir des adultes de plus de 10 cm, des adultes de moins de 10 cm et des juvéniles et abondance moyenne par plaque des recrues aux 27 stations d'étude réparties sur Moorea, Raiatea et Tahiti. Tous taxons confondus.

Pour la famille des **Pocilloporidae**, l'abondance des recrues est maximale à Raiatea, alors que celles des juvéniles, des adultes de petite taille et des adultes de grande taille y sont minimales (Figure 73). La répartition inter-sites des recrues est caractérisée par une abondance à Miri Miri 10 fois plus importante que la moyenne des autres sites (Figure 73). Elle est très différente de celle des juvéniles et des adultes, même si l'abondance des juvéniles et des petits adultes est également maximale à Miri Miri. Aucune corrélation significative n'a été obtenue entre l'abondance aux neuf sites des recrues et celle des juvéniles et des adultes (quelle que soit la classe de taille), ni entre l'abondance aux neuf sites des juvéniles et des adultes. Une tendance non significative est cependant observée entre les juvéniles et les adultes de petite taille ($q = 0,0583$; $p = 0,0990$)

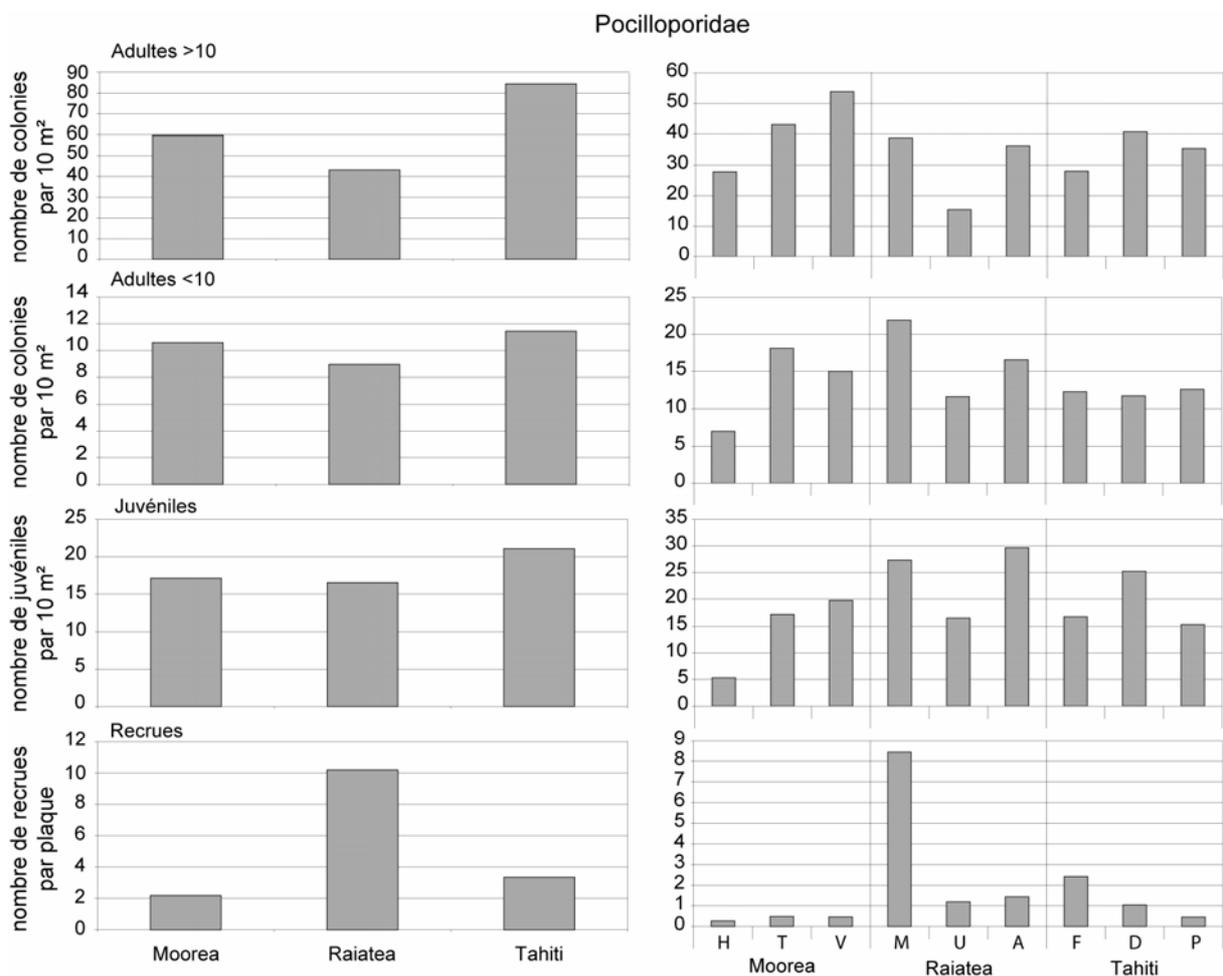


Figure 73 : abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues et par transect-couloir des juvéniles et des adultes de la famille Pocilloporidae aux trois îles et aux neuf sites d'étude.

L'abondance des recrues aux 27 stations n'est pas corrélée à celles des juvéniles ni des adultes (Tableau 8). Cependant, l'abondance des recrues de la saison décembre-mars (saison de plus fort recrutement pour cette famille) est positivement et significativement corrélée à celle des adultes de grande taille. En outre, on observe des corrélations positives et significatives à cette échelle entre l'abondance des juvéniles dans les transects-couloirs et celles des adultes de petite taille et des adultes (toutes classes de taille confondues). Les patrons de variabilité spatiale des recrues diffèrent donc de ceux des juvéniles et des adultes (Figure 74).

Tableau 8 : résultats des corrélations de Spearman entre l'abondance aux 27 stations des recrues et celle des juvéniles, des adultes de petite taille, des adultes de grande taille et du total des adultes et entre l'abondance aux 81 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes de petite taille, de grande taille et du total des adultes. Famille Pocilloporidae. ρ : coefficient de corrélation de Spearman.

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	-0,031	0,8738		
adultes <10 cm	0,129	0,5108	0,504	<0,0001
adultes >10 cm	-0,113	0,5636	0,195	0,0818
total des adultes	-0,129	0,5113	0,246	0,0279

A l'échelle insulaire, autour de Moorea, l'abondance des recrues et des adultes de grande taille est moins importante à Haapiti qu'aux autres sites alors que l'abondance des juvéniles et des petits adultes est maximale à Tiahura et minimale à Vaipahu. Aucune corrélation significative n'a été relevée entre l'abondance dans les stations des recrues et celle des juvéniles ou des adultes. Par contre, l'abondance des juvéniles dans les transects-couloirs est positivement et significativement corrélée à celle des adultes de petite taille (Tableau 9).

A Raiatea, l'abondance des recrues, des juvéniles, des adultes de petite taille et des adultes de grande taille est maximale à Miri Miri et minimale à Uturoa. L'abondance des recrues dans les stations est significativement corrélée à celle des juvéniles, mais pas à celle des adultes. L'abondance des juvéniles dans les transects-couloirs est également significativement et positivement corrélée à celle des adultes de petite taille, mais pas à celle des adultes de grande taille ni des adultes de l'ensemble des classes de taille (Tableau 9).

A Tahiti, les distributions inter-sites des recrues, des juvéniles et des adultes sont toutes très différentes. Seules les distributions inter-sites des adultes de petite et de grande taille sont assez semblables. Aucune corrélation significative n'a été mise en évidence entre les abondances des recrues, des juvéniles et des adultes.

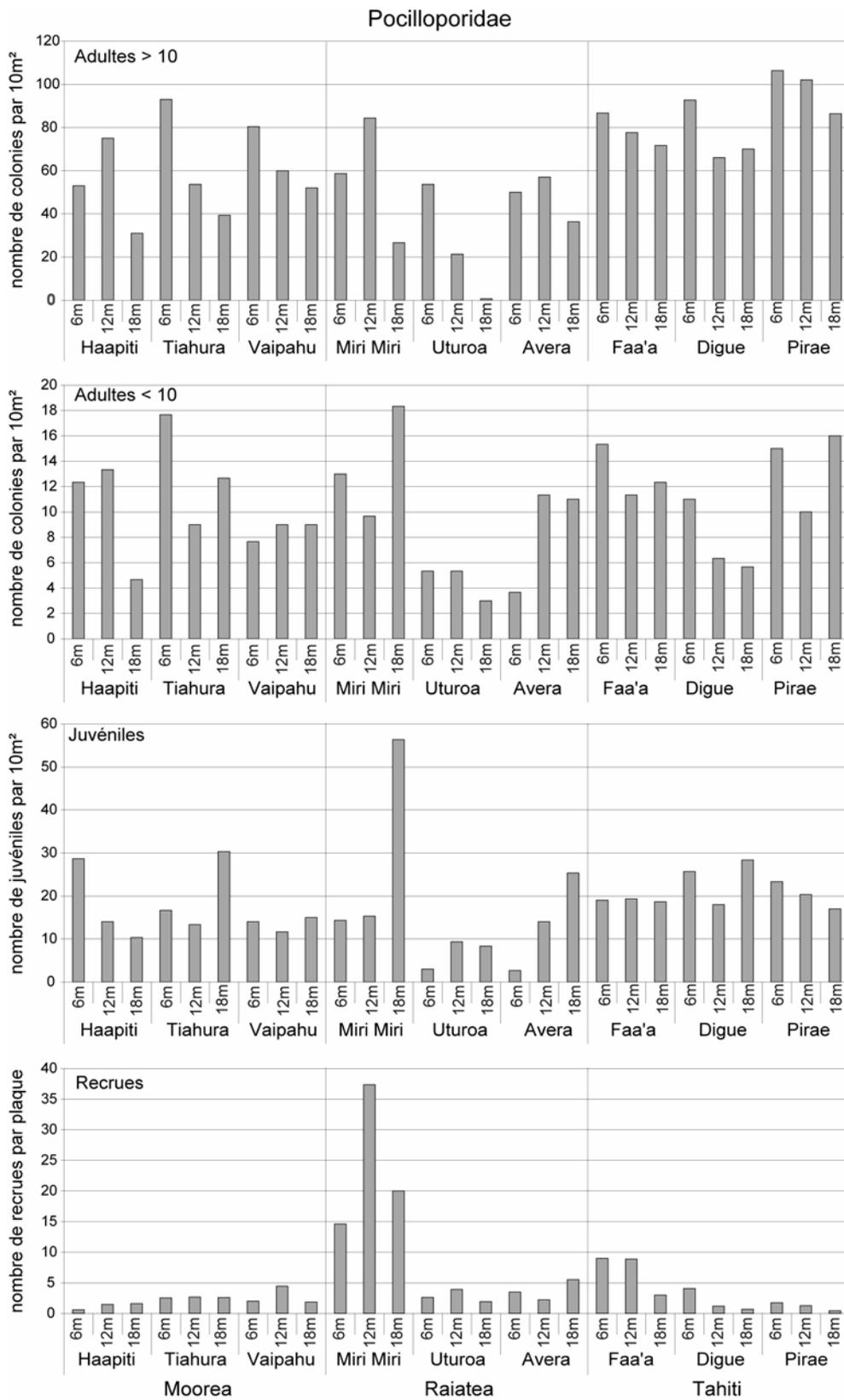


Figure 74 : abondance moyenne par transect-couloir des adultes et des juvéniles et par plaque des recrues aux 27 stations d'étude réparties sur Moorea, Raiatea et Tahiti pour la famille Pocilloporidae.

Tableau 9 : résultats des corrélations à l'échelle locale : corrélations de Spearman entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des juvéniles, des adultes de petite taille, des adultes de grande taille et du total des adultes et entre l'abondance aux 27 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes de petite taille, de grande taille et du total des adultes pour les îles de Moorea, Tahiti et Raiatea. Famille Pocilloporidae. ρ : coefficient de corrélation de Spearman.

MOOREA

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	-0,192	0,5862		
adultes <10 cm	-0,051	0,8856	0,496	0,0115
adultes >10 cm	0,167	0,6374	-0,181	0,5614
total des adultes	0,000	>0,9999	-0,028	0,8883

RAIATEA

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,717	0,0427		
adultes <10 cm	0,586	0,0976	0,758	0,0001
adultes >10 cm	0,383	0,2783	0,019	0,9242
total des adultes	0,383	0,2783	0,120	0,5407

TAHITI

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,150	0,6714		
adultes <10 cm	0,250	0,4795	-0,221	0,2596
adultes >10 cm	0,283	0,4229	0,013	0,9463
total des adultes	0,150	0,6714	-0,025	0,8979

Pour la famille des **Acroporidae**, l'abondance des recrues, des juvéniles et des petits adultes est maximale à Raiatea. Celle des adultes de grande taille est maximale à Moorea (Figure 75). A l'échelle régionale, la distribution inter-sites des recrues est caractérisée par une abondance largement plus importante à Miri Miri qu'à n'importe quel autre site, ce qui la distingue de celles des juvéniles, des adultes de petite taille et des adultes de grande taille, plus similaires entre elles (Figure 75). L'abondance des recrues aux neuf sites n'est pas corrélée significativement à celle des juvéniles ni à celle des adultes. Une tendance non significative est cependant observée entre les recrues et les juvéniles ($\rho = 0,633$; $p = 0,0732$), et entre les juvéniles et les adultes (juvéniles-total des adultes : $\rho = 0,683$ et $p = 0,0583$; juvéniles-petits adultes : $\rho = 0,667$ et $p = 0,0660$).

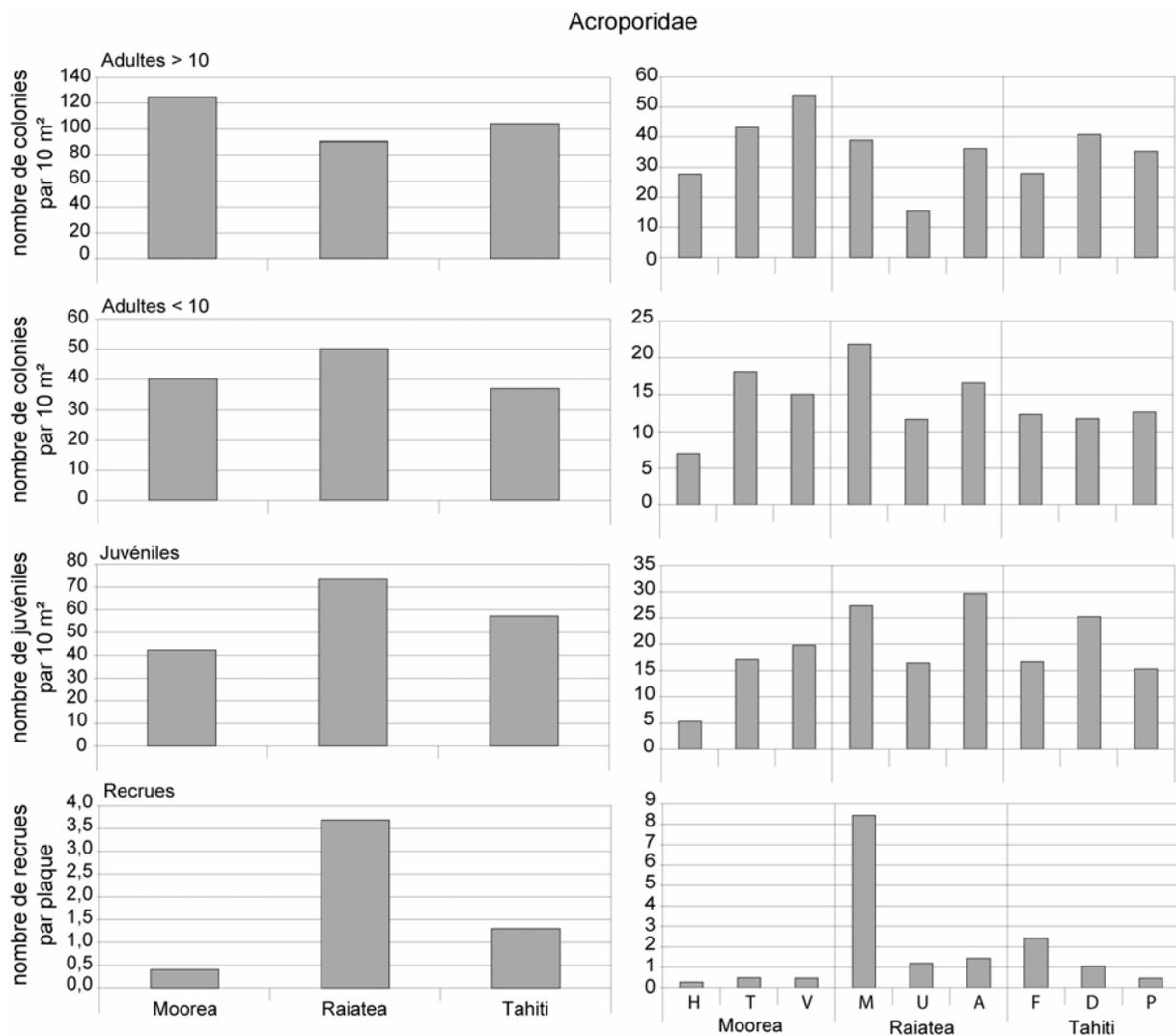


Figure 75 : abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues et par transect-couloir des juvéniles et des adultes de la famille des Acroporidae aux trois îles et aux neuf sites d'étude.

Pour les Acroporidae, à l'échelle régionale, aucune corrélation significative n'a été mise en évidence entre les abondances dans les stations des recrues et celles des juvéniles ni celles des adultes. Par contre, toutes les corrélations entre l'abondance dans les transects-couloirs des juvéniles et des adultes sont positives et significatives, quelles que soient la classe de taille

d'adultes considérée. Ainsi, les patrons de distribution spatiale des recrues sont différents de ceux des juvéniles et des adultes, plus similaires entre eux (Tableau 10 ; Figure 76).

Tableau 10 : résultats des corrélations de Spearman entre l'abondance aux 27 stations des recrues et celle des juvéniles, des adultes de petite taille, des adultes de grande taille et du total des adultes et entre l'abondance aux 81 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes de petite taille, de grande taille et du total des adultes. Famille Acroporidae. ρ : coefficient de corrélation de Spearman.

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,105	0,5914		
adultes <10 cm	0,278	0,1558	0,460	<0,0001
adultes >10 cm	-0,441	0,6591	0,312	0,0052
total des adultes	0,101	0,6060	0,438	<0,0001

A l'échelle insulaire, autour de Moorea, l'abondance des recrues, des juvéniles, des adultes de petite taille et des adultes de grande taille est moins importante à Haapiti qu'à Tiahura et Vaipahu. L'abondance des recrues de la famille des Acroporidae dans les stations n'est corrélée ni à celle des juvéniles ni à celle des adultes, quelle que soit la classe de taille considérée. Par contre, l'abondance dans les transects-couloirs des juvéniles est significativement corrélée à celle des adultes quelle que soit la classe de taille considérée (Tableau 11).

A Raiatea, la distribution inter-sites des recrues est différente de celles des juvéniles, et des adultes des deux classes de taille, plus similaires entre eux. Par contre, l'abondance aux neuf stations des recrues est significativement et positivement corrélée à celle de l'ensemble des adultes. Elle n'est pas corrélée à l'abondance des juvéniles (Tableau 11). L'abondance des juvéniles est corrélée à celle des adultes de toutes les classes de taille.

Autour de Tahiti, l'abondance aux neuf stations des recrues de la famille des Acroporidae est significativement et positivement corrélée à celle des adultes de grande taille et du total des adultes, mais pas à celle des adultes de petite taille ou des juvéniles. L'abondance des juvéniles de cette famille est positivement et significativement corrélée à celle des adultes de moins de 10 cm de diamètre et du total des adultes (Tableau 11).

Parmi les deux principaux genres de cette famille, les relations entre juvéniles et adultes sont radicalement opposées : aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre l'abondance des juvéniles et celle des adultes du genre *Montipora*, quelles que soient la classe de taille et l'échelle considérées, alors qu'elles sont toutes positives et significatives pour le genre *Acropora*.

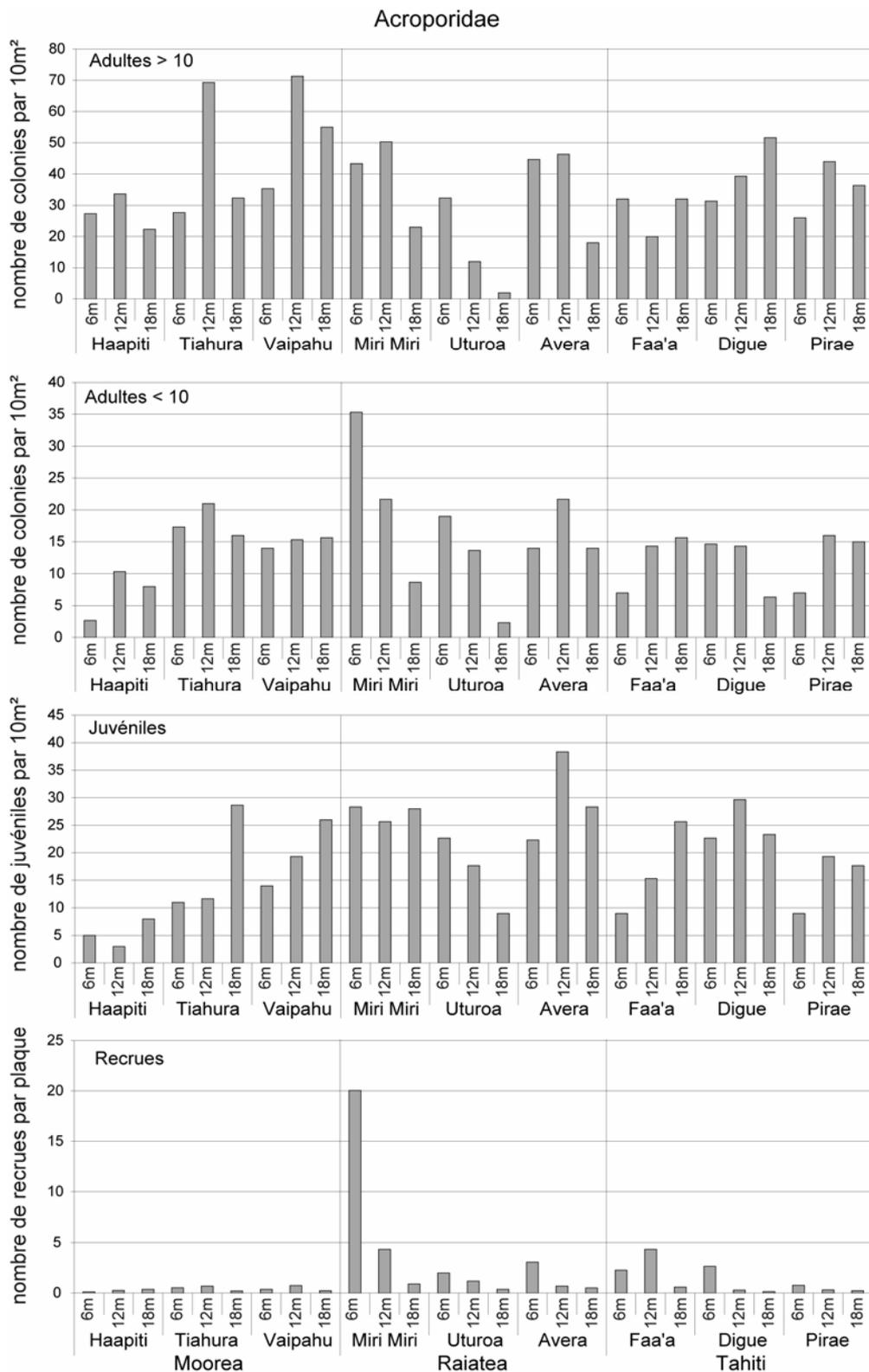


Figure 76 : abondance moyenne par transect-couloir des adultes et des juvéniles et par plaque des recrues aux 27 stations d'étude réparties sur Moorea, Raiatea et Tahiti pour la famille Acroporidae.

Tableau 11 : résultats des corrélations à l'échelle locale : corrélations de Spearman entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des juvéniles, des adultes de petite taille, des adultes de grande taille et du total des adultes et entre l'abondance aux 27 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes de petite taille, de grande taille et du total des adultes pour les îles de Moorea, Tahiti et Raiatea. Famille Acroporidae. ρ : coefficient de corrélation de Spearman.

MOOREA

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,059	0,8684		
adultes <10 cm	0,435	0,2184	0,472	0,0160
adultes >10 cm	0,510	0,1488	0,455	0,0204
total des adultes	0,586	0,0976	0,544	0,0055

RAIATEA

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,075	0,8313		
adultes <10 cm	0,655	0,0637	0,506	0,0099
adultes >10 cm	0,617	0,0811	0,546	0,0053
total des adultes	0,733	0,0381	0,587	0,0028

TAHITI

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	-0,477	0,1773		
adultes <10 cm	0,008	0,9810	0,417	0,0334
adultes >10 cm	-0,870	0,0138	0,299	0,1270
total des adultes	-0,767	0,0301	0,430	0,0283

A l'échelle régionale, l'abondance des recrues de la famille des **Poritidae** est maximale à Raiatea. Celle des juvéniles et des adultes de petite taille est moindre à Tahiti qu'à Moorea et Raiatea et celle des adultes de grande taille est maximale à Tahiti (Figure 77). Comme pour les autres taxons, à l'échelle régionale, le site présentant le plus de recrues de la famille des Poritidae est Miri Miri, suivi de Faa'a. La distribution régionale inter-sites des recrues diffère de celles des juvéniles, des adultes de petite taille et des adultes de grande taille (Figure 77). Celle des juvéniles est proche de celle des adultes de petite taille, sauf autour de Raiatea. L'abondance aux neuf sites des recrues n'est pas corrélée à celle des adultes ni des juvéniles et l'abondance aux neuf sites des juvéniles n'est pas non plus corrélée à celle des adultes quelle que soit la classe de taille considérée.

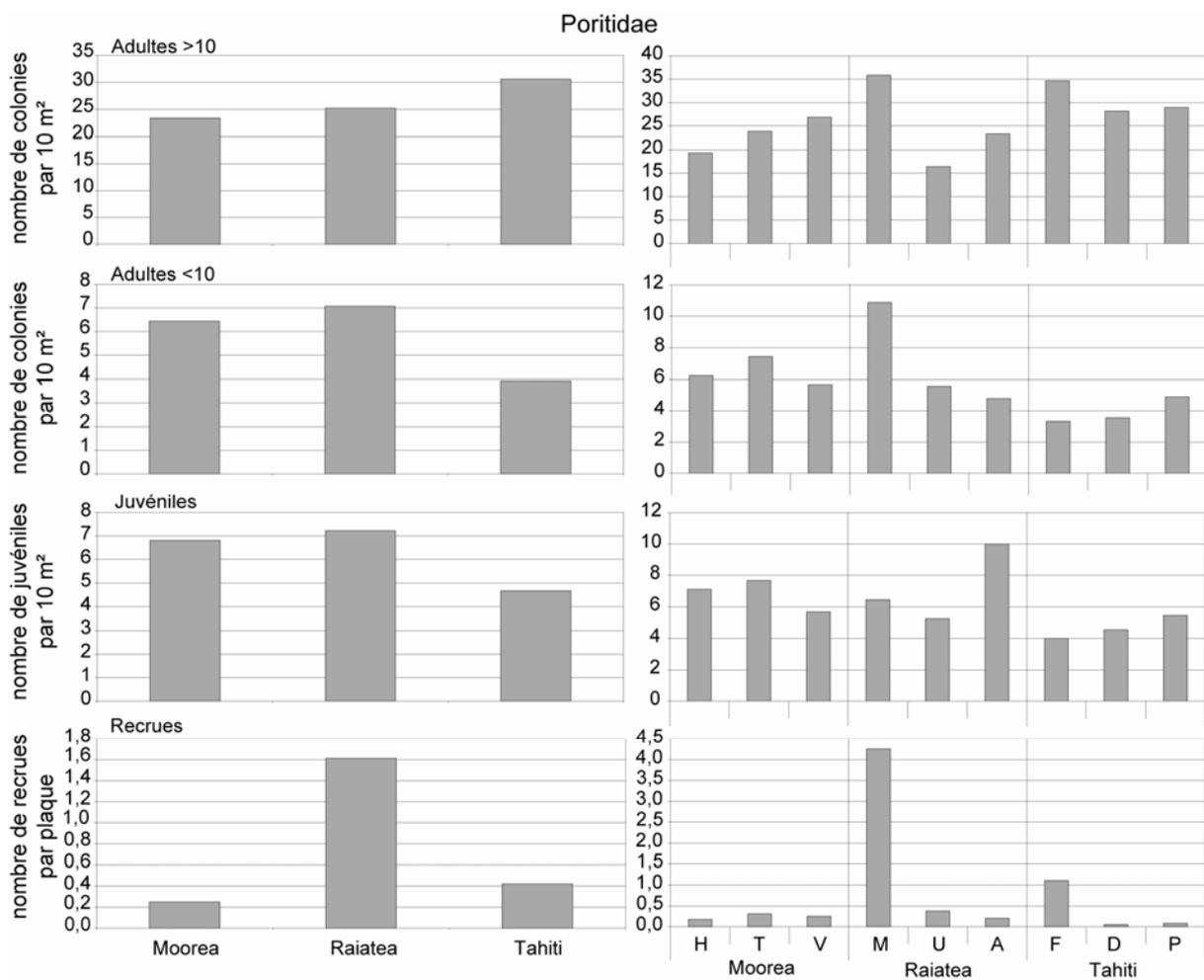


Figure 77 : abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues et par transect-couloir des juvéniles et des adultes de la famille Poritidae aux trois îles et aux neuf sites d'étude.

A l'échelle régionale, on observe des corrélations positives et à la limite de la significativité entre l'abondance des recrues de Poritidae dans les stations et celle des adultes de petite taille. De plus, l'abondance dans les transects-couloirs des juvéniles est significativement corrélée à celle des adultes de petite taille à cette échelle (Tableau 12).

Tableau 12 : résultats des corrélations de Spearman entre l'abondance aux 27 stations des recrues et celle des juvéniles, des adultes de petite taille, des adultes de grande taille et du total des adultes et entre l'abondance aux 81 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes de petite taille, de grande taille et du total des adultes. Famille Poritidae. ρ : coefficient de corrélation de Spearman.

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,216	0,2701		
adultes <10 cm	0,371	0,0584	0,459	<0,0001
adultes >10 cm	0,296	0,1310	0,176	0,1145
total des adultes	0,338	0,0845	0,287	0,0104

A l'échelle insulaire, autour de Moorea, les répartitions inter-sites des juvéniles et des petits adultes sont similaires entre elles et différentes de celle des recrues et de celle des adultes de grande taille. Au niveau des stations, l'abondance des recrues (toutes saisons) est significativement corrélée à celles des juvéniles et des adultes de petite taille. L'abondance des juvéniles dans les transects-couloirs est également corrélée à celle des adultes de petite taille, mais pas à celle des adultes de grande taille (Tableau 13).

A Raiatea, les répartitions inter-sites des recrues, des juvéniles, des petits adultes et des grands adultes sont toutes différentes et leurs abondances ne sont pas corrélées. Au niveau des stations, aucune corrélation entre les recrues, d'une part, et les juvéniles et adultes, d'autre part n'est significative pour cette famille (Tableau 13).

A Tahiti, l'abondance des recrues et des grands adultes est maximale à Faa'a alors que celle des juvéniles et des petits adultes est minimale à ce site et maximale à Pirae. Aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre l'abondance dans les stations des recrues et celle des juvéniles, ni entre celle des recrues et celle des adultes. Par contre, l'abondance des juvéniles dans les transects-couloirs est significativement et positivement corrélée à celle des adultes de petite taille (Tableau 13).

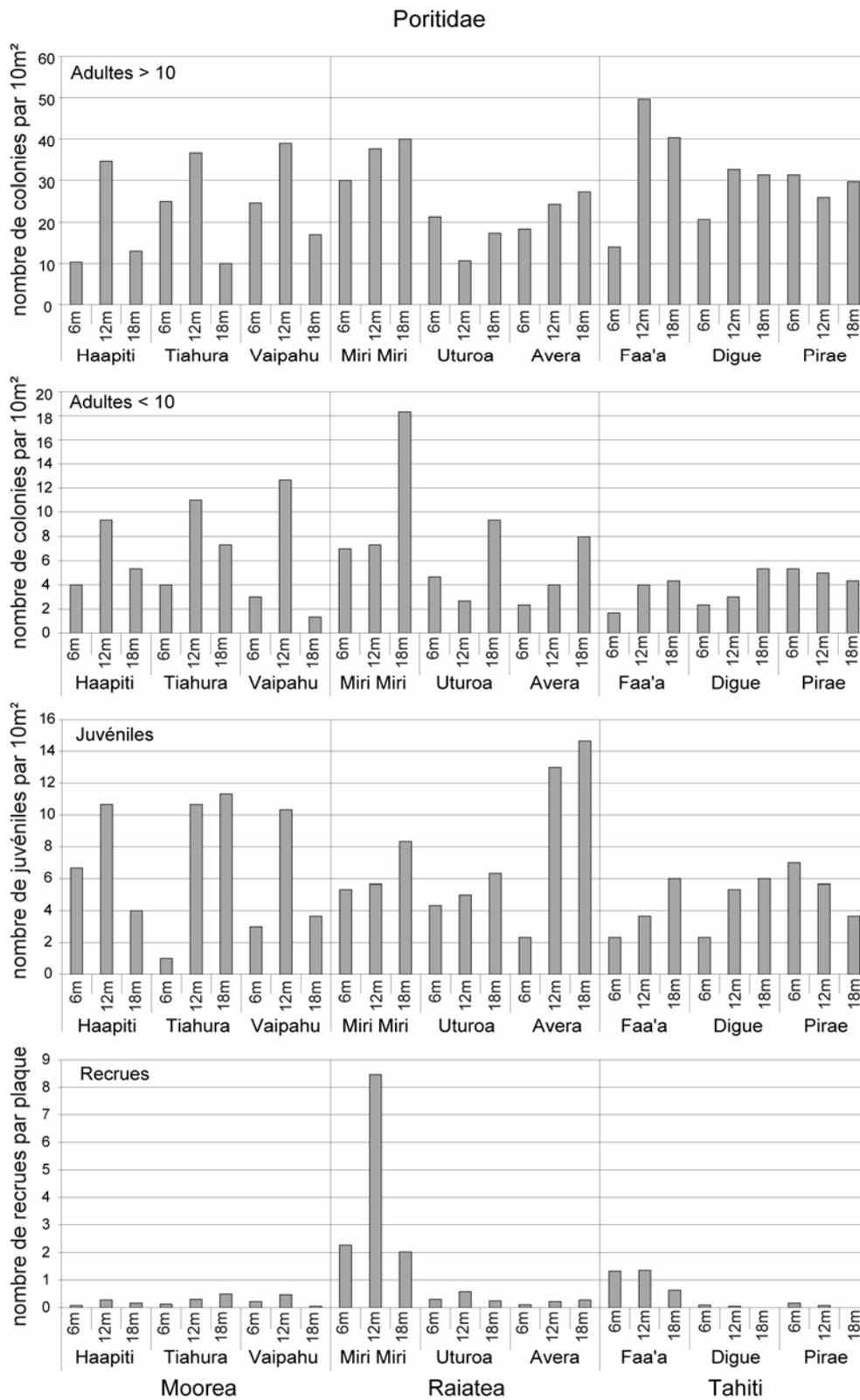


Figure 78 : abondance moyenne par transect-couloir des adultes et des juvéniles et par plaque des recrues aux 27 stations d'étude réparties sur Moorea, Raiatea et Tahiti pour la famille Poritidae.

Tableau 13 : résultats des corrélations à l'échelle locale : corrélations de Spearman entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des juvéniles, des adultes de petite taille, des adultes de grande taille et du total des adultes et entre l'abondance aux 27 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes de petite taille, de grande taille et du total des adultes pour les îles de Moorea, Tahiti et Raiatea. Famille Poritidae. ρ : coefficient de corrélation de Spearman.

MOOREA

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,728	0,0395		
adultes <10 cm	0,795	0,0245	0,483	0,0138
adultes >10 cm	0,283	0,4229	0,208	0,2897
total des adultes	0,427	0,2274	0,321	0,1014

RAIATEA

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,000	>0,9999		
adultes <10 cm	0,383	0,2783	0,342	0,0809
adultes >10 cm	0,583	0,0990	0,212	0,2786
total des adultes	0,583	0,0990	0,295	0,1321

TAHITI

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	-0,203	0,5651		
adultes <10 cm	-0,397	0,2619	0,477	0,0150
adultes >10 cm	0,172	0,6261	0,231	0,2397
total des adultes	0,197	0,5765	0,278	0,1571

L'abondance des recrues de la catégorie « autres familles » est très faible, et minimale à Raiatea (Figure 79). Celle des juvéniles et des adultes est maximale à Tahiti. A l'échelle régionale, la distribution inter-sites des recrues est différente de celles des juvéniles et des adultes. Celle des juvéniles est proche de celle des petits adultes, sauf à Tahiti. Aucune corrélation n'est significative entre l'abondance aux neuf sites des recrues et celle des juvéniles ou des adultes (Tableau 14). Par contre, l'abondance aux neuf sites des juvéniles est significativement et positivement corrélée à celle des adultes.

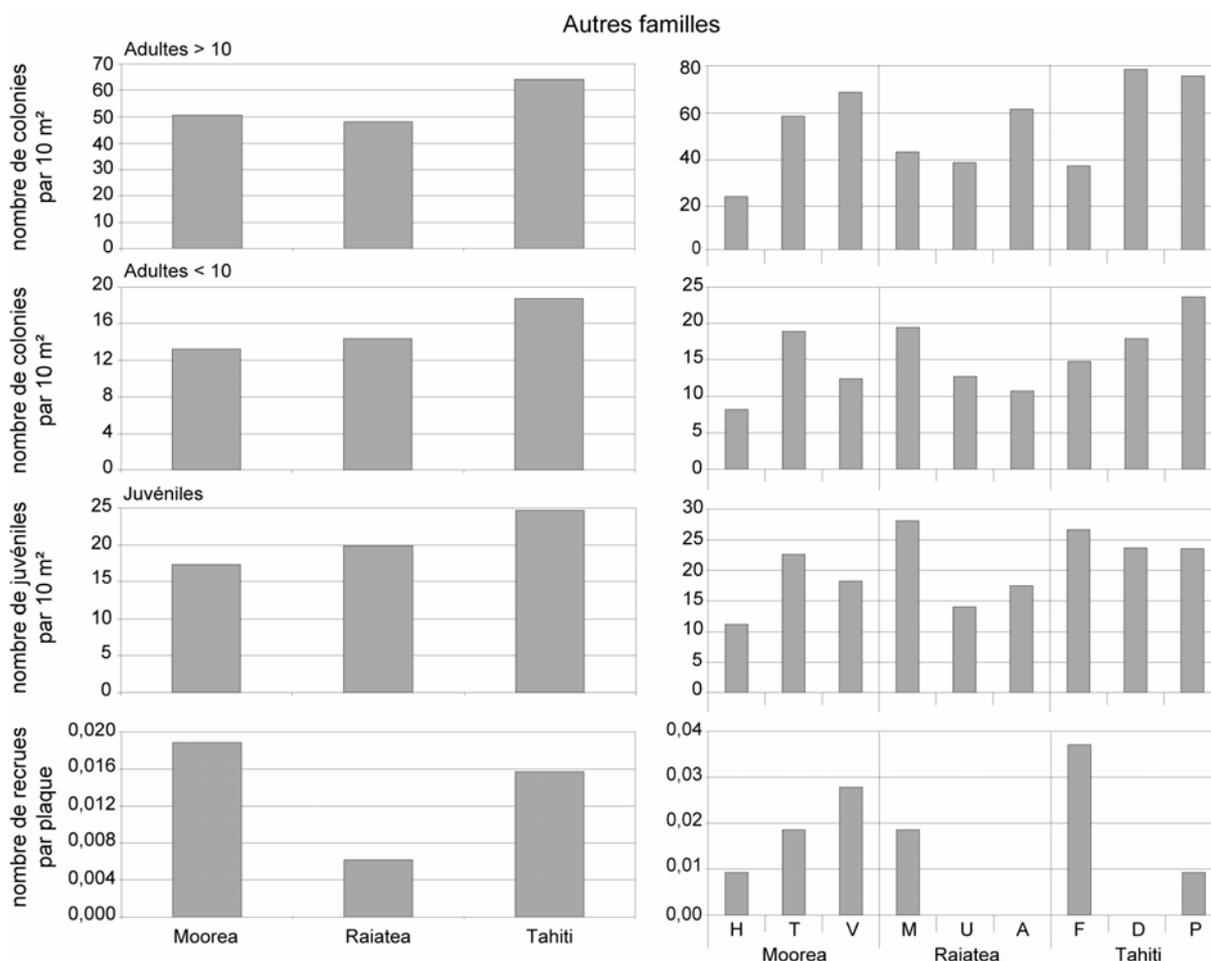


Figure 79 : abondance moyenne par plaque et par trimestre des recrues et par transect-couloir des juvéniles et des adultes de la catégorie « autres familles » aux trois îles et aux neuf sites d'étude.

Tableau 14 : résultats des corrélations de Spearman entre l'abondance aux 27 stations des recrues et celle des juvéniles, des adultes de petite taille, des adultes de grande taille et du total des adultes et entre l'abondance aux 81 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes de petite taille, de grande taille et du total des adultes. Catégorie « autres familles ». ρ : coefficient de corrélation de Spearman.

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,254	0,1957		
adultes <10 cm	0,310	0,4873	0,745	<0,0001
adultes >10 cm	0,060	0,7598	0,570	<0,0001
total des adultes	0,089	0,6487	0,654	<0,0001

Aucune relation significative n'a été mise en évidence entre les recrues et les juvéniles ni entre les recrues et les adultes, quelle que soit l'échelle considérée. Par contre, l'abondance des juvéniles est significativement et positivement corrélée à celle des adultes de petite taille et des adultes (toutes classes de taille) pour l'ensemble des trois îles et pour chacune d'entre elles. Elle est également corrélée à celle des adultes de grande taille à l'échelle des trois îles et de Moorea.

Tableau 15 : résultats des corrélations à l'échelle locale : corrélations de Spearman entre l'abondance aux neuf stations des recrues et celle des juvéniles, des adultes de petite taille, des adultes de grande taille et du total des adultes et entre l'abondance aux 27 transects-couloirs des juvéniles et celle des adultes de petite taille, de grande taille et du total des adultes pour les îles de Moorea, Tahiti et Raiatea. Catégorie « autres familles ». ρ : coefficient de corrélation de Spearman.

MOOREA

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,376	0,2872		
adultes <10 cm	0,376	0,2872	0,877	<0,0001
adultes >10 cm	0,307	0,3853	0,881	<0,0001
total des adultes	0,287	0,4167	0,892	<0,0001

RAIATEA

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,518	0,1432		
adultes <10 cm	0,052	0,8831	0,671	0,0006
adultes >10 cm	-0,260	0,4623	0,305	0,1198
total des adultes	-0,207	0,5582	0,511	0,0091

TAHITI

	recrues		juvéniles	
	ρ	p	ρ	p
juvéniles	0,114	0,7469		
adultes <10 cm	0,275	0,4367	0,517	0,0083
adultes >10 cm	0,023	0,9485	0,311	0,1128
total des adultes	0,137	0,6985	0,394	0,0448

Concernant les principaux genres représentant les « autres familles », on observe des corrélations fortement positives et significatives entre adultes et juvéniles quelles que soient la classe de taille et l'échelle pour les genres *Fungia* et *Pavona*, à l'exception de la corrélation entre juvéniles et adultes de moins de 10 cm à Tahiti pour *Pavona*. Pour *Montastrea*, les corrélations sont généralement positives sauf entre juvéniles et adultes à Raiatea, et entre juvéniles et adultes de grande taille à Raiatea et Moorea. Pour *Psammocora*, les corrélations sont positives entre les juvéniles et le total des adultes, entre juvéniles et adultes de moins de 10 cm sauf à Tahiti et entre juvéniles et adultes de plus de 10 cm au niveau des trois îles et de Raiatea.

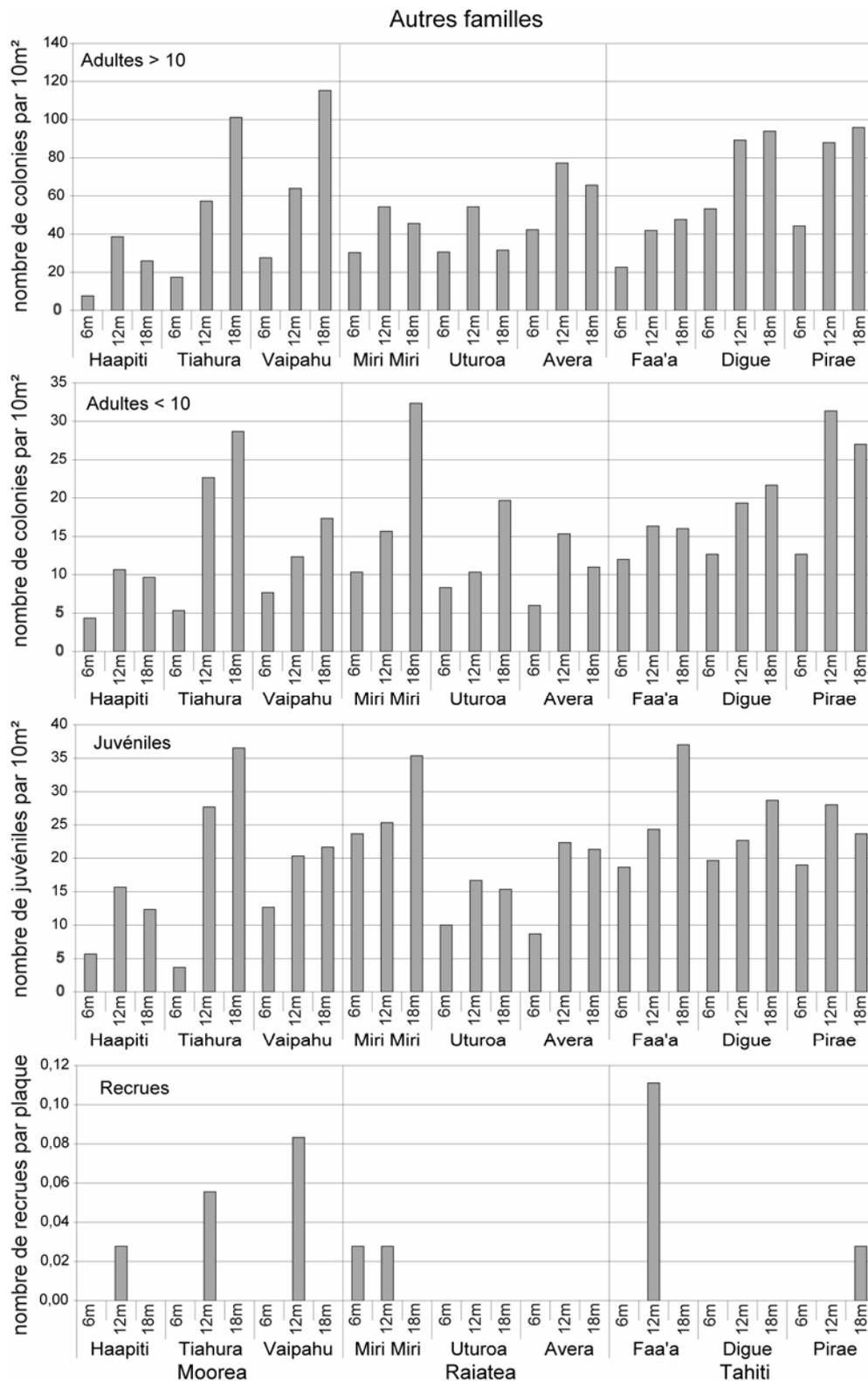


Figure 80 : abondance moyenne par transect-couloir des adultes et des juvéniles et par plaque des recrues aux 27 stations d'étude réparties sur Moorea, Raiatea et Tahiti pour la catégorie « autres familles ».

II.4. SYNTHÈSE ET DISCUSSION

II.4.1. Recrutement des coraux Scléractiniaires en Polynésie française

Les taux de recrutement sur substrat artificiel relevés au cours des cinq années d'étude autour de Moorea (1,24 recrues par plaque et par trimestre en moyenne au cours de la période septembre-mars, soit $43,5 \text{ recrues m}^{-2} \text{ trimestre}^{-1}$) sont très inférieurs aux valeurs généralement répertoriées dans le Pacifique Ouest, à des latitudes comparables (Tableau 16). Ainsi, par exemple, Hughes et al. (1999) comptabilisaient jusqu'à $4\,590 \text{ recrues. m}^{-2}$ en 8 semaines avec la même technique d'échantillonnage (plaques de terre cuite fixées par attachement direct). Par contre, les valeurs obtenues autour de Moorea sont plus proches de celles observées sur des récifs subtropicaux ou de hautes latitudes en Indo-Pacifique, comme Taiwan (Soong et al., 2003), Hong-Kong (Lam, 2003), les Solitary Islands (Harriott et Banks, 1995 ; Harriott, 1999), ou les Gneering Shoals⁹ (Banks et Harriott, 1996), et comparables aux plus faibles valeurs relevées par Gleason (1996) autour de Moorea.

L'abondance moyenne des recrues sur les îles de Moorea, Raiatea et Tahiti en 2004-2005 est supérieure à celles relevées autour de Moorea au cours des cinq années d'étude ($8,07 \text{ recrues par plaque et par trimestre, soit } 282,2 \text{ recrues. m}^{-2} \text{ trimestre}^{-1}$). Cela est dû, d'une part, à la variabilité inter-îles du recrutement : 5 fois plus de recrues ont été échantillonnées à Raiatea et près de 2 fois plus à Tahiti qu'à Moorea, et d'autre part, à des différences dans les interactions biotiques. En effet, le mode de fixation des plaques de terre cuite différait entre les deux expériences : dans un cas, celles-ci étaient directement attachées au substrat naturel via une petite platine métallique et dans l'autre, elles étaient regroupées par six sur des supports en PVC. La différence observée est donc probablement en partie liée à la présence dans le premier cas d'organismes benthiques (tels que coraux adultes, macroalgues, hydrozoaires, échinodermes...) au contact direct des plaques de terre cuite. Certains de ces organismes sont en effet connus pour émettre des signaux chimiques inhibant la fixation des larves de coraux (Maida et al., 1995 ; Atrigenio et Alino, 1996). Les supports de PVC ont rapidement été colonisés par du gazon algal et des algues calcaires encroûtantes, mais ne sont pas restées immergées suffisamment longtemps pour permettre l'installation du macro-benthos.

⁹ Les Solitary Islands et les Gneering Shoals sont situées sur la côte est australienne, au sud de Brisbane.

Tableau 16 : Comparaison des taux de recrutement des Scléractiniaires sur substrat artificiel dans diverses localités. Modifié et complété d'après Glassom et al., 2004. L'abondance des recrues a été moyennée entre les sites et les les années, à moins que des conditions expérimentales ne l'en empêchent. Dans ce cas, seuls les « témoins » ont été utilisés. GBR : Grande Barrière de Corail, en Australie. H : horizontale, V : verticale, O : oblique.

localisation	substrat	attache- ment	orientation	profon- deur (m)	surface (cm ²)	immersion (mois)	recrutement (nb m ⁻² an ⁻¹)	référence
PACIFIQUE								
Moorea	céramique	sur rack	H / V	--	225	4	38 - 125	(Gleason, 1996)
Guam	plastique	direct	H / V	6-36	75/225	1.5-6	57	(Birkeland et Randall, 1981)
GBR Nord	céramique	sur rack	H	2	122	2	1840	(Baird et Hughes, 1997)
	céramique	sur rack	H	2	122	2	526	(Baird et Hughes, 1997)
	céramique	sur rack	--	4-5	225	4/9	1135	(Maida et al., 1994)
GBR zone médiane	céramique	direct	H	1	122	2	4222	(Hughes et al., 2000)
	céramique	direct	H	1	122	2	4590	(Hughes et al., 1999)
	corail mort	sur rack	O	3-14-18	3-400	6/12	2092	(Sammarco, 1991)
GBR Sud	céramique	sur rack	H	7-10	144	1.5	633	(Babcock, 1988)
	variable	sur rack	--	4	--	4.5	2044	(Harriott et Fisk, 1988)
	céramique	variable	H / V / O	9	122	--	150	(Mumby, 1999)
Sud Est	céramique	sur rack	H	9-12	400	5/12	307	(Dunstan et Johnson, 1998)
	céramique	sur rack	--	9-19	225	0.5-1	173	(Banks et Harriott, 1996)
Australie	céramique	sur rack	--	6-9	225	5	132	(Harriott et Banks, 1995)
Taiwan	variable	sur rack	H / V	--	225	1-2	0 - 133	(Soong et al., 2003)
Hong-Kong			H / V	7	900	3-24	0 - 70	(Lam, 2003)
CARAIBES								
Bahamas	calcaire	sur rack	H / V	10-100	225	4-8	106	(Avery et Liddell, 1997)
Barbade	céramique	sur rack	H / V	--	225	17	79	(Hunte et Wittenberg, 1992)
Bermudes	variable	sur rack	--	--	--	--	37	(Smith, 1992)
MER ROUGE								
Eilat	céramique	sur rack	O	6	100	3-4	190	(Glassom et al., 2004)

Le peuplement de recrues est largement dominé par la famille des Pocilloporidae, représentée sur les pentes externes des îles hautes de la Société par le genre *Pocillopora* (63 % du peuplement sur 5 ans à Moorea et 67 % du peuplement en moyenne sur les trois îles). La dominance des recrues de Pocilloporidae est une caractéristique généralement observée sur les récifs subtropicaux ou de hautes latitudes, comme sur ceux de Lord Howe Island (Australie du sud est ; Pocilloporidae 64 %, Poritidae 16 %, Acroporidae 13 % ; Harriott, 1992) ou des Solitary Islands (Pocilloporidae 66 % ; Poritidae 23 %, Harriott et Banks, 1995). Cela peut être mis en relation avec les traits d'histoire de vie des représentants de cette famille. Une étude récente (Magalon et al., 2005) a montré que le complexe *Pocillopora verrucosa* / *P. meandrina*, dominant sur les pentes externes des îles hautes de la Société, se reproduit quasi exclusivement par voie sexuée dans l'archipel de la Société (Moorea, Tahiti et Bora Bora), et est caractérisé par d'importants flux géniques entre les îles. La forte abondance des adultes de cette famille, couplée à une production potentiellement importante de larves issues de la reproduction sexuée peuvent expliquer au moins en partie la forte contribution relative des Pocilloporidae dans le peuplement de recrues.

La faible contribution relative des recrues de la famille des Acroporidae à Moorea, Raiatea et Tahiti contraste avec ce qui est généralement observé sur les récifs de la Grande Barrière de Corail australienne (GBR) et de Fidji, où les Acroporidae dominent le peuplement de recrues,

pouvant représenter jusqu'à 85 % des recrues observées (Wallace, 1985 ; Babcock, 1988 ; Sammarco et Andrews, 1989 ; Fisk et Harriott, 1990 ; Hughes et al., 2002). Cette faible représentation des Acroporidae est d'autant plus étonnante que cette famille est largement représentée aux stades adultes et juvéniles. Il est peu probable que cette faible abondance provienne d'un problème d'échantillonnage, dans la mesure où d'autres études ayant utilisé les mêmes supports de recrutement, les mêmes techniques d'attachement et des temps d'immersion identiques ou même inférieurs ont permis d'obtenir des densités beaucoup plus élevées (e.g. Hughes et al., 1999). En outre, l'étude portant sur l'estimation des biais d'échantillonnage des recrues (c.f. II.2.1.4) a montré que la contribution relative des Acroporidae dans le peuplement total ne varie pas significativement entre substrat artificiel et substrat naturel (Rouanet, 2006).

Les « autres familles » sont très faiblement représentées sur nos plaques (1,6 %). Cela est certainement en partie dû à la méthode employée pour l'échantillonnage des recrues. En effet, l'étude des biais d'échantillonnage a montré que la contribution relative des recrues des « autres familles » est significativement plus importante sur substrat naturel (31 %) que sur substrat artificiel (0,53 %) et que l'abondance des recrues de ces familles est 9 fois plus importante sur des plaques immergées 5 mois que sur des plaques immergées trois mois (Rouanet, 2006). Il est possible que la fixation et/ou la métamorphose des larves de ces familles soient conditionnées par la présence de signaux chimiques émis par des organismes qui ne sont pas capables de s'installer sur les plaques au début de la succession écologique, comme par exemple certaines algues calcaires encroûtantes (Morse et al., 1988 ; Heyward et Negri, 1999). Le temps d'immersion de trois mois n'est donc peut être pas adapté à l'échantillonnage de ces familles, mais davantage à l'échantillonnage d'organismes opportunistes et bons colonisateurs, comme les *Pocillopora* (Jardin, 1994 ; Adjeroud et Salvat, 1996).

L'abondance des recrues sur les plaques de terre cuite varie fortement dans le temps, en fonction de l'année et surtout de la saison, comme cela a été précédemment décrit à de nombreuses reprises (Wallace, 1985 ; Harriott et Fisk, 1988 ; Fisk et Harriott, 1990 ; Harriott et Banks, 1995 ; Banks et Harriott, 1996 ; Gleason, 1996 ; Dunstan et Johnson, 1998 ; Hughes et al., 1999 ; Soong et al., 2003 ; Glassom et al., 2004). Cependant, les années présentant de forts taux de recrutement ne sont pas les mêmes pour toutes les familles.

Le recrutement des organismes à cycle benthopélagique est connu pour varier d'année en année, notamment en fonction des variations des conditions environnementales rencontrées par les larves (Hjort, 1914 ; Gaines et Bertness, 1992), mais aussi en fonction de la variabilité inter-annuelle de la fécondité des adultes (Hughes et al., 2000). Le fait que les forts taux de recrutement ne soient pas concomitants pour les différentes familles peut indiquer 1) que les patrons de variabilité inter-annuelle de la fertilité des colonies adultes diffèrent entre les familles 2) que les

larves et/ou les recrues des différentes familles ne rencontrent pas les mêmes conditions, ce qui peut être le cas par exemple si les périodes de pontes, les durées de vie larvaires et/ou les échelles de dispersion larvaire diffèrent ou 3) que les conditions optimales pour le recrutement ne sont pas les mêmes pour toutes les familles.

Sur l'ensemble des cinq années d'étude autour de Moorea, une grande majorité des recrues de Pocilloporidae et de Poritidae ont été échantillonnées en décembre-mars (respectivement 96 % et 70 %), alors que l'abondance moyenne par plaque des recrues de la famille des Acroporidae ne varie pas entre les deux saisons (49 % en septembre-décembre, et 51 % en décembre-mars). Pour les Pocilloporidae et les Poritidae, l'abondance moyenne de recrues par plaque était toujours moindre en septembre-décembre qu'en décembre-mars, même si les proportions des deux saisons dans le recrutement total variaient d'année en année (entre 1 et 7 % de recrues en septembre-décembre pour les Pocilloporidae et entre 19 et 49 % pour les Poritidae). Par contre, pour les Acroporidae, les situations sont radicalement différentes entre les années (Figure 81), le pic de recrutement étant tantôt principalement relevé en septembre-décembre (2001-2002, 2003-2004 et 2005-2006), tantôt en décembre-mars (2002-2003 et 2004-2005).

En Polynésie française, et contrairement à d'autres localisations (GBR, Golfe du Mexique, Iles Salomon ; Harrison et al., 1984 ; Guest et al., 2005), aucune ponte de masse n'a été observée, et une absence de synchronisation de la ponte entre différentes espèces du seul genre *Acropora* a même été décrite (Carroll et al., 2006). En effet, l'examen par Carroll et al. (2006) de la reproduction de 12 espèces d'*Acropora* à Moorea a montré une grande variabilité temporelle de la ponte au sein de ce genre, certaines espèces ne pondant que pendant une période restreinte (par exemple quelques nuits en septembre) alors que d'autres présentaient plusieurs périodes de pontes successives au cours de l'été austral (par exemple, une période de ponte en septembre, une en octobre et une en novembre). Le fait que l'on observe un pic de recrutement pour les Acroporidae tantôt en septembre-décembre tantôt en décembre-mars peut être le résultat d'une réussite variable du recrutement entre les différentes espèces de cette famille. Ainsi, si certaines années les espèces qui pondent tôt présentent un meilleur taux de recrutement que les espèces qui pondent tard, on aura un pic de recrutement plutôt précoce, et inversement si le taux de recrutement des espèces qui pondent tôt est moins bon que celui des espèces qui pondent tard. Une autre hypothèse est qu'il existe une variabilité inter-annuelle dans la période de ponte des colonies adultes, l'étude de Carroll et al. (2006) n'ayant porté que sur l'année 2002.

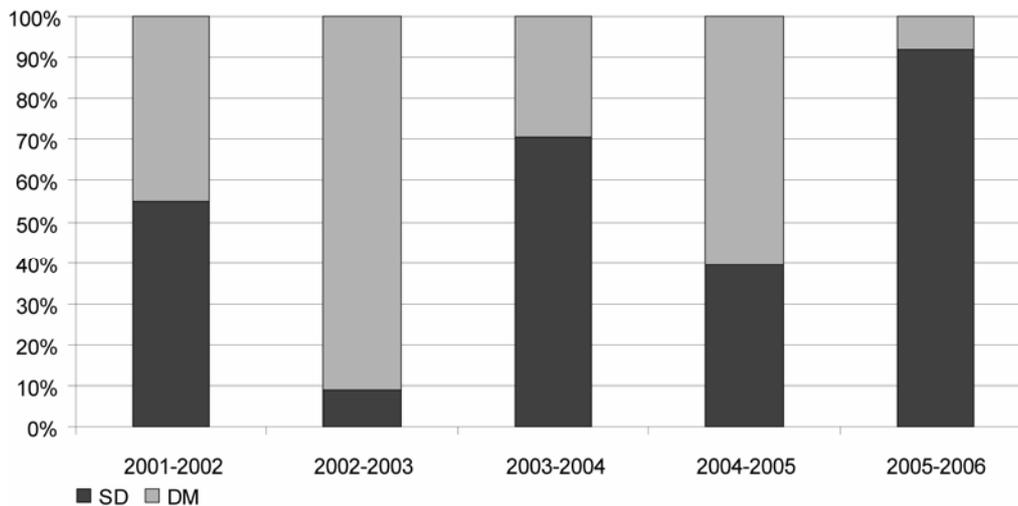


Figure 81 : abondance relative des recrues d'Acroporidae relevée aux saisons septembre-décembre (SD) et décembre-mars (DM) à Moorea pour les cinq années d'étude.

De la même façon à l'échelle régionale, on observe de l'ordre de 4 fois moins de recrues au cours du trimestre septembre-décembre qu'au cours du trimestre décembre-mars, et cet ordre de grandeur est conservé entre les trois îles (4,8 à Moorea, 3,5 à Raiatea, et 4,0 à Tahiti). Là encore, les familles des Pocilloporidae et des Poritidae recrutent majoritairement entre décembre et mars. Par contre, les Acroporidae sont plus nombreux en septembre-décembre qu'en décembre-mars, pour chacune des trois îles et à tous les sites. Le pic de recrutement semble donc avoir lieu de façon synchrone entre les trois îles, pour une famille donnée. Une telle saisonnalité du recrutement a été observée dans de nombreux récifs du Pacifique : sur la GBR (Harriott, 1985 ; Wallace, 1985 ; Harriott et Fisk, 1988 ; Baird, 2001), au sud du Japon (Okinawa ; Sakai et Yamazato, 1984), et à Hawaï (Fitzhardinge, 1985). Un pic de recrutement a généralement lieu au cours de l'été, après la principale saison de reproduction (Harrison et Wallace, 1990).

L'abondance des recrues est fortement variable entre les îles : 5 fois plus de recrues ont été échantillonnées à Raiatea qu'à Moorea, et 3 fois plus à Raiatea qu'à Tahiti. Pour les trois principales familles (Pocilloporidae, Poritidae et Acroporidae), l'abondance relevée à Raiatea est largement supérieure à celles relevées à Tahiti et Moorea. A l'inverse, pour les « autres familles », l'abondance est 2 à 3 fois moins importante à Raiatea qu'à Tahiti et Moorea. Ainsi, les îles où le recrutement est le plus fort sont les mêmes pour les trois principales familles, mais pas pour la catégorie « autres familles ». Hughes et al. (1999) avaient fait des observations comparables entre différents secteurs de la Grande Barrière de Corail distants de plusieurs centaines de kilomètres. Certains secteurs présentaient des abondances de recrues jusqu'à 25 fois supérieures à d'autres, et les différentes catégories de recrues (en l'occurrence espèces à facondation interne ou « brooders », ou à fécondation externe ou « broadcast spawners ») ne présentaient pas les mêmes

patrons de variation, les secteurs présentant le plus de « broadcast spawners » n'étant pas nécessairement ceux qui présentaient le plus de « brooders ».

Si l'abondance totale des recrues varie grandement entre les îles, les variations dans les contributions relatives des différentes familles entre les îles sont de moindre amplitude. La famille des Pocilloporidae est tout de même plus largement représentée à Moorea (73 %) qu'à Raiatea et Tahiti (65 et 64 %). A l'inverse, la famille des Acroporidae représente près d'un quart des recrues à Raiatea et Tahiti (respectivement 23 et 24 %), contre 13 % à Moorea.

Comme à l'échelle régionale, de fortes variations spatiales d'abondance des recrues ont été observées à l'échelle insulaire. Les facteurs de variations sont cependant différents entre les îles. Ainsi, à Moorea, l'abondance des recrues est influencée par la saison et par le site, mais pas par la profondeur, ni par les interactions entre ces facteurs, ce qui signifie que les sites présentant le plus de recrues en septembre-décembre sont aussi ceux qui présentent le plus de recrues en décembre-mars. A Tahiti, l'abondance des recrues est influencée par l'interaction site x profondeur, ce qui signifie que les patrons de distribution bathymétrique ne sont pas les mêmes aux trois sites, et par l'interaction site x saison, ce qui signifie que les différences observées entre les sites ne sont pas toujours conservées au cours des deux saisons pour cette île. A Raiatea, l'abondance est influencée par l'interaction site x profondeur, mais aussi par l'interaction site x saison et profondeur x saison.

Pour chacune des trois îles, l'abondance varie entre les sites. Cependant, si le site le plus exposé à la houle dominante à Moorea est également celui qui présente le moins de recrues, on observe exactement l'inverse à Tahiti et Raiatea, où les sites les plus exposés (respectivement Faa'a et Miri Miri) sont aussi ceux présentant le plus de recrues pour les deux saisons échantillonnées. Adjeroud et al. (2006) avaient émis l'hypothèse selon laquelle le fort hydrodynamisme caractérisant le site de Haapiti serait susceptible de limiter la fixation et/ou la survie des recrues, comme cela avait été suggéré par Sammarco et Andrews (1989), et pourrait ainsi expliquer la moindre abondance de recrues à ce site. Si l'hypothèse d'une influence de l'hydrodynamisme sur l'abondance des recrues semble se confirmer autour de Moorea, il apparaît que d'autres facteurs interviennent pour les îles de Tahiti et Raiatea. En particulier, les perturbations de grande ampleur sont susceptibles d'intervenir dans la variabilité inter-sites du recrutement car elles ne touchent généralement pas tous les sites avec la même intensité. Ainsi, à Raiatea, les sites de la côte est (Uturoa et Avera) ne sont pas soumis aux houles dominantes mais ont subi les effets des cyclones Martin et Osea en 1998 (Adjeroud et al., 2005) et plus récemment d'une prolifération d'*Acanthaster planci*, fin 2004 - début 2005 (Penin, données non publiées). En outre, les îles de la Société ont également été touchées par le phénomène de blanchissement massif de 2002 (Adjeroud et al., 2005). L'intensité du blanchissement corallien est connue pour

être réduite par l'hydrodynamisme (Nakamura et vanWoesik, 2001 ; Nakamura et al., 2003 ; Nakamura et al., 2005 ; Nakamura et Yamasaki, 2005 ; Lenihan et Adjeroud, données non publiées). Il est donc probable qu'à Tahiti et Raiatea, les sites des côtes ouest, soumis à un fort hydrodynamisme, aient été moins touchés que ceux des côtes nord et est, comme cela a été le cas à Moorea (Penin et al., 2007; Chancerelle, données non publiées).

Le site de Miri Miri est de loin celui où les plus forts taux de recrutement ont été observés, avec une abondance moyenne de 37 recrues. plaque⁻¹ trimestre⁻¹. Cette valeur est près de 10 fois supérieure à celle obtenue en moyenne aux autres sites, et comparable à celles généralement relevées sur la GBR (Harriott et Fisk, 1988 ; Sammarco, 1991 ; Baird et Hughes, 1997 ; Tableau 16). Le site de Miri Miri est celui où l'on observe le plus de recrues de chacune des trois principales familles : Pocilloporidae, Acroporidae et Poritidae. De même, le site de Faa'a, qui est au deuxième rang pour l'ensemble des taxons, l'est aussi pour chacune des trois principales familles. Ces trois familles ont donc tendance à avoir une abondance maximale aux mêmes sites, alors qu'elles ne présentent pourtant pas un pic de recrutement simultané. Il est par conséquent probable que les facteurs responsables de la variabilité inter-sites du recrutement des trois principales familles n'aient pas varié entre les deux saisons étudiées. Parmi ces facteurs figurent probablement l'histoire des perturbations, ainsi que des facteurs physiques tels que l'hydrodynamisme local ou la sédimentation, et biologiques tels que l'intensité de la compétition et de la prédation (Wittenberg et Hunte, 1992 ; Adjeroud, 1997 ; Omori et al., 2001 ; Norström et al., sous presse).

L'abondance des recrues varie avec la profondeur à Tahiti et Raiatea, mais pas à Moorea. Une telle influence de la profondeur sur l'abondance des recrues a été observée pour plusieurs récifs à travers le monde (Rogers et al., 1984 ; Sammarco et Andrews, 1989 ; Sammarco, 1991 ; Edmunds, 2000). Si l'on combine les saisons et les sites, l'abondance est maximale à 12 m à Raiatea, et diminue avec la profondeur à Tahiti. Cependant, comme indiqué précédemment, les patrons de variations bathymétriques sont modifiés par la saison à Tahiti, et par la saison et le site à Raiatea, ce qui fait qu'il n'est pas possible de dégager de tendance stable dans l'espace et le temps. Les variations bathymétriques peuvent être le résultat d'une fixation différentielle en fonction de la profondeur (Mundy et Babcock, 1998 ; Mundy et Babcock, 2000), mais également d'une mortalité post-fixation variable, en lien avec la variabilité spatiale des conditions environnementales (sédimentation, critères édaphiques et hydrodynamiques ; Wittenberg et Hunte, 1992 ; Norström et al., sous presse) et/ou des variations d'abondance des prédateurs et compétiteurs potentiels (Adjeroud, 1997). Il est possible que les facteurs influant la fixation et la mortalité post-fixation varient dans l'espace et le temps, entraînant les différences observées entre les îles et les saisons dans la structure bathymétrique de l'abondance des recrues.

A l'échelle régionale et sur une année, la contribution relative des différentes familles varie peu en fonction des sites, mais davantage entre les profondeurs. Ainsi, si la distribution inter-sites des recrues est relativement constante pour les trois familles, leur distribution verticale varie davantage entre les taxons, ce qui est à mettre en relation avec des préférendums différents entre les familles, notamment en terme de luminosité (Babcock et Mundy, 1996 ; Mundy et Babcock, 1998).

II.4.2. Caractérisation des peuplements juvéniles et adultes

L'abondance moyenne des juvéniles observée dans nos stations de Moorea, Raiatea et Tahiti est de 6,4 juvéniles m^{-2} . Cette valeur est supérieure à celles obtenues en Floride par Chiappone et Sullivan (1996 ; 1,18 à 3,74 juvéniles. m^{-2}), et par Miller et al. (2000 ; 0,7 à 2,7 juvéniles. m^{-2}) et aux Caraïbes par Ruiz-Zaráte et Arias-Gonzáles (2004 ; 3,1 juvéniles. m^{-2}), mais très inférieurs à celles relevées à Curaçao (18 juvéniles. m^{-2}) et à Bonaire (15 juvéniles. m^{-2}) par Bak et Engel (1979), à la Barbade (entre 20,3 et 43,7 juvéniles. m^{-2}) par Wittenberg et Hunte (1992), à St John, aux Iles Vierges (Grandes Antilles) par Edmunds (2000 ; 0 à 212 juvéniles. m^{-2} , avec une moyenne de 12 juvéniles. m^{-2}), et à Heron Island, sur la GBR par Connell (1973 ; 15 juvéniles. m^{-2}).

L'abondance des adultes est quant à elle similaire à celles généralement observées sur la GBR (revue dans Hughes et al., 2002) et supérieure à celle observée aux Ryukyu (Japon) par Adjeroud (2006b). En moyenne sur l'ensemble des stations, la contribution relative des juvéniles dans le peuplement total est de 22,3 %, ce qui est comparable aux observations de Ruiz-Zaráte et Arias-Gonzáles (2004) aux Caraïbes et de Miller et al. (2000), en Floride.

Les assemblages juvénile et adulte sont dominés par un faible nombre de genres. Chez les juvéniles comme chez les adultes de petite taille ($\varnothing < 10$ cm) et de grande taille ($\varnothing > 10$ cm), les genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* représentent à eux seuls environ deux tiers des colonies. Ce type de dominance des peuplements adultes et juvéniles par quelques genres est typique de nombreux récifs coralliens (Bak et Engel, 1979 ; Rylaarsdam, 1983 ; Rogers et al., 1984 ; Adjeroud, 1997 ; Edmunds, 2000). Cependant, alors que l'on observe le plus souvent une dominance d'*Acropora* dans les récifs du Pacifique ouest (Ninio et Meekan, 2002), les récifs du Pacifique central et du Pacifique est sont davantage dominés par *Pocillopora*, en particulier depuis le déclin de l'abondance des *Acropora* en lien avec des événements successifs récents de blanchissement (Adjeroud et al., 2002). Il est intéressant de noter que les espèces dominant les peuplements de Moorea sont des espèces à fécondation externe qui libèrent des gamètes et non

des œufs dans le milieu au moment de la reproduction (« broadcast spawners »), malgré l'isolation des îles de la Société. Ainsi, le complexe *Pocillopora meandrina* / *P. verrucosa*, mais aussi les espèces massives de *Porites* (*P. australensis*, *P. lutea*, *P. lobata*) et la plupart des espèces d'*Acropora* et de *Montipora* sont des « broadcast spawners » (Jardin, 1994 ; Carroll et al., 2006 ; A. Carroll et P. Harrison, comm. pers.). En outre, Magalon et al. (2005) ont montré une absence de différenciation génétique des populations de *P. meandrina* entre différentes îles de l'archipel de la Société, indiquant la présence de nombreux échanges de propagules entre les îles.

L'abondance des juvéniles, comme celle des adultes de petite et de grande taille, présente une variabilité spatiale marquée à plusieurs échelles. L'abondance des juvéniles et des adultes de grande taille varie en fonction de l'île, du site et de la profondeur, et les interactions entre ces facteurs sont toutes significatives. L'abondance des adultes de petite taille varie en fonction de la profondeur, et entre les sites à Moorea et Raiatea, mais pas à Tahiti. Une telle hétérogénéité spatiale des peuplements juvéniles et adultes a déjà été documentée pour de nombreux récifs coralliens (Rogers et al., 1984 ; Chiappone et Sullivan, 1996 ; Edmunds, 2000 ; Miller et al., 2000 ; Ruiz-Zárate et Arias-González, 2004).

Dans la mesure où l'abondance des recrues ne suit pas le même type de variation bathymétrique que celle des juvéniles, il est probable que ces différences soient le résultat d'événements ayant eu lieu après la fixation, comme une prédation et/ou une compétition accrue aux faibles profondeurs.

Alors qu'à Moorea le site le plus exposé à la houle dominante est celui qui présente le moins de juvéniles et d'adultes, on observe l'inverse à Raiatea, où les plus fortes abondances ont été relevées à Miri Miri, lui aussi directement exposé à la houle dominante. Comme pour les recrues, Adjeroud et al. (2006) avaient formulé l'hypothèse selon laquelle la moindre abondance des juvéniles à Haapiti serait en lien avec l'exposition de ce site aux houles dominantes. Là encore, il apparaît que d'autres facteurs interviennent pour les îles de Tahiti et Raiatea, comme par exemple l'histoire des perturbations subies par les différents sites.

Autour de Moorea, les patrons de variation bathymétrique sont légèrement différents entre les années. Ainsi, l'abondance des adultes du genre *Acropora* a tendance à diminuer aux stations profondes du site de Tiahura à partir de 2004, et des sites de Vaipahu et Haapiti en 2006. Les juvéniles d'*Acropora* présentent eux aussi une diminution d'abondance à partir de 2005 à T18 et V18. Cela est probablement lié à la prédation par l'étoile de mer corallivore *Acanthaster planci*. En effet, depuis plusieurs années, on observe la présence d'une population résidente d'*A. planci* à Tiahura. Cette population avait tendance à rester à des profondeurs supérieures à 20 m jusqu'en 2004. A partir de 2005, on a observé une montée progressive de ces animaux en direction du front récifal. En 2006, certains individus ont été observés à des profondeurs relativement faibles

(de l'ordre de 10 m). Parallèlement à la remontée des *A. planci* à Tiahura, en 2005, des individus ont commencé à être observés aux stations profondes de Vaipahu et surtout de Haapiti, et leur abondance semblait avoir augmenté en 2006. Les *Acropora* étant parmi les proies préférées des *A. planci* (Pearson et Endean, 1969), il est fort probable que la diminution de leur abondance soit en lien avec l'augmentation de l'abondance des *A. planci* sur la zone.

Les contributions relatives des juvéniles, des adultes de petite taille et des adultes de grande taille varient peu entre les îles. On observe cependant une contribution relative légèrement plus importante de juvéniles et d'adultes de petite taille à Raiatea qu'aux autres îles. L'examen des structures de taille peut révéler l'impact de perturbations plus ou moins récentes (Kospartov, 2000 ; Gilmour, 2004). La plus grande contribution relative des juvéniles à Raiatea qu'à Moorea et Tahiti est probablement un effet des cyclones Osea et Martin qui ont frappé Raiatea en 1997. Consécutivement au passage de ces cyclones, le recouvrement corallien a été drastiquement réduit (Adjeroud et al., 2005). Les récifs de Raiatea sont probablement encore en phase de rétablissement à l'heure actuelle, ce qui expliquerait la contribution relative importante des petites colonies. En outre, la mortalité en période de cyclone est connue pour être taille-dépendante, les colonies de grande taille étant davantage touchées que les petites (Hughes et Jackson, 1985). A l'échelle insulaire, les contributions relatives des juvéniles, des adultes de petite taille et des adultes de grande taille sont très peu variables entre les sites, et la structure bathymétrique varie d'un site à l'autre, sans qu'aucun patron clair ne se dégage. Autour de Moorea, les contributions relatives des juvéniles et des adultes sont également stables entre les années.

Par contre, la structure de taille varie de façon beaucoup plus importante entre les différents genres. Plusieurs travaux ont mis en évidence de telles différences entre les taxons (Hughes et Jackson, 1985 ; Bak et Meesters, 1999 ; Meesters et al., 2001 ; Adjeroud et al., données non publiées). Ces différences peuvent être liées à des différences de traits d'histoire de vie (nombre de gamètes et/ou larves émis ; vitesse de croissance ; compétitivité des jeunes, stratégies reproductive). Le genre *Psammocora* se distingue par une contribution relative particulièrement élevée des juvéniles (58 %), et présente davantage d'adultes de petite taille que de grande taille. Ce genre se caractérise par une petite taille de colonies. Par conséquent, il est possible que des colonies de moins de 5 cm soient déjà matures sexuellement, et ne soient donc plus, biologiquement, des juvéniles. La forte contribution relative des juvéniles pour ce genre est ainsi probablement liée au fait que nous ayons utilisé les mêmes classes de taille pour définir le stade juvénile, sans distinction entre les genres. A l'inverse, le genre *Herpolitha* présente une très faible contribution relative des juvéniles (moins de 4 %). Cela est certainement à mettre en relation avec la morphologie très allongée, des colonies de ce genre. Ainsi, pour une surface donnée, une colonie d'*Herpolitha* présentera un diamètre maximal supérieur à celui d'une colonie de forme plus circulaire. Pour ce genre comme pour *Sandalolitha* qui présente une morphologie très semblable, il

est donc possible que le critère de taille utilisé pour distinguer les juvéniles des adultes ne soit pas très adapté. On observe cependant également des différences marquées en terme de structure de taille entre des genres présentant des tailles moyennes plus comparables comme *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites*. *Acropora* présente en effet davantage de juvéniles (32 %) et d'adultes de petite taille (23 %) que les genres *Pocillopora* (respectivement 20 et 11 %) ou *Porites* (16 et 15 %). Cela est à mettre en relation avec des différences en termes de traits d'histoire de vie, comme l'énergie investie dans la reproduction, la stratégie reproductive, le nombre de gamètes et/ou larves émises, la vitesse de croissance ou la compétitivité des jeunes. De plus, les perturbations ne s'exercent généralement pas de façon homogène sur les différents genres. Ainsi par exemple, *Acropora* est plus sensible au blanchissement corallien, à l'effet des *Acanthaster planci* ou des cyclones que *Porites* et *Pocillopora* (Pearson et Endean, 1969 ; Adjeroud et al., 2005 ; McClanahan et al., 2005 ; Penin et al., 2007). Ainsi, les populations d'*Acropora* sont peut être encore en phase de récupération suite à de perturbations récentes de ce type (Adjeroud et al., 2005 ; Penin et al., 2007 ; Penin, données non publiées), ce qui expliquerait la forte contribution relative des petites classes de taille.

II.4.3. Maintien des populations de Scléactiniaires : influence du recrutement

Sur les cinq années d'étude et pour l'ensemble des taxons, les patrons de variation spatiale des recrues autour de Moorea ne correspondent pas à ceux observés pour les adultes ou les juvéniles. De plus, l'importance relative des taxons diffère entre les recrues, d'une part, et les juvéniles et adultes, d'autre part. Par contre, la distribution spatiale des juvéniles est très proche de celle des adultes, comme le confirment des corrélations significatives entre les abondances de ces deux stades. En outre, les peuplements adulte et juvénile présentent de très fortes homologues en terme de composition taxonomique.

De la même façon, à l'échelle régionale, les patrons de variation spatiale du peuplement de recrues diffèrent de ceux observés pour les peuplements juvénile et adulte. Parmi les 27 stations d'étude réparties sur trois îles en différents sites et profondeurs, celles qui présentent le plus de recrues ne sont pas celles où l'on observe le plus de juvéniles et d'adultes. De plus, même si les familles des Pocilloporidae, des Acroporidae et des Poritidae dominent les peuplements des trois stades benthiques étudiés, leurs abondances relatives diffèrent entre les recrues, d'une part, et les juvéniles et les adultes, d'autre part. Par contre, les peuplements adultes et juvéniles présentent une plus forte similarité, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif. En effet, la distribution spatiale des juvéniles dans les 27 stations d'étude est proche de celle des adultes, comme le révèlent des corrélations positives et significatives entre l'abondance des juvéniles et celle des

adultes. De plus, les abondances relatives des principaux genres sont très similaires entre les peuplements juvénile et adulte.

Ainsi, si l'on considère l'ensemble des taxons, la structure spatiale des juvéniles et des adultes ne semble pas être liée à la variabilité spatiale du recrutement. La distorsion existant entre la structure spatiale des peuplements de recrues d'une part, et de juvéniles et d'adultes, d'autre part, souligne l'importance des événements ayant lieu au cours des premiers mois de la vie benthique des coraux, et ne permet pas de confirmer l'hypothèse d'une limitation par le recrutement ou d'une relation stock-recrutement (Miller et al., 2000 ; Rylaarsdam, 1983). La mortalité s'exerçant au cours de la première année, c'est-à-dire avant l'entrée des colonies dans le stade juvénile, semble être suffisamment importante et variable dans l'espace pour modifier profondément la structure spatiale que l'on observe chez les organismes âgés de moins de 3 mois. Par contre, la très grande similarité existant entre les peuplements juvénile et adulte indique que les patrons de variabilité spatiale de la mortalité ne diffèrent pas suffisamment entre ces deux stades pour engendrer des différences significatives en terme de répartition spatiale et de composition du peuplement.

De nombreux auteurs ont également montré que la structure des peuplements adultes n'est pas une fonction directe du recrutement, indiquant que la mortalité post-fixation pouvait être un facteur majeur de structuration des communautés coralliennes adultes (Bak et Engel, 1979 ; Rylaarsdam, 1983 ; Banks et Harriott, 1996 ; Edmunds, 2000 ; Miller et al., 2000). Hughes et al., (1999) ont notamment montré sur la GBR que des récifs ou des portions de récifs présentant des taux de recrutement très différents peuvent présenter des abondances d'adultes comparables. Cela est également le cas dans notre étude où l'abondance moyenne des recrues par station pour l'ensemble des deux saisons varie d'un facteur 70 alors que celle des adultes et des juvéniles ne varie que d'un facteur 4. La mortalité est en effet connue pour être très importante au cours de la première année de la vie benthique des coraux (jusqu'à 90 % ; Babcock, 1985) et peut avoir différentes causes, telles que le recouvrement et l'abrasion par les sédiments (Bak et Engel, 1979 ; Chiappone et Sullivan, 1996), la prédation par les organismes brouteurs (poissons herbivores et oursins majoritairement ; Rylaarsdam, 1983) ou la compétition avec d'autres organismes benthiques (Rylaarsdam, 1983 ; Fairfull et Harriott, 1999). Ces facteurs de mortalités sont examinés plus en détail au Chapitre III.

Les relations liant recrues, juvéniles et adultes à l'échelle insulaire ne sont pas exactement les mêmes pour les trois îles étudiées. Aucune relation positive et significative n'a pu être mise en évidence entre l'abondance des recrues et celle des juvéniles à Moorea, Tahiti et Raiatea. Cependant, alors que les patrons de distribution du peuplement de juvéniles sont similaires à ceux des adultes à Moorea et Raiatea lorsque l'on considère l'ensemble des taxons, ils diffèrent à

Tahiti. La distorsion existant entre les patrons d'abondance des juvéniles et des adultes autour de Tahiti semble indiquer que la mortalité des juvéniles diffère de celle des adultes, en terme de variabilité spatiale.

Une des hypothèses émises au cours de l'élaboration de ce programme doctoral était que l'absence de relation entre les patrons de variation des recrues et ceux des stades postérieurs observée autour de Moorea était liée à l'échelle à laquelle ces relations avaient été explorées. Les résultats obtenus à une échelle spatiale plus large ne confirment pas cette hypothèse. Alors qu'autour de Moorea, il semblait exister une relation à l'échelle du site (~ 1000m²) entre l'abondance des recrues, des juvéniles et des adultes, aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre l'abondance moyenne par site des recrues et celle des juvéniles ni des adultes à l'échelle de nos neuf sites d'étude, répartis sur trois îles de l'archipel de la Société. Si les sites où l'on observe le plus de juvéniles et d'adultes autour de Moorea sont également ceux où l'abondance des recrues est la plus importante, cela n'est pas le cas à l'échelle de l'archipel de la Société. Nous ne pouvons donc pas confirmer l'hypothèse d'une limitation par le recrutement ni d'une relation stock recrutement au niveau du site et à l'échelle régionale.

Les relations liant la structure spatiale des recrues, des juvéniles et des adultes diffèrent selon les taxons. Pour la famille des Pocilloporidae (genre *Pocillopora*), autour de Moorea et sur 5 ans, aucune relation n'a pu être mise en évidence entre l'abondance aux neuf stations des recrues, des juvéniles et des adultes, quelles que soient les années considérées. Ainsi, nous n'avons pas pu détecter de limitation par le recrutement ni de relation stock-recrutement pour cette famille à l'échelle insulaire autour de Moorea, ce qui souligne l'importance des événements post-fixation autour de cette île. Une étude génétique récente a montré que *Pocillopora meandrina*, qui représente environ 80 % des colonies de *Pocillopora* dans nos stations, se reproduit uniquement par voie sexuée à Moorea (Magalon et al., 2005). L'absence de relation entre la structure spatiale des adultes et celles des juvéniles et des recrues ne peut donc pas être expliquée par la présence de reproduction asexuée.

Par contre, à l'échelle régionale, la structure spatiale des adultes est proche de celle des juvéniles et l'abondance des recrues au cours de la saison de plus fort recrutement (DM) est corrélée à celle des adultes de grande taille, mais pas à celle des juvéniles ni des adultes de petite taille. Il est probable que l'existence d'une relation entre l'abondance des recrues et celle des adultes de grande taille (ceux qui participent le plus à l'effort de reproduction), d'une part et l'absence de relation entre la structure spatiale des recrues et des juvéniles ou des petits adultes, d'autre part, soient l'expression d'une relation stock-recrutement à cette échelle, si au moins une

partie importante du recrutement est d'origine autochtone. Pour pouvoir confirmer cette hypothèse, il faudrait cependant explorer de façon plus précise la variabilité spatiale de la fécondité des reproducteurs, car celle-ci n'est pas une fonction directe de l'abondance. Une relation stock-recrutement a été mise en évidence par Hughes et al. (2000) sur la GBR. Ces auteurs ont en outre montré qu'une telle relation s'établit à une grande échelle spatiale (entre des secteurs de la GBR distants de centaines de kilomètres), et non à méso-échelle (entre des récifs adjacents). Nos résultats concordent avec ces observations, car aucune relation n'a pu être mise en évidence entre les recrues et les grands adultes à l'échelle insulaire. La présence d'une concordance entre les patrons de variation spatiale de l'abondance des recrues et des adultes à l'échelle régionale pourrait également être interprétée comme le signe d'une limitation par le recrutement. Cependant, l'absence de relation entre l'abondance des recrues et des juvéniles ne permet pas de confirmer cette hypothèse.

Pour la famille des Acroporidae, la distribution spatiale des juvéniles autour de Moorea est le plus souvent liée à celle des recrues des années précédentes, et l'on obtient en particulier des corrélations positives et significatives entre l'abondance moyenne sur plusieurs années des recrues et celle des juvéniles des années suivantes. Par contre, l'abondance des recrues n'est corrélée ni à celle des juvéniles ni à celle des adultes à l'échelle des trois îles et sur une année. Il semble donc que les relations entre recrues et juvéniles s'établissent sur plusieurs années pour cette famille, ce qui s'explique par le fait que la distribution spatiale des juvéniles est le résultat de plusieurs années de recrutement, car ce stade dure plusieurs années (Harrison et Wallace, 1990). Le fait que l'on ne puisse pas établir de corrélation entre abondance des recrues et abondance des juvéniles sur une seule année d'étude est probablement dû à la grande variabilité inter-annuelle des patrons de distribution spatiale des recrues pour cette famille.

Aucune corrélation significative n'a pu être établie entre l'abondance des recrues et celle des adultes, quelles que soient les échelles spatio-temporelles considérées, alors que l'abondance des juvéniles est positivement et significativement corrélée à celle des adultes autour de Moorea, et à celle des adultes des deux classes de taille à l'échelle régionale. Ainsi la mortalité s'exerçant sur les recrues n'est pas suffisamment importante et/ou variable dans l'espace pour gommer totalement l'effet du recrutement sur la structure spatiale du stade juvénile, alors que la mortalité des stades recrue et juvénile est suffisamment structurante pour que l'on ne puisse plus déceler l'effet du recrutement sur la variabilité spatiale des adultes. Il est également possible, en particulier pour le genre *Acropora*, que certains adultes soient issus de reproduction asexuée, ce qui expliquerait l'absence de relation entre la distribution spatiale des adultes et celle des recrues. En effet, le genre *Acropora*, qui représente 75 % des adultes et des juvéniles de cette famille, est représenté par

des formes branchues, qui sont susceptibles de se reproduire de façon asexuée par fragmentation des colonies (Wallace, 1985).

Pour la famille des Poritidae (genre *Porites*), la distribution spatiale des juvéniles autour de Moorea est le plus souvent corrélée à celle des recrues des années précédentes. De plus, l'abondance des recrues de *Porites* est également corrélée à celle des adultes, avec une année de décalage par rapport aux juvéniles. Ainsi, par exemple, l'abondance moyenne des recrues des années 2001-2002, 2002-2003 et 2003-2004 est elle corrélée à l'abondance des juvéniles de 2003, de 2004 et de 2006 et à celle des adultes de 2004 et de 2006. Il semble donc que pour cette famille, l'abondance des recrues conditionne dans une certaine mesure celle des juvéniles et des adultes autour de Moorea, selon un modèle de limitation par le recrutement. La mortalité post-fixation de cette famille est donc probablement trop faible et/ou trop homogène dans l'espace pour gommer totalement l'influence de la structure spatiale des recrues sur celle des stades ultérieurs.

Par contre, à l'échelle régionale, l'abondance des recrues n'est corrélée ni à celle des juvéniles ni à celle des adultes. Là encore, il est probable que l'absence de relation entre l'abondance des recrues et celle des juvéniles et des adultes soit due au fait que l'échantillonnage n'ait été effectué que sur une année. Sur Moorea, l'abondance des recrues sur une année n'est généralement pas corrélée à celle des juvéniles et des adultes de la même année. Par contre, on détecte une relation lorsque l'on compare la structure spatiale des juvéniles et des adultes à celle du recrutement sur plusieurs années précédentes. Il est donc probable qu'une telle relation existe à l'échelle régionale, mais que nous n'ayons pas pu la détecter sur une seule année d'échantillonnage. L'abondance des juvéniles à l'échelle régionale est positivement et significativement corrélée à celle des adultes de petite taille et des adultes (toutes classes de taille), mais pas à celle des adultes de grande taille. Même s'il n'existe pas chez les coraux de relation linéaire directe entre la taille et l'âge, les colonies de grande taille sont forcément âgées d'au moins 7 ans, l'augmentation annuelle du diamètre chez *Porites* sp. n'excédant généralement pas 1,5 cm par an à Moorea (Bessat, 1997). Ces classes de taille ont donc probablement subi des perturbations que les plus petites classes de taille n'ont pas subies, et qui sont susceptibles d'avoir modifié leurs patrons de distribution, ce qui peut expliquer l'absence de corrélation entre l'abondance des adultes de grande taille et celle des juvéniles.

De tels résultats mettant en évidence une variabilité dans l'intensité des relations liant recrues, juvéniles et adultes en fonction des taxons ont déjà été observés par plusieurs auteurs (Bak et Engel, 1979 ; Carlon et Olson, 1993 ; Chiappone et Sullivan, 1996). Ces différences sont à mettre en relation avec des variations dans les traits d'histoire de vie, illustrant différentes stratégies. Bak et Engel (1979) ont proposé l'existence de trois groupes de taxons. Le premier

groupe serait composé d'espèces à faible recrutement, mais bons compétiteurs, présentant une durée de vie longue, une taille potentiellement grande, et des taux de survie des juvéniles et des adultes importants. Le deuxième groupe serait constitué d'espèces à fort recrutement, investissant beaucoup dans la reproduction, mais ayant des capacités de compétition moyennes, des durées de vie plutôt courtes et des tailles maximales peu importantes. Le troisième groupe rassemblerait les espèces à faible recrutement, présentant des colonies fragiles et susceptibles de se casser, ce qui tend à favoriser la reproduction asexuée.

Au vu de nos résultats, il semble que chacune des trois familles que nous avons étudiées présente les caractéristiques d'un des groupes définis par Bak et Engel. La famille des Poritidae (genre *Porites*) correspond au premier groupe. En effet, le recrutement pour cette famille est relativement faible, et les populations adultes semblent limitées par le recrutement, au moins autour de Moorea. En outre, le genre *Porites* est représenté par des espèces à longue durée de vie (au moins jusqu'à 190 ans à Moorea, Bessat, 1997). Une étude récente de la structure de taille des *Porites* massifs dans nos stations de Moorea, Tahiti et Raiatea a montré que leurs populations sont caractérisées par une taille moyenne importante, une taille maximale considérable, et dominées par les grandes classes de taille (Mauguit, 2005). Les *Porites* possèdent une grande résistance aux conditions défavorables, comme l'indique leur présence dans des baies turbides, où ils subissent la sédimentation, le manque de lumière, et les dessalures liées aux arrivées d'eau douce (Adjeroud, 1997). Ce genre est également peu affecté par les événements de blanchissement massifs (Salvat, 1992 ; Penin et al., 2007) et par la prédation par *Acanthaster planci* (Faure, 1989).

La famille des Pocilloporidae correspond au deuxième groupe. Elle présente de forts taux de recrutement : 2/3 des recrues observées dans cette étude sont des Pocilloporidae, contre seulement 30 % des juvéniles et des adultes. Les populations adultes de cette famille ne semblent pas limitées par le recrutement. Les espèces qui la composent ont une taille maximale moindre que celle des *Porites*. En particulier, *Pocillopora verrucosa*¹⁰ ne dépasse pas 3 775 cm² dans nos transects-couloirs, et les populations de cette espèce sont dominées par les petites classes de taille (Mauguit, 2005). Cette espèce présente une distribution platikurtique¹¹, synonyme d'un turn over élevé des populations (Grigg et Maragos, 1974 ; Mauguit, 2005). Son mode de reproduction est exclusivement sexué en Polynésie française (Magalon et al., 2005). En outre, le genre *Pocillopora* est connu pour être plutôt de type opportuniste, comme l'atteste sa présence sur tous les substrats immergés tels que des piquets des transects-couloirs, bouées ou corps morts (Jardin, 1994 ; Adjeroud et Salvat, 1996 ; Adjeroud, 1997 ; observations personnelles).

¹⁰ Cette espèce regroupe environ 80 % des *Pocillopora* des pentes externes d'îles hautes de la Société.

¹¹ Une distribution est dite platikurtique lorsque son coefficient d'aplatissement est négatif, c'est-à-dire que la distribution est aplatie.

La famille des Acroporidae apparaît comme faisant partie du troisième groupe. Elle est caractérisée par un faible taux de recrutement au regard de son importance aux stades juvénile et adulte, et les populations adultes ne semblent pas limitées par le recrutement à l'échelle régionale, bien que l'on observe une correspondance entre la structure spatiale du recrutement sur plusieurs années et la structure spatiale des juvéniles à l'échelle insulaire. Cette famille est représentée à 80 % par le genre *Acropora*, présentant une croissance rapide (notamment au stade recrue : 2 mm par mois d'après van Moorsel, 1988) et une forme branchue favorable à la reproduction asexuée par fragmentation (Wallace, 1985). L'espèce *Acropora globiceps* est caractérisée par des populations dominées par les classes de taille intermédiaires, et à la distribution platicurtique, ce qui traduit un turn over rapide (Grigg et Maragos, 1974 ; Mauguit, 2005). *Acropora globiceps* peut cependant atteindre des tailles importantes (Mauguit, 2005). Cela est probablement le résultat combiné d'une croissance rapide et d'une mortalité élevée. En effet, le genre *Acropora* est particulièrement sensible aux événements de blanchissement corallien (Salvat, 1992 ; Penin et al., 2007) et aux cyclones (Adjeroud et al., 2005) et est la proie préférée des *Acanthaster planci* (Faure, 1989).

Pour chacune de ces trois familles, on observe des différences dans les relations entre recrues, juvéniles et adultes sur une année entre les trois îles étudiées. Cela est peut être en partie dû à des conditions environnementales différentes. Ainsi, pour la famille des Acroporidae, l'abondance des recrues est significativement corrélée à celle des adultes pour les îles de Moorea et de Raiatea, mais pas à Tahiti. Il est probable que ces résultats soient l'expression d'une relation stock-recrutement à Moorea et Raiatea. L'absence d'une telle relation autour de Tahiti est peut être le résultat de conditions hydrodynamiques différentes entre les îles. Pour la famille des Pocilloporidae, on observe une corrélation positive et significative entre l'abondance des recrues et celle des grands adultes à Raiatea, mais pas aux autres îles. De plus, les abondances des juvéniles et des adultes de petite taille sont corrélées à l'échelle de Moorea et Raiatea, mais pas à l'échelle de Tahiti. Il est donc probable que les patrons de mortalité des recrues et des juvéniles ne soient pas les mêmes pour les trois îles. Pour la famille des Poritidae, l'abondance des recrues est corrélée à celle des juvéniles et des adultes de petite taille autour de Moorea, mais pas autour de Tahiti ou Raiatea. De plus, on n'observe de relation entre structure spatiale des juvéniles et des adultes de petite taille qu'autour de Tahiti.

Les différences relevées en terme de relation entre les structures spatiales des recrues, juvéniles et adultes entre les différentes îles pour ces familles sont probablement également liées à l'échantillonnage sur une seule année. En effet, les variations temporelles des patrons de variabilité spatiale du recrutement sont importantes autour de Moorea, et de telles différences autour de Raiatea et Tahiti ne sont pas à exclure. Les coraux étant des animaux à longue durée de

vie, la structure spatiale des juvéniles, et à fortiori celle des adultes, sont le résultat de plusieurs années de recrutement, et nos résultats sur plusieurs années autour de Moorea montrent que l'on obtient plus souvent des relations fortes entre la distribution spatiale des recrues et celles des juvéniles et des adultes lorsque l'on considère plusieurs années de recrutement. Si nous avions pu échantillonner les recrues sur plusieurs années, des relations plus marquées auraient peut être pu être mises en évidence, au moins pour certains taxons. En outre, il n'est pas impossible que le maintien des populations soit lié en grande partie à des épisodes sporadiques de très fort recrutement, qui créeraient un effet de stockage (« storage effect », Warner et Chesson, 1985).

Les résultats présentés dans ce chapitre montrent que les événements post-recrutement ont une influence majeure dans la structuration du peuplement et de certaines populations adultes. De façon à mieux caractériser ces événements, le Chapitre III traite des principaux facteurs de mortalité benthique des stades recrue et juvénile, et de leur influence sur le maintien des populations adultes.

Chapitre III

Influence des événements post-fixation sur le maintien des populations de Scléreactiniales

III.1. OBJECTIFS

Au cours du précédent chapitre, nous avons vu que les événements ayant lieu au cours du stade recrue et, dans une moindre mesure, du stade juvénile sont prépondérants dans la structuration du peuplement et de certaines populations adultes. L'objectif de ce deuxième axe d'étude est donc de caractériser la mortalité subie par les stades recrue et juvénile, en termes d'intensité et de variabilité spatiale, dans le but d'évaluer dans quelle mesure elle intervient dans la structuration des adultes.

La mortalité des stades précoces est connue pour être de forte intensité (Babcock, 1985 ; Gosselin et Qian, 1997), et susceptible de modifier profondément la structure spatiale du recrutement chez de nombreux organismes (Caselle, 1999 ; Franchetti et al., 2002 ; Delany et al., 2003), notamment les organismes dont la croissance est lente et présentant une longue durée de vie (Caley et al., 1996). Chez les coraux, la prédation benthique (notamment exercée par les oursins, les poissons brouteurs et corallivores), la compétition avec les autres organismes comme les coraux ou les algues et la sédimentation sont les principales sources de mortalité des stades recrue et juvénile (Sammarco, 1982 ; Rylaarsdam, 1983 ; Wittenberg et Hunte, 1992 ; Tanner, 1995 ; Dunstan et Johnson, 1998 ; Miller et Hay, 1998 ; Gilmour, 1999).

Les communautés récifales (poissons brouteurs et corallivores, oursins, algues...) ne se répartissent pas de façon uniforme au sein du récif (Chevalier et Kühlman, 1983 ; Bouchon, 1985 ; Adjeroud, 1997), et donc l'intensité de la prédation et de la compétition sur les jeunes coraux varie très probablement entre différents sites et profondeurs. Cette variabilité spatiale de l'intensité de la prédation et de la compétition a certainement pour effet une mortalité des recrues et des juvéniles spatialement variable. De façon à caractériser cette variabilité et son influence sur la mortalité des jeunes coraux, l'intensité de la prédation et de la compétition a été estimée à chacune des neuf stations d'étude de Moorea, comme la mortalité des recrues et des juvéniles.

Très peu de travaux ont comparé la mortalité des recrues à celle des juvéniles (Rylaarsdam, 1983). Pourtant, les recrues et les juvéniles ne subissent vraisemblablement pas le même type de mortalité, notamment parce qu'ils présentent des tailles très différentes. Les recrues sont sans doute plus vulnérables à la prédation de type accidentelle (par les brouteurs, notamment) que les juvéniles, du fait de leur petite taille. A l'inverse, elles sont probablement trop petites pour être ciblées par les corallivores, contrairement aux juvéniles. De même, les compétiteurs sont certainement différents entre ces deux stades. Nous avons donc estimé la mortalité des recrues, d'une part, et celle des juvéniles de différentes classes de taille, d'autre part, de façon à identifier quels sont les compétiteurs et prédateurs qui influencent la mortalité de ces différents stades et classes de taille. De nombreux processus démographiques étant densité-dépendants (Chesson, 1998), nous avons évalué l'impact de l'abondance des recrues et des juvéniles sur leur mortalité.

III.2. METHODES

L'influence de la prédation et de la compétition sur la mortalité post-fixation a été explorée à l'aide de plusieurs manipulations mises en place autour de l'île de Moorea. Ces manipulations ont été menées aux neuf stations d'étude précédemment décrites (c.f. II.2.1).

III.2.1. Estimation de la mortalité des recrues

Pour caractériser la mortalité par prédation des recrues, deux expériences ont été mises en place. La première a consisté à encager des plaques de recrutement sur lesquelles des recrues s'étaient préalablement fixées en aquarium. Des colonies adultes gravides d'*Acropora striata*¹² ont été maintenues au laboratoire jusqu'à ce qu'elles émettent des gamètes. Seize jours après fécondation, les larves ainsi obtenues ont été mises au contact de plaques de terre cuite préalablement conditionnées dans le lagon pendant une semaine. Après 14 jours, un examen des plaques a été effectué en maintenant les recrues en vie. Les 54 plaques étaient initialement réparties dans trois bacs différents, et seules les plaques de l'un des trois bacs ont été colonisées par les larves. Dans les autres bacs, les recrues se sont fixées sur les parois du bac ou sont mortes. Sur les 18 plaques colonisées, toutes les recrues présentes sur la face supérieure ont été comptées et entourées d'un trait de crayon. A ce stade, toutes les recrues avaient déjà élaboré un squelette calcaire solidement attaché à la plaque de terre cuite. Les plaques ont alors été disposées sur le terrain (site de Vaipahu) à raison d'un dispositif de six plaques par profondeur (6m, 12m et 18m). A chaque profondeur, la moitié des plaques a été protégée par une cage de maille 1,2 cm (Figure 82). Après 7 jours sur le terrain, les plaques ont été récupérées, et analysées de nouveau. Seules les recrues entourées ont été prises en compte. Trois catégories ont été distinguées : les recrues vivantes, les recrues mortes, mais dont le squelette était encore visible, et les cercles vides, c'est à dire les recrues ayant été totalement éliminées. L'influence de l'encagement et de la profondeur sur la proportion de recrues vivantes, mortes avec squelette visible, et totalement éliminées a été testée à l'aide d'ANOVA à deux facteurs (encagement x profondeur).

Il était initialement prévu de mesurer la mortalité de recrues laissées au laboratoire au cours des 7 jours de l'expérience, et de tester l'effet des cages sur la survie des recrues en utilisant des demi-cages, mais compte tenu du faible nombre de plaques colonisées disponibles, ces contrôles n'ont pas pu être effectués.

¹² La détermination de ces colonies a été réalisée par Carden Wallace, du Museum of Tropical Queensland à Townsville (Australie).



Figure 82 : photographie d'un dispositif de recrutement dont la moitié des plaques a été protégée de la prédation par une cage.

Pour la deuxième expérience, quatre dispositifs de recrutement ont été disposés à chacune des neuf stations pendant la période de plus fort recrutement (décembre 2004-mars 2005). Après 3 mois d'immersion, la moitié des plaques de terre cuite a été retournée, exposant la face inférieure à la prédation. La majorité des recrues se fixe sur la face inférieure des plaques (Lagouy, 2003). Elles sont alors à l'abri des macro-prédateurs, car la distance entre le dessous de la plaque de fixation et la plaque de PVC à laquelle celle-ci est fixée est de moins d'un centimètre (Figure 14). Si l'on retourne une plaque de fixation sur laquelle des recrues se sont fixées, on expose alors ces recrues aux macro-prédateurs. En comparant la quantité de recrues présentes sur les faces inférieures d'un lot de plaques ayant été retournées avec celles d'un lot n'ayant pas été retournées, on peut avoir une estimation de la mortalité par prédation. Les dispositifs ont été relevés une semaine après le retournement de la moitié des plaques et les recrues comptées et identifiées. Compte tenu du grand nombre de plaques utilisées dans l'expérience de retournement (216), et remontées en seulement quelques jours, il n'a pas été possible de compter les recrues vivantes avant le retournement, comme cela avait été fait pour l'expérience d'encagement. En effet, l'analyse d'une plaque non javéalisée prend environ 40 minutes et doit intervenir dans les quelques heures qui suivent la récupération de la plaque sur le terrain, de façon à ne pas biaiser l'estimation de la mortalité. Les recrues ont donc été comptées après passage des plaques à l'eau de Javel. Les recrues qui présentaient un squelette entier ont été distinguées de celles ayant été endommagées. La mortalité a été calculée en soustrayant le nombre de recrues entières du lot de plaques retournées au nombre de recrues entières du lot de plaque non retourné. Les recrues endommagées ont été considérées comme mortes. Le pourcentage de mortalité correspond au nombre de recrues mortes (comme calculé ci-dessus) divisé par la somme des nombres de recrues mortes et entières. La présence d'une densité-dépendance de la mortalité par prédation a été évaluée en calculant des corrélations de Spearman entre la mortalité des recrues et leur abondance (recrues du lot de plaques non retournées).

III.2.2. Estimation de la mortalité des juvéniles

A chacune des neuf stations définies autour de Moorea, 10 quadrats permanents de 1 m x 1 m ont été délimités de manière aléatoire. En mars 2004, toutes les colonies juvéniles (c'est-à-dire $1 \text{ cm} < \text{Ø max} < 5 \text{ cm}$) ont été comptabilisées, déterminées au niveau du genre et cartographiées. Quatre classes de taille ont été distinguées : 1-2 cm, 2-3 cm, 3-4 cm et 4-5 cm. En août 2004 puis en mai 2005, deux autres recensements ont permis de déterminer quels individus étaient encore vivants, et donc quelle était l'intensité de la mortalité sur 4 et 14 mois. La variabilité spatiale de la mortalité des juvéniles a été testée à l'aide d'ANOVA à deux facteurs (site x profondeur) après transformation arc sinus des données. L'influence de la classe de taille sur la mortalité des juvéniles a été testée à l'aide d'une ANOVA à un facteur sur les données arc sinus transformées.

La présence d'une densité-dépendance de la mortalité a été testée en calculant des corrélations non paramétriques de Spearman entre la mortalité et l'abondance des juvéniles dans les neuf stations.

III.2.3. Variabilité spatiale des macro-prédateurs potentiels de recrues et de juvéniles

L'abondance des prédateurs potentiels des juvéniles et des recrues de coraux a été estimée aux neuf stations (Michonneau, 2005). Ainsi, les *Acanthaster planci*, les oursins et les mollusques carnivores ont été comptés à chaque station dans trois transects-couloirs de 1 x 10 m, parallèles entre eux et parallèles à la côte (transects-couloirs également utilisés pour le comptage des juvéniles et des adultes). Ces comptages ont été réalisés une fois de jour et une fois de nuit. Cependant, pour des raisons logistiques et de sécurité, aucun comptage de nuit n'a pu être effectué à Haapiti, qui est le site le plus éloigné.

Parallèlement, des comptages visuels en plongée des poissons capables de prédation sur les jeunes coraux ont été effectués par un ichtyologue. Les poissons des familles Acanthuridae, Balistidae, Chaetodontidae, Labridae, Monacanthidae, et Scaridae ont été comptés et identifiés au niveau de l'espèce, sur une surface de 100 m² (2 x 50 m). Les espèces appartenant à ces familles mais dont le régime alimentaire n'est pas compatible avec de la prédation sur les jeunes coraux n'ont pas été prises en compte (e.g., *Odonus niger*, Balistidae planctonophage). De plus, l'ensemble des poissons juvéniles a été dénombré, car ceux-ci sont connus pour être opportunistes, et donc susceptibles de prédation sur les jeunes coraux. Pour chaque station, ces comptages ont été répétés 3 fois, sur deux jours consécutifs, pour obtenir des répliqués. L'ensemble des espèces ciblées étant diurnes, les comptages ont été réalisés de jour, après 10h et avant 16h. L'ensemble des comptages a eu lieu sur une période de 4 jours, aussi éloignée que possible des périodes de

pleine lune et de nouvelle lune. La variabilité spatiale de l'abondance des poissons a été testée à l'aide d'ANOVA à deux facteurs (site x profondeur).

III.2.4. Evaluation de la compétition s'exerçant sur les recrues et les juvéniles

Le recouvrement en espace libre, en algues calcaires encroûtantes, en gazon algal et en organismes encroûtants (Foraminifères, Eponges, Cirripèdes, Annélides, Bryozoaires, Ascidies...) a été évalué sur la face inférieure de 108 plaques (12 par station) ayant été immergées 3 mois au cours de la période de fort recrutement (décembre 2004-mars 2005). Pour cela, chacune des 108 plaques a été photographiée immédiatement après sa sortie de l'eau, et les pourcentages de recouvrement des catégories précédemment citées ont été calculés d'après ces photos. L'immense majorité (>99 %) des recrues se fixant sur la face inférieure des plaques se trouve sur une bande de 2,5 cm le long des bords de la plaque. Par conséquent, seule cette zone a été prise en compte. Suite à un travail de pré-échantillonnage, la méthode de projection systématique en quinconce de 170 points a été choisie (Scherrer, 1984 ; Michonneau, 2005) . Le logiciel d'analyse d'images CPCe (Coral Point Count with excel extentions) a été utilisé pour obtenir les pourcentages de recouvrement (Kohler et Gill, 2006). La variabilité spatiale du pourcentage de recouvrement des différentes catégories a été testée à l'aide d'ANOVA à trois facteurs (site, profondeur, dispositif de recrutement) sur les données transformées arc sinus.

Les surfaces occupées par les différents groupes benthiques ont été évaluées dans trois transects-couloirs de 10 m² à chaque station. Les pourcentages de recouvrement en coraux, en algues calcaires encroûtantes, en gazon algal, en macro-algues, en autres organismes benthiques (échinodermes, mollusques, autres cnidaires) et en sable et débris ont été évalués selon la méthode du « line intercept transect » (Loya, 1978). Sous la ligne médiane de chacun des transects-couloirs utilisés pour les comptages des adultes et des juvéniles, la longueur interceptée a été mesurée pour chacune des catégories. Les pourcentages de recouvrement de chaque catégorie ont ainsi pu être calculés pour chaque transect. La variabilité spatiale du pourcentage de recouvrement des différentes catégories a été testée avec des ANOVA à deux facteurs (site x profondeur) après transformation arc sinus des données.

III.2.5. Influence de l'abondance des prédateurs sur la mortalité des recrues et des juvéniles

Compte tenu de la faible abondance d'invertébrés présents dans les transects-couloirs, seule l'influence de la prédation par les poissons a été explorée. Pour cela, des corrélations non paramétriques de Spearman ont été calculées entre l'abondance des poissons susceptibles de prédation et la mortalité des recrues et des juvéniles.

Pour les recrues, la mortalité a été calculée en soustrayant l'abondance de recrues entières relevée sur les plaques retournées à celle des recrues entières relevée sur les plaques non retournées (témoins). Compte tenu de leur faible abondance au stade recrue des genres *Acropora* et *Porites*, les corrélations ont été réalisées sur l'ensemble des taxons et sur le genre *Pocillopora*.

De même, des corrélations ont été calculées entre l'abondance des poissons et la mortalité des juvéniles, de telles corrélations ont été calculées entre l'abondance des poissons et la mortalité sur 4 et 14 mois des juvéniles de l'ensemble des genres, et des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites*.

Les différentes familles de poissons ont été considérées séparément. Seules les familles de poissons présentant une abondance variable entre les stations ont été utilisées (Balistidae, Chaetodontidae et Scaridae). Pour chacune de ces familles, des corrélations ont également été réalisées avec les principales espèces, c'est-à-dire : *Chaetodon pelewensis*, *C. reticulatus*, *C. ornatissimus* (Chaetodontidae), *Scarus psittacus*, *Chlorurus sordidus* (Scaridae), *Melichthys vidua* et *Balistapus undulatus* (Balistidae).

III.2.6. Influence de la compétition sur l'abondance des recrues et la mortalité des juvéniles

Pour évaluer l'influence de la compétition sur la mortalité des recrues, des corrélations non paramétriques de Spearman ont été calculées entre le pourcentage moyen de recouvrement en espace libre, en algues calcaires encroûtantes, en gazon algal et en organismes encroûtants sur les plaques de terre cuite et l'abondance moyenne par plaque des recrues. Les plaques d'un même dispositif de recrutement ont été regroupées, car on ne peut pas considérer que les abondances relevées sur les plaques d'un même dispositif de recrutement sont indépendantes. En outre, compte tenu de leur faible abondance au stade recrue, les genres *Acropora* et *Porites* n'ont pas pu être pris en compte.

Par ailleurs, de telles corrélations ont été réalisées entre la mortalité des juvéniles après 4 et 14 mois et le pourcentage de recouvrement en algues calcaires encroûtantes, en gazon algal, en macro-algues, en autres organismes benthiques et en sable et débris dans les transects.

III.3. RESULTATS

III.3.1. Mortalité par prédation des recrues d'*Acropora striata* : expérience d'encagement de recrues fixées en aquarium

Après une semaine sur le terrain, sur les plaques encagées, 48 % des recrues ont survécu, 5 % ont été totalement éliminées et 47 % sont mortes mais présentaient un squelette calcaire. Sur les plaques non encagées, 44 % ont survécu, 28 % ont été totalement éliminées et 26 % sont mortes mais présentaient un squelette calcaire (Figure 83).

Le pourcentage de recrues vivantes ne varie pas significativement en fonction de la profondeur, ni du traitement (encagées *vs.* non encagées ; ANOVA, $p < 0,05$). Par contre, davantage de recrues ont été totalement éliminées par prédation sur les plaques non encagées (28 %) que sur les plaques encagées (5 %). Un effet significatif de l'encagement et de l'interaction profondeur x encagement a été mis en évidence par l'ANOVA réalisée sur le pourcentage de recrues totalement éliminées (respectivement $p < 0,0001$ et $p < 0,05$). La significativité de l'interaction est due au fait que davantage de recrues ont été éliminées à 12 m qu'aux autres profondeurs sur les plaques non encagées (Figure 83 ; SNK, $p < 0,05$), mais qu'aucun effet de la profondeur n'a pu être détecté sur les plaques encagées (SNK, $p > 0,05$). On observe davantage de recrues mortes mais ayant un squelette calcaire visible, c'est-à-dire de recrues dont la mortalité est liée à un stress sur les plaques ayant été encagées que sur les plaques n'ayant pas été encagées (respectivement 47 % et 28 % de la totalité des recrues ; ANOVA, $p < 0,05$). Aucun effet de la profondeur ni de l'interaction profondeur x encagement n'a pu être mis en évidence sur la proportion de ces recrues (ANOVA, $p > 0,05$).

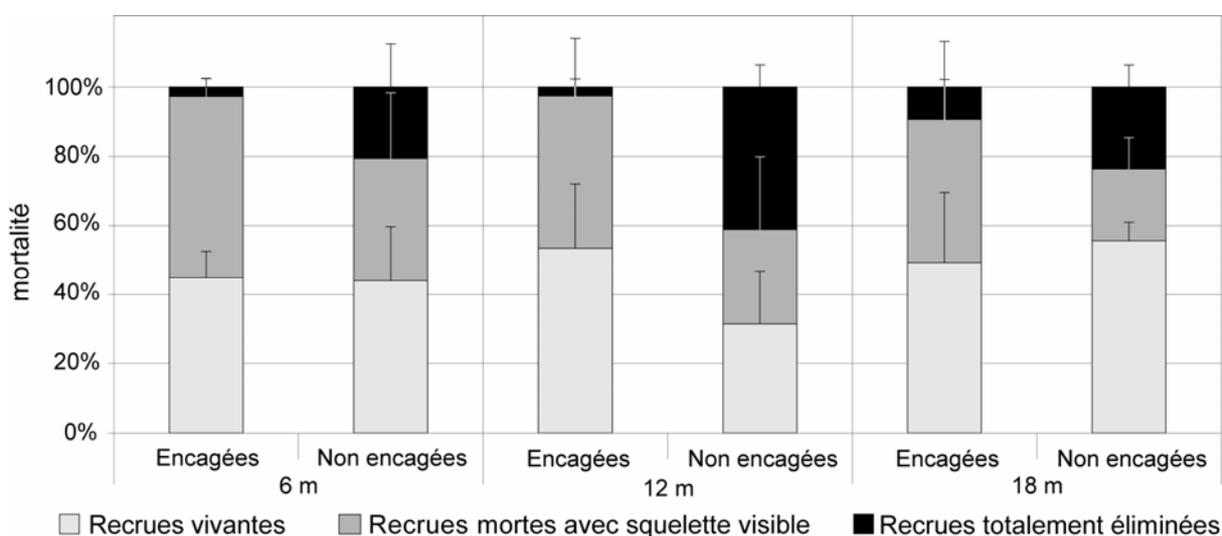


Figure 83 : proportions de recrues vivantes, mortes mais présentant des restes de squelette, et totalement éliminées sur les plaques encagées et non encagées aux trois profondeurs. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

III.3.2. Mortalité par prédation des recrues : expérience de retournement

Davantage de recrues ont été échantillonnées sur les plaques non retournées (5,49 recrues par plaque et par trimestre) que sur les plaques retournées (4,84 recrues par plaque et par trimestre ; Figure 84). Cela est confirmé par les résultats de l'ANOVA à trois facteurs (site, profondeur, retournement) réalisée sur l'abondance totale des recrues (Annexe 22). Par ailleurs, l'interaction site x profondeur est significative.

Si l'on ne considère que les recrues entières, les plaques ayant été retournées présentent moins de recrues que les plaques n'ayant pas été retournées (ANOVA, $p < 0,05$; Figure 84). Par ailleurs, l'interaction site x profondeur est significative (ANOVA, $p < 0,05$).

On observe significativement plus de recrues cassées sur les plaques retournées que sur les plaques non retournées, mais l'effet du retournement sur l'abondance des recrues cassées est variable selon les stations (ANOVA ; interaction site x profondeur x retournement, $p < 0,05$; Figure 84). En effet, sur l'ensemble des stations, on observe une moyenne de 0,06 recrues cassées par plaque sur les plaques non retournées, contre 1,30 sur les plaques retournées. Les différences spatiales sont dues au fait que les stations où l'on observe le plus de recrues cassées sur les plaques retournées ne sont pas forcément celles où l'on observe le plus de recrues cassées sur les plaques non retournées (Figure 84).

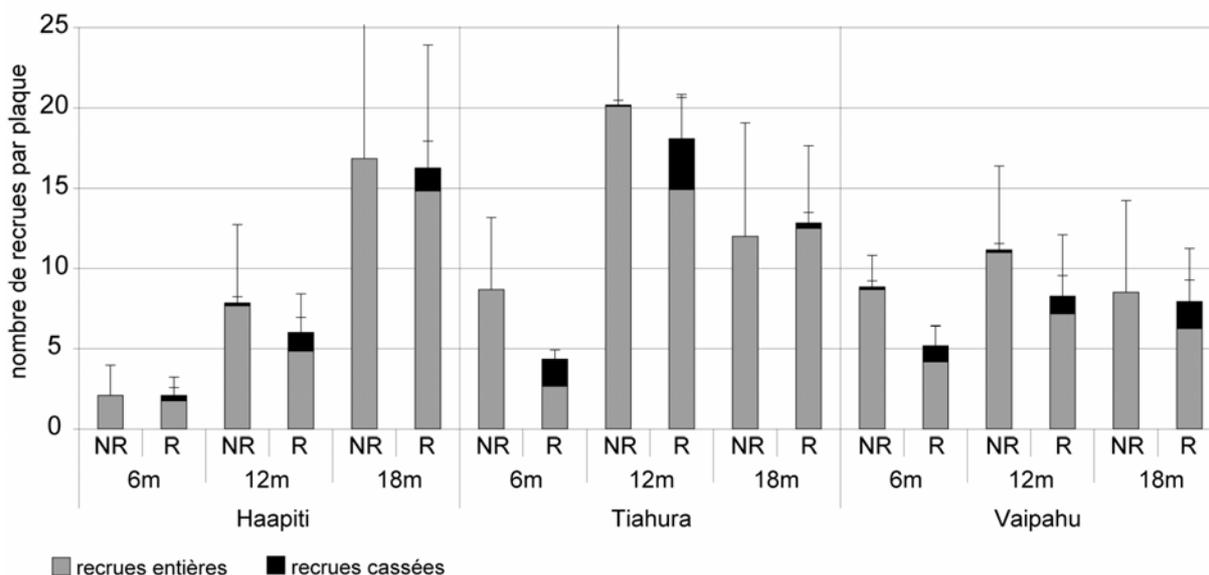


Figure 84 : abondance moyenne par plaque des recrues cassées et entières sur les plaques retournées (R) et non retournées (NR) aux neuf stations d'étude. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

La mortalité par prédation des recrues sur une semaine, calculée comme étant la différence entre l'abondance de recrues entières sur les plaques non retournées et sur les plaques retournées,

varie de 0 %¹³ à T18 à 69,2 % à T6, avec une moyenne de 23,7 % pour les neuf stations. Le pourcentage de mortalité diminue avec la profondeur à Tiahura et Vaipahu, et est maximal à 12 m à Haapiti (Figure 85).

La mortalité par prédation ne semble pas influencée par l'abondance des recrues, comme l'indique l'absence de significativité de la corrélation calculée entre la mortalité aux neuf stations des recrues et leur abondance (corrélation de Spearman, $p > 0,05$).

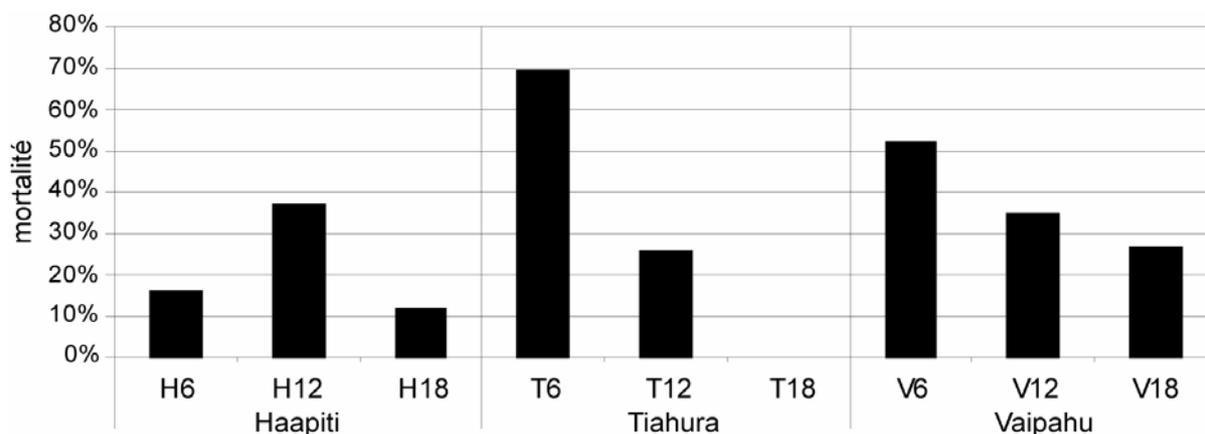


Figure 85 : mortalité moyenne par prédation des recrues en une semaine aux neuf stations réparties autour de Moorea. Estimations réalisées à partir des résultats de l'expérience de retournement.

III.3.3. Mortalité des juvéniles

Sur l'ensemble des neuf stations et pour tous les genres confondus, une moyenne de 23,6 % des juvéniles échantillonnés sont morts après 4 mois et 39,4 % après 14 mois. Le taux de mortalité n'est pas constant entre les sites et les stations (ANOVA, site, $p < 0,05$, interaction site x profondeur, $p < 0,05$; Figure 86). Le taux de mortalité est moindre à Haapiti qu'aux autres sites. A Haapiti, il est maximal à 12 m. A Tiahura, il est moindre à 6 m qu'à 12 et 18 m, et à Vaipahu, il est minimal à 12 m et maximal à 6 m. Par contre, le patron de variabilité spatiale de la mortalité après 4 mois est très similaire à celui de la mortalité après 14 mois. La seule différence importante réside dans le fait qu'à Tiahura la mortalité sur 4 mois est moindre à 18 m qu'à 12 m alors que la mortalité sur 14 mois ne diffère pas entre ces stations (SNK, Figure 86).

¹³ A la station T18, l'abondance des recrues entières était légèrement supérieure sur les plaques retournées que sur les plaques non retournées (respectivement 149 et 144 recrues). La mortalité ne pouvant pas être négative, elle a été fixée à 0 pour cette station.

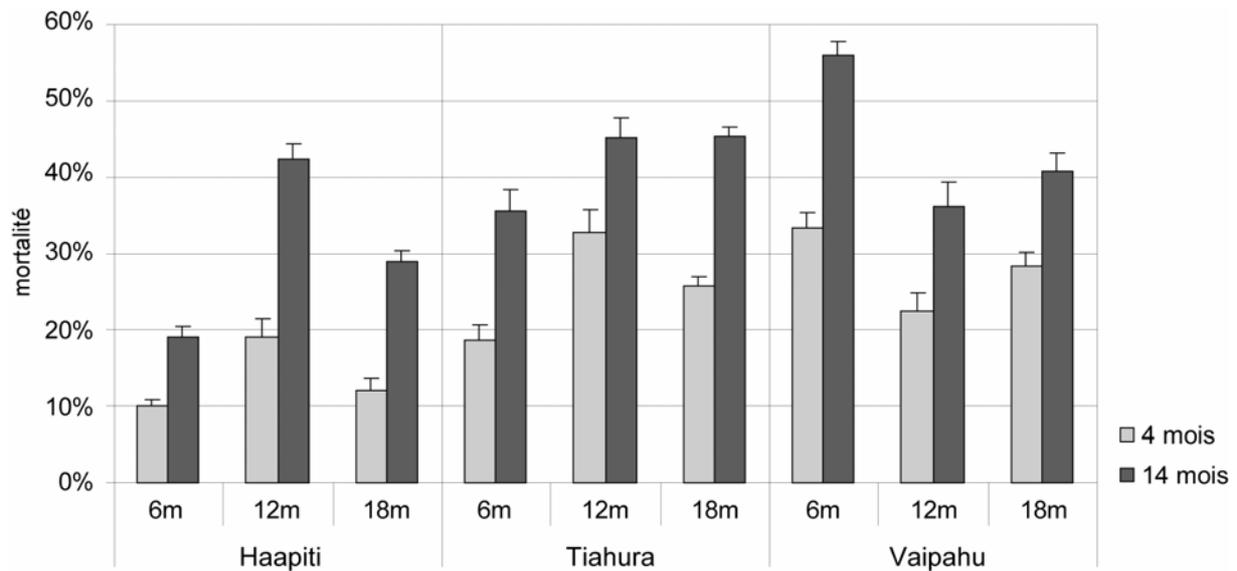


Figure 86 : mortalité des juvéniles (moyenne pondérée par l'abondance) après 4 et 14 mois aux neuf stations d'étude. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

En moyenne, 19,5 % des *Acropora* sont morts au bout de 4 mois et 33,9 % au bout de 14 mois, contre 18,6 et 38,0 % pour les *Pocillopora* et 24,4 et 41,5 % pour les *Porites*. Ces différences ne sont cependant pas significatives (ANOVA, $p > 0,05$).

Pour *Pocillopora*, la mortalité est significativement moindre à Haapiti qu'à Vaipahu après 4 mois et qu'aux deux autres sites après 14 mois (ANOVA, $p < 0,05$), mais elle ne varie pas significativement en fonction de la profondeur, quelle que soit la durée considérée (Figure 87). Pour *Acropora*, aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les sites, les profondeurs ou les stations (ANOVA, $p > 0,05$; Figure 87).

Pour *Porites*, après 4 mois, la mortalité est maximale à 12 m à Haapiti et Tiahura, alors qu'elle y est minimale à Vaipahu (ANOVA, interaction site x profondeur, $p < 0,05$). Après 14 mois, la mortalité est significativement inférieure à Haapiti qu'aux autres sites (ANOVA, $p < 0,05$; Figure 87).

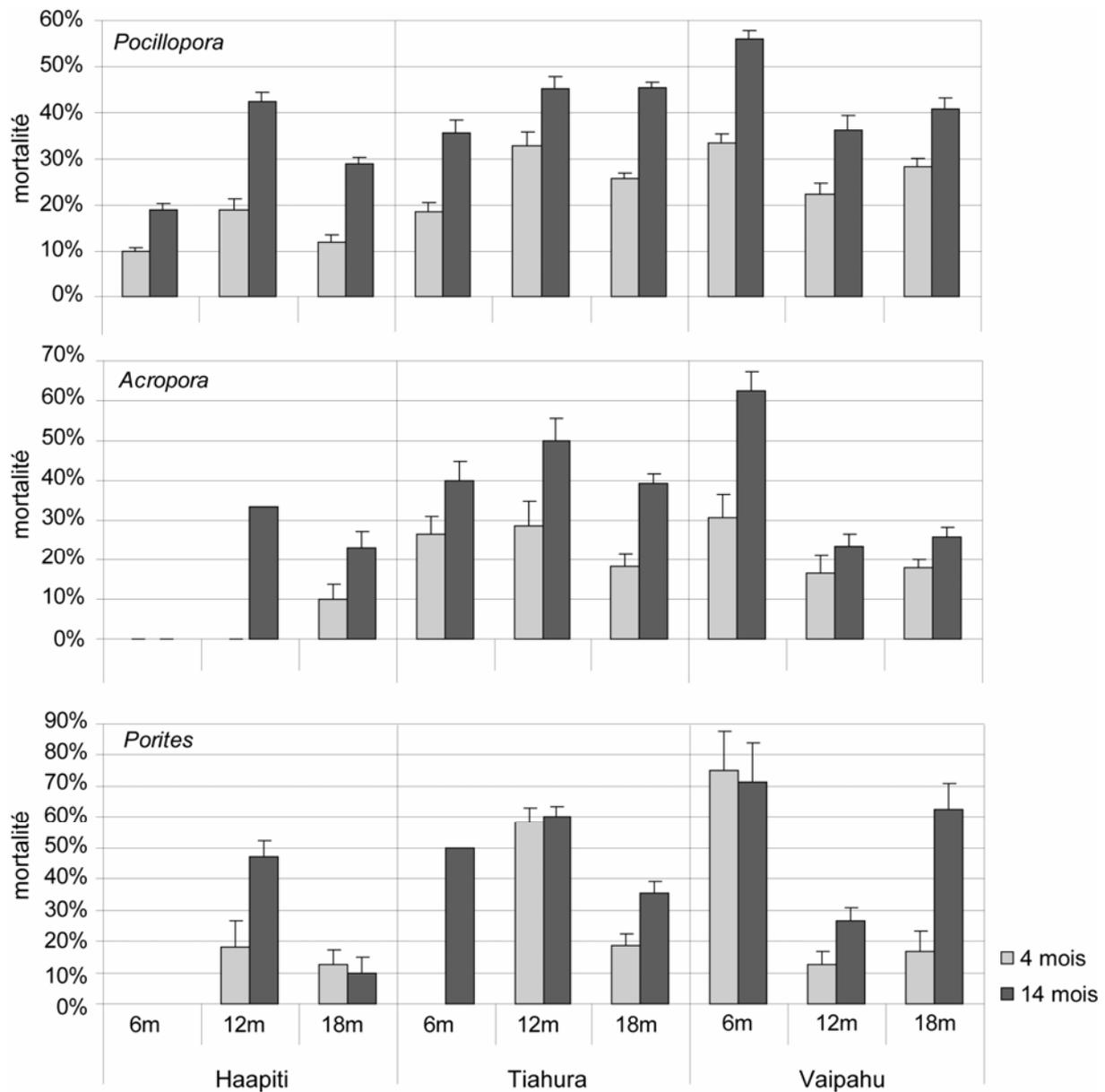


Figure 87 : mortalité après 4 et 14 mois des juvéniles des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* aux neuf stations d'étude. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Le taux de mortalité varie légèrement en fonction de la classe de taille, comme l'indique la Figure 88. Après 4 mois comme après 14 mois, la mortalité diminue légèrement au fur et à mesure que la classe de taille augmente. Ces différences ne sont cependant pas significatives (ANOVA, 4 mois : $p=0,4292$, 14 mois : $p=0,3727$).

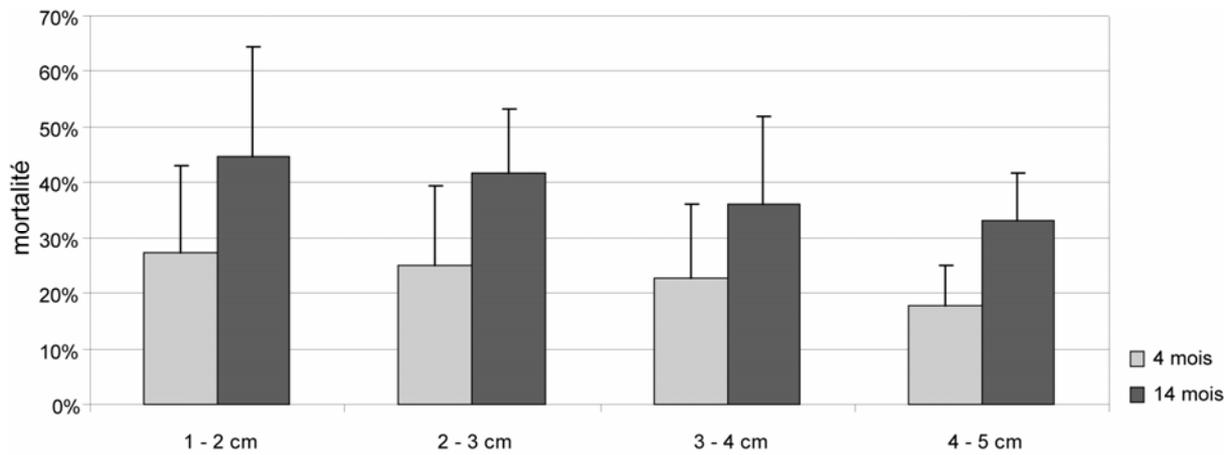


Figure 88 : mortalité moyenne des juvéniles après 4 et 14 mois pour les différentes classes de taille. Les barres d'erreur représentent les écart-types.

Le taux de mortalité des juvéniles aux neuf stations n'est pas significativement corrélé à l'abondance des juvéniles dans ces stations (corrélation de Spearman, $p > 0,05$). Le même résultat est obtenu pour l'ensemble des taxons confondus, pour *Pocillopora*, pour *Acropora* et pour *Porites*, que l'on considère l'abondance totale de juvéniles ou l'abondance des juvéniles de la famille examinée.

III.3.4. Abondance des macro-prédateurs potentiels de recrues et de juvéniles

L'abondance des prédateurs potentiels de jeunes coraux a été examinée aux neuf stations d'étude. En ce qui concerne les invertébrés, les abondances qui ont été relevées dans trois transects-couloirs de 10 m² par station étaient très faibles. De jour, 3 *Echinotrix diadema* ont été comptés à Vaipahu 6 m et 1 à Haapiti 6 m. Un *Echinometra mathaei* a été compté à Vaipahu 18 m. De nuit, 2 *Echinotrix calamaris*, un *E. diadema*, un *E. mathaei* et 2 Diadematidae juvéniles ont été échantillonnés à Tiahura 18 m, ainsi que 3 *Acanthaster planci*. Un *E. diadema* a également été comptabilisé à Vaipahu 6 m, mais aucun invertébré susceptible d'exercer une prédation sur les juvéniles ou les recrues de coraux n'a été observé à Tiahura 6 et 12 m ni à Vaipahu 12 et 18 m.

Parmi les six familles de poissons examinées dans des transects-couloirs de 2 x 50 m, la plus abondante est celle des Acanthuridae ($41,3 \pm 18,8$ individus par transect-couloir ; Figure 89), suivie de la famille des Scaridae ($26,0 \pm 29,2$ individus par transect-couloir) et de celle des Chaetodontidae ($13,3 \pm 5,4$ individus par transect-couloir). Les familles des Balistidae et des Monacanthidae sont moins abondantes, avec respectivement $2,0 \pm 1,3$ et $1,9 \pm 1,4$ individus par transect-couloir. Les Labridae ne sont pas présents à toutes les stations, et leur abondance est faible ($0,15 \pm 0,36$ individus par transect-couloir). En moyenne, $3,3 \pm 2,2$ poissons juvéniles ont été observés par transect-couloir.

L'abondance moyenne des juvéniles de poissons et celle des familles Acanthuridae et Monacanthidae ne varient pas de façon significative entre les sites, les profondeurs ou les stations (Figure 89 ; ANOVA ; Annexe 23). Par contre, l'abondance des Chaetodontidae est plus importante à Vaipahu qu'à Haapiti et Tiahura, et à 12 m qu'à 6 et 18 m (ANOVA ; SNK, $p < 0,05$). Les abondances des Balistidae et des Scaridae présentent une structure bathymétrique différente selon les sites (ANOVA interaction site x profondeur ; Annexe 23). Pour les Balistidae, à Haapiti, l'abondance est plus importante à 6 m qu'à 12 m (SNK, $p < 0,05$), mais équivalente entre 6 et 18 m (SNK, $p > 0,05$). A Tiahura, elle est significativement plus importante à 6 m qu'aux autres profondeurs (SNK) et elle ne varie pas entre les profondeurs à Vaipahu (SNK, $p > 0,05$). Pour les Scaridae, l'abondance est plus importante à 6 m qu'aux autres profondeurs à Tiahura et Vaipahu alors qu'elle est maximale à 12 m à Haapiti (SNK, $p < 0,05$).

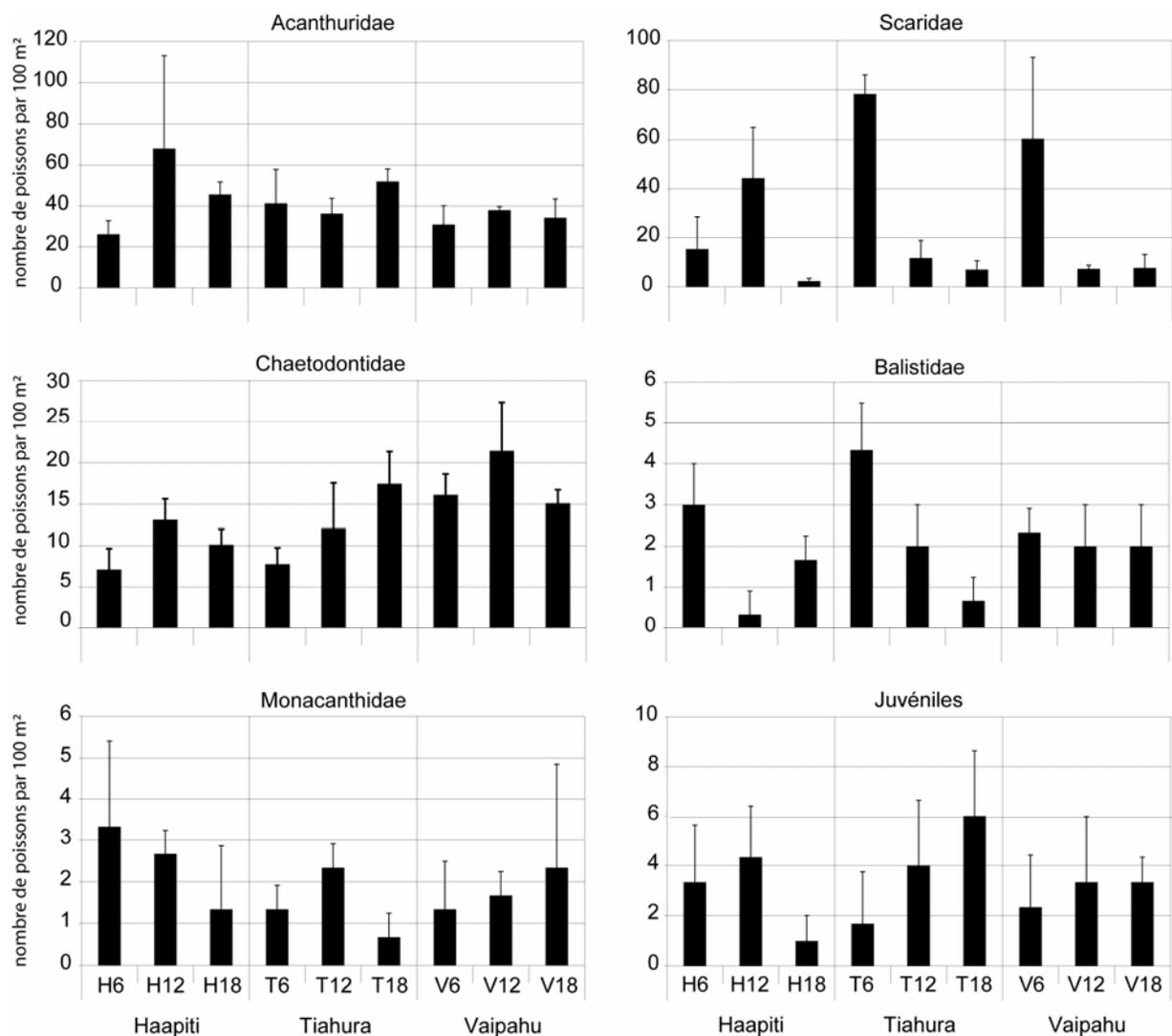


Figure 89 : abondance moyenne aux neuf stations des poissons des familles Acanthuridae, Scaridae, Chaetodontidae, Balistidae, Monacanthidae et des juvéniles de toutes familles par transect-couloir (2 x 50 m). Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

III.3.5. Intensité de la compétition s'exerçant sur les recrues et les juvéniles

En moyenne, sur les 108 plaques de terre cuite examinées, $29,6 \pm 16,3$ % de l'espace était laissé libre (terre cuite apparente), $37,0 \pm 21,5$ % était colonisé par les organismes encroûtants¹⁴, $19,7 \pm 7,2$ % par du gazon algal et $13,7 \pm 7,7$ % par des algues calcaires encroûtantes. Ces différents compartiments ne présentent pas des pourcentages de recouvrement constants entre les stations (ANOVA ; Annexe 24 ; Figure 90).

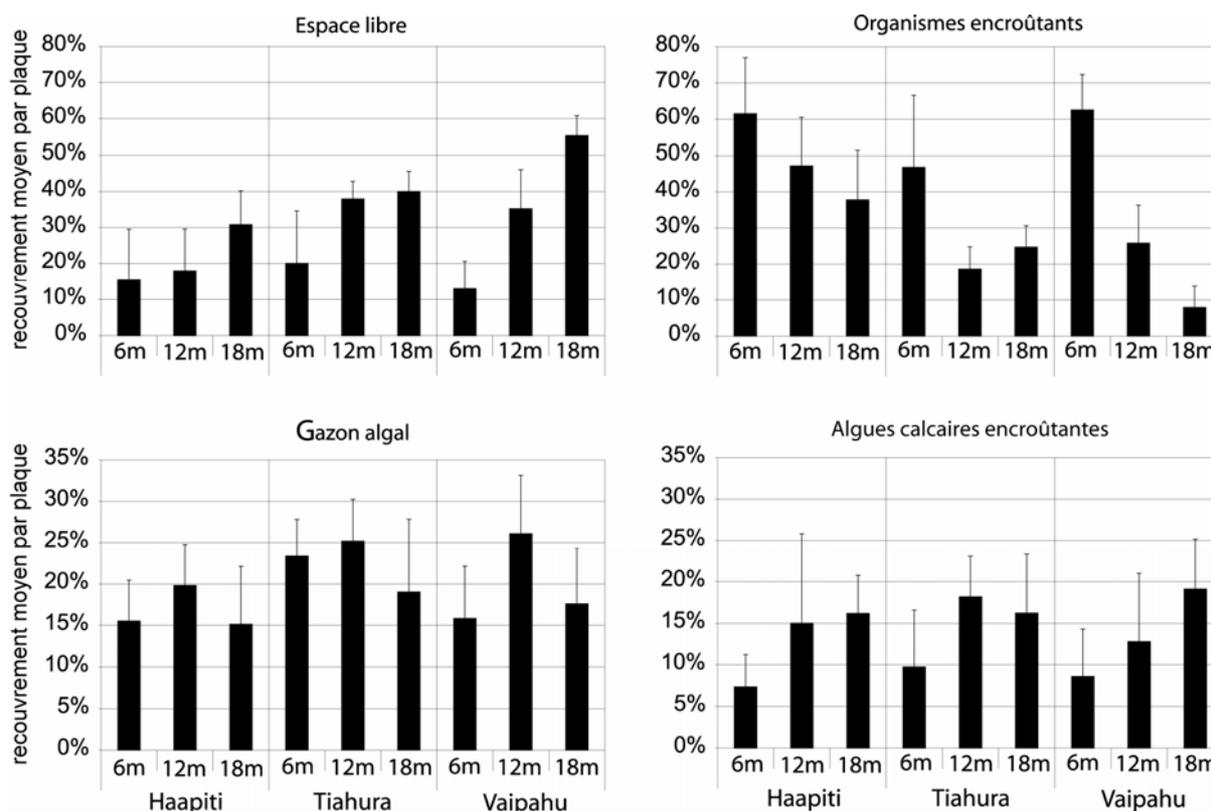


Figure 90 : pourcentage de recouvrement des compétiteurs potentiels de recrues sur les plaques de terre cuite. Moyennes par station et écarts-types.

L'espace libre sur les plaques est moindre à Haapiti qu'à Tiahura et Vaipahu et augmente avec la profondeur aux trois sites. L'interaction site x profondeur est significative car à Haapiti, seuls les pourcentages relevés à 6 et 18 m diffèrent alors qu'à Tiahura, les stations de 12 et 18 m présentent toutes deux des pourcentages d'espace libre supérieurs à celle de 6 m, et que les trois stations diffèrent à Vaipahu (SNK). Le recouvrement en organismes encroûtants est plus important à Haapiti qu'à Tiahura et Vaipahu. Il est plus important à 6 m qu'à 12 et 18 m à Haapiti et Tiahura, et varie significativement entre les trois profondeurs à Vaipahu (SNK, $p < 0,05$). Le recouvrement en gazon algal est moindre à Haapiti qu'à Tiahura et Vaipahu. Il est maximal à la profondeur intermédiaire pour les trois sites. Pour les algues calcaires encroûtantes, le

¹⁴ Foraminifères, Eponges, Cirripèdes, Annélides, Bryozoaires, Ascidies, Mollusques...

recouvrement ne varie pas entre les sites. Il augmente avec la profondeur à Haapiti et Vaipahu, mais est maximal à 12 m à Tiahura. Cependant, pour le gazon algal et les algues calcaires encroûtantes, les interactions site x profondeur x dispositif de recrutement sont significatives, indiquant la présence d'une variabilité intra-station.

Le pourcentage d'espace libre sur les plaques est significativement et négativement corrélé au pourcentage de recouvrement en organismes encroûtants ($\rho = -0,911$, $p < 0,01$), mais positivement au recouvrement en algues calcaires encroûtantes ($\rho = 0,544$, $p < 0,05$). Le recouvrement en organismes encroûtants est significativement et négativement corrélé à celui des algues calcaires encroûtantes ($\rho = -0,734$, $p < 0,01$).

Parmi les différents compartiments benthiques observés dans les transects-couloirs, le plus représenté est celui des coraux vivants ($41,2 \% \pm 32,4 \%$), suivi des algues calcaires encroûtantes ($32,4 \% \pm 15,3 \%$), des sables et débris ($17,5 \% \pm 15,6 \%$), des macro-algues ($5,1 \% \pm 5,9 \%$), et du gazon algal ($3,2 \% \pm 8,5 \%$). Les organismes benthiques autres que Scléactiniaires (mollusques, échinodermes, autres cnidaires) ne représentent que $0,65 \% \pm 2,28 \%$ du recouvrement total.

Le pourcentage de recouvrement des différents compartiments benthiques est variable dans l'espace (Figure 91 ; ANOVA ; interactions site x profondeur $p < 0,05$; Annexe 25). Le recouvrement corallien ne varie pas significativement avec la profondeur à Haapiti mais est moindre à 18 m qu'à 12 m à Tiahura, et plus important à 18 m qu'aux autres profondeurs à Vaipahu (SNK, $p < 0,05$). A 18 m, le recouvrement corallien est plus important à Vaipahu qu'à Tiahura ou Haapiti. Le recouvrement en algues calcaires encroûtantes présente une structure à peu près inverse à celle des coraux. Il est plus important à 18 m qu'aux autres profondeurs à Haapiti, moindre à 6 m qu'aux autres profondeurs à Tiahura et il diminue avec la profondeur à Vaipahu (SNK, $p < 0,05$). A 12 m, il est plus important à Haapiti qu'à Tiahura et Vaipahu. Le recouvrement en sable et débris coralliens est plus important à 18 m qu'aux autres profondeurs à Haapiti, est moindre à 6 m qu'aux autres profondeurs à Tiahura, et ne varie pas avec la profondeur à Vaipahu (SNK, $p < 0,05$). Le gazon algal présente un recouvrement plus important à Haapiti 6 m qu'à toutes les autres stations, alors qu'il ne varie pas entre celles-ci. Le recouvrement en macro-algues diminue avec la profondeur à Haapiti, et inversement à Tiahura et Vaipahu (SNK, $p < 0,05$). Les autres invertébrés benthiques présentent un recouvrement plus important à Tiahura 6 m qu'à toutes les autres stations (SNK, $p < 0,05$).

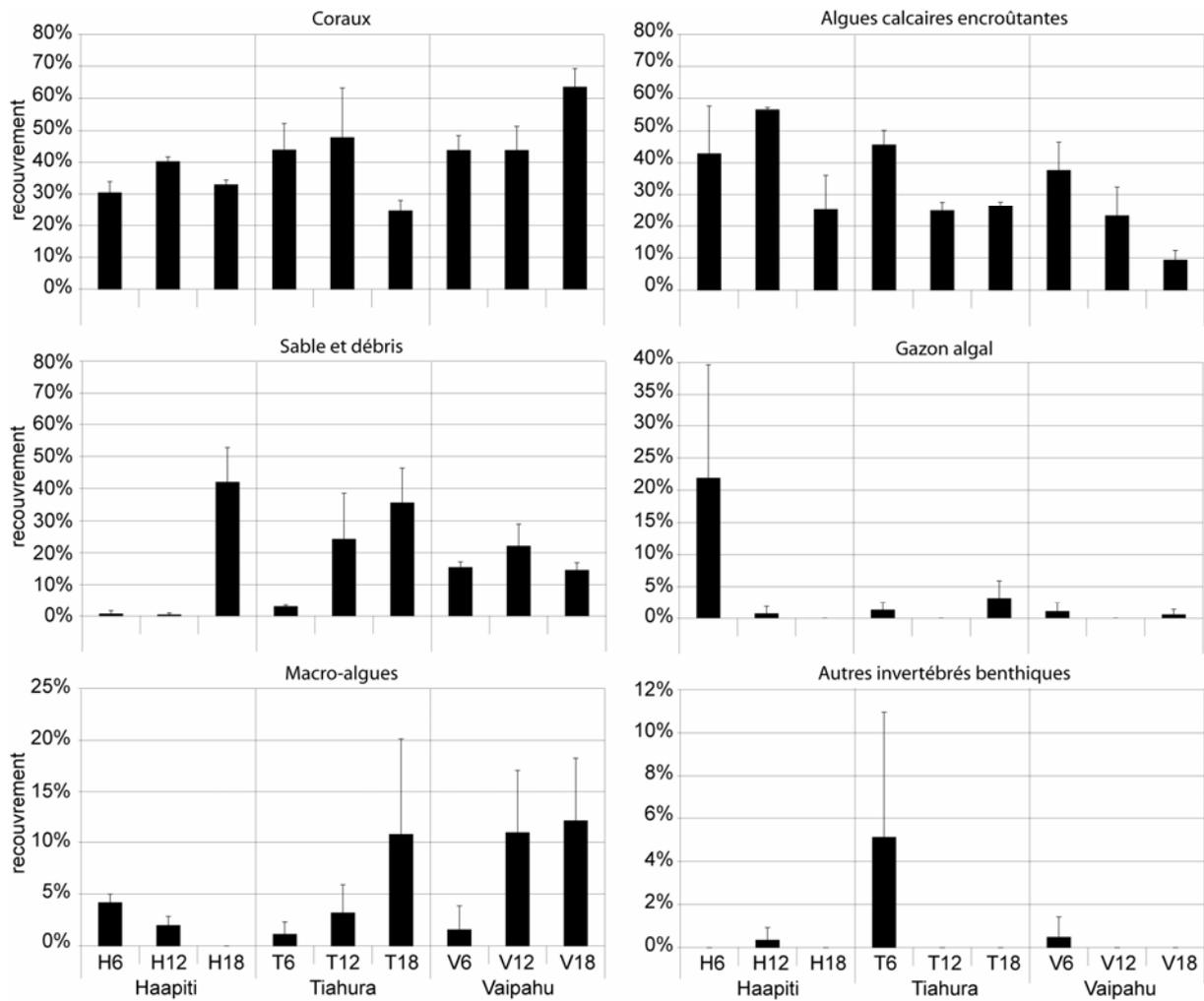


Figure 91 : recouvrement en coraux, algues calcaires encroûtantes, sable et débris, gazon algal, macro-algues et autres invertébrés benthiques aux neuf stations d'étude. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

III.3.6. Influence de la prédation par les poissons sur la mortalité des recrues et des juvéniles

La mortalité des recrues (tous genres confondus) est significativement et positivement corrélée à l'abondance des Scaridae (Spearman ; $\rho = 0,759$, $p = 0,0001$; Figure 92) et une tendance non significative est détectée entre la mortalité des recrues et l'abondance dans les transects-couloirs des Balistidae (Spearman, $\rho = 0,336$, $p = 0,0864$). La mortalité des recrues n'est pas corrélée à l'abondance des Chaetodontidae (Spearman, $\rho = 0,018$, $p = 0,9249$). Des résultats identiques sont obtenus en ce qui concerne la mortalité des recrues de la famille des Pocilloporidae (Spearman ; Scaridae : $\rho = 0,762$, $p = 0,0001$, Balistidae : $\rho = 0,431$, $p = 0,0280$, Chaetodontidae : $\rho = -0,156$, $p = 0,4258$).

Au niveau spécifique, la mortalité des recrues (tous taxons confondus) est positivement et significativement corrélée à l'abondance des Scaridae *Scarus psittacus* et *Chlorurus sordidus* (Spearman ; *S. psittacus* : $\rho = 0,624$, $p = 0,0015$, *C. sordidus* : $\rho = 0,720$, $p = 0,0002$), et des

Balistidae *Melichthys vidua* (Spearman ; $M. vidua$: $\rho = 0,407$, $p = 0,0382$). Des résultats semblables sont obtenus pour les recrues de la famille des Pocilloporidae (Spearman ; $S. psittacus$: $\rho = 0,692$, $p = 0,0004$, $C. sordidus$: $\rho = 0,651$, $p = 0,0009$, $M. vidua$: $\rho = 0,462$, $p = 0,0185$).

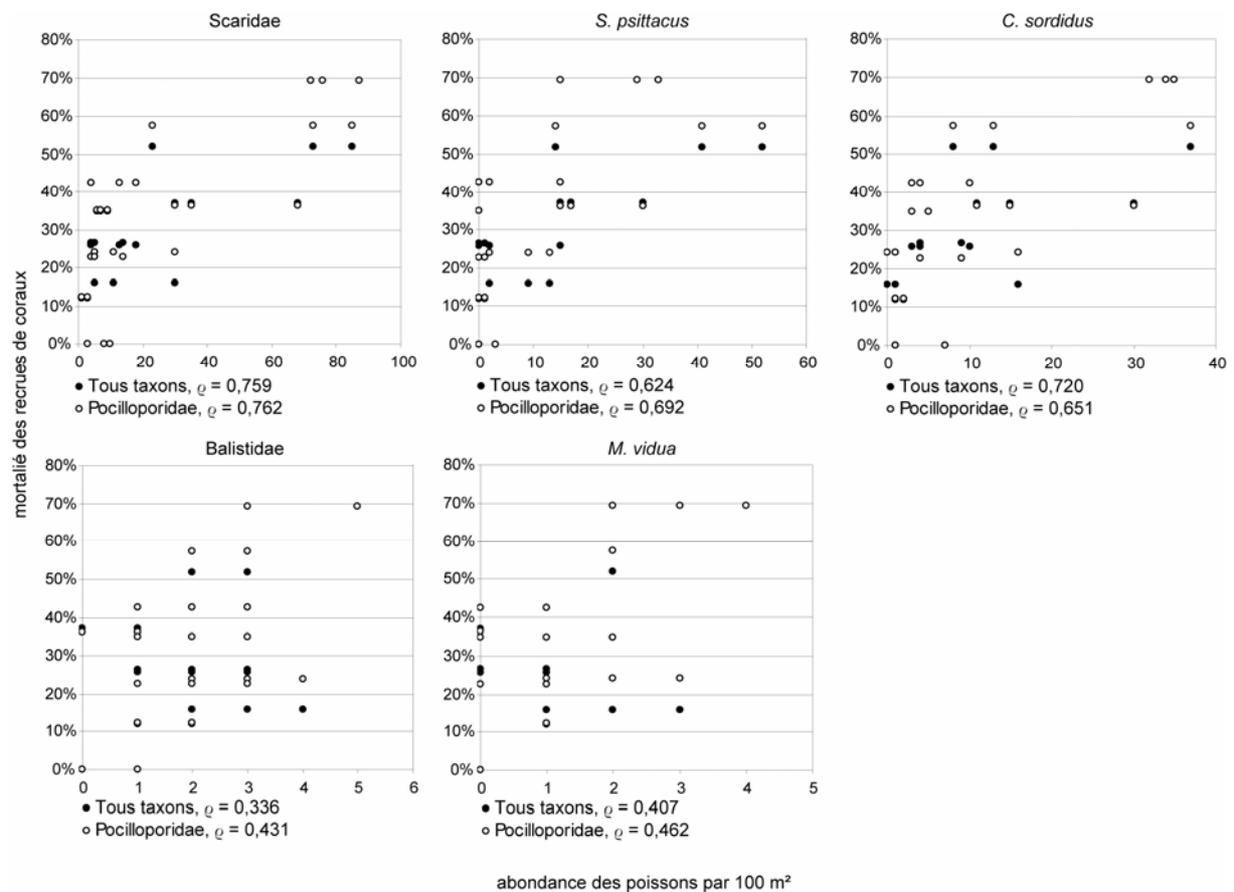


Figure 92 : mortalité des recrues (tous taxons et Pocilloporidae) en fonction de l'abondance par transect-couloir des poissons des familles Scaridae et Balistidae et des espèces *Scarus psittacus*, *Chlorurus sordidus* et *Melichthys vidua*. ρ : coefficient de corrélation de Spearman. Toutes les corrélations sont significatives sauf entre la mortalité des recrues de l'ensemble des taxons et l'abondance des Balistidae ($p = 0,0864$).

Des corrélations significatives et positives ont été obtenues entre la mortalité des juvéniles (tous genres confondus) sur 4 et 14 mois et l'abondance des poissons de la famille Chaetodontidae (Spearman ; 4 mois : $\rho = 0,576$, $p = 0,0033$ et 14 mois : $\rho = 0,555$, $p = 0,0046$; Figure 93). De même, la mortalité des juvéniles du genre *Pocillopora* sur 4 et 14 mois et celle des Poritidae sur 4 mois sont positivement et significativement corrélées à l'abondance des Chaetodontidae (Spearman ; *Pocillopora* 4 mois : $\rho = 0,530$, $p = 0,0068$; *Pocillopora* 14 mois : $\rho = 0,635$, $p = 0,0012$; *Porites* 4 mois : $\rho = 0,488$, $p = 0,0129$; Figure 93). Aucune corrélation significative n'a été obtenue entre la mortalité sur 4 et 14 mois des juvéniles d'*Acropora* et l'abondance des Chaetodontidae. Par contre, la mortalité des juvéniles d'*Acropora* sur 14 mois est positivement et significativement corrélée à l'abondance des Scaridae ($\rho = 0,526$, $p = 0,0073$; Figure 93).

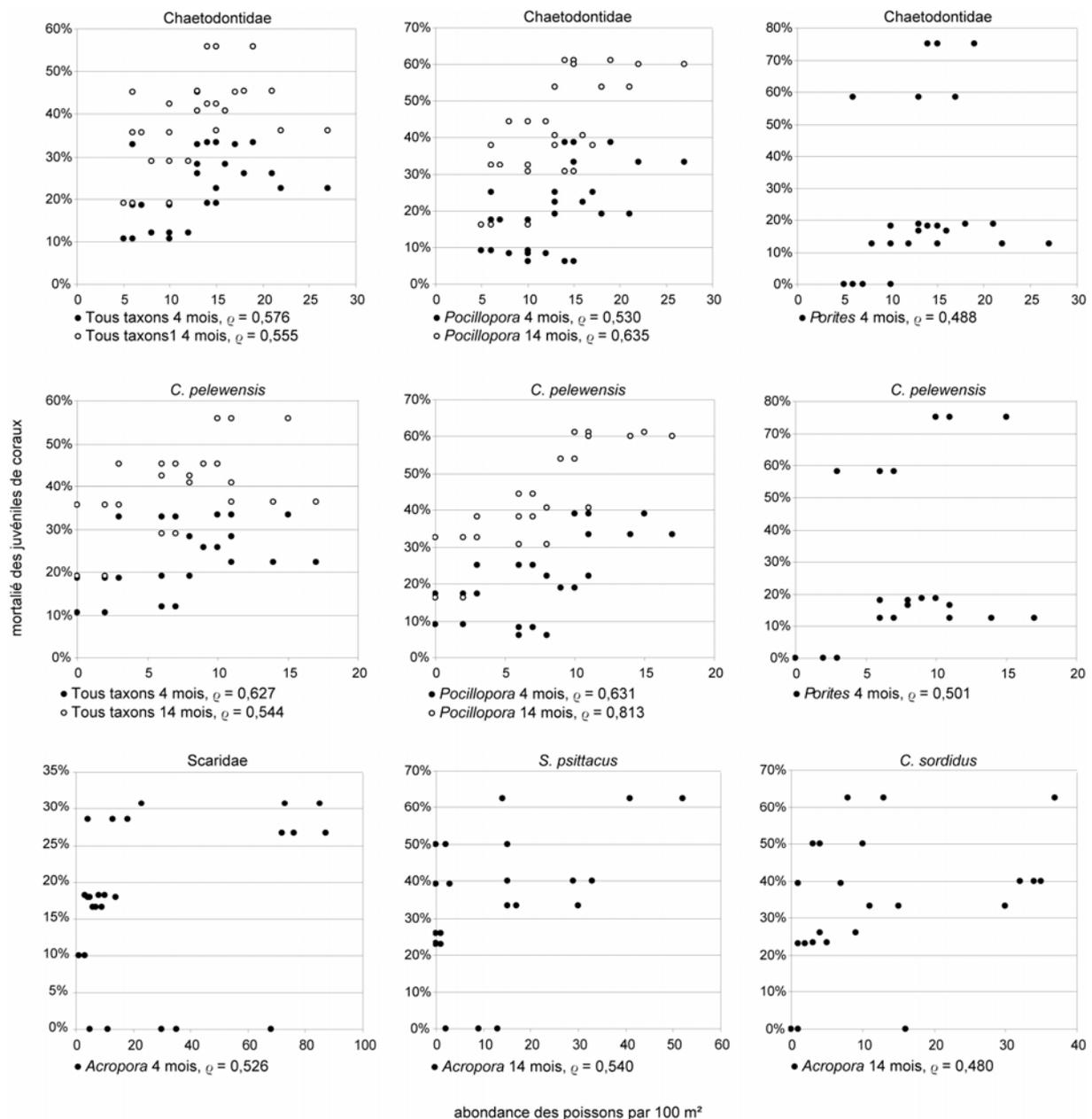


Figure 93 : mortalité des juvéniles de l'ensemble des taxons, des genres *Pocillopora* et *Porites* sur 4 et/ou 14 mois en fonction de l'abondance des poissons des familles Chaetodontidae, Scaridae et des espèces *Chaetodon pelewensis*, *Scarus psittacus* et *Chlorurus sordidus*. ρ : coefficient de corrélation de Spearman. Seules les corrélations significatives sont présentées.

Au niveau spécifique, la mortalité des juvéniles de l'ensemble des genres et du genre *Pocillopora* sur 4 et 14 mois est positivement et significativement corrélée à celle des *Chaetodon pelewensis*, comme la mortalité des juvéniles du genre *Porites* sur 4 mois (Spearman ; tous taxons 4 mois : $\rho = 0,627$, $p = 0,0014$; tous taxons 14 mois : $\rho = 0,544$, $p = 0,0055$; *Pocillopora* 4 mois : $\rho = 0,631$, $p = 0,0013$; *Pocillopora* 14 mois : $\rho = 0,813$, $p < 0,0001$; *Porites* 4 mois : $\rho = 0,501$, $p = 0,0106$; Figure 93). De plus, la mortalité sur 14 mois des juvéniles du genre *Acropora* est significativement et positivement corrélée à l'abondance des *Chlorurus sordidus* et des *Scarus psittacus* (Spearman ; respectivement $\rho = 0,540$, $p = 0,0059$ et $\rho = 0,480$, $p = 0,0143$; Figure 93).

III.3.7. Influence de la compétition sur l'abondance des recrues et la mortalité des juvéniles

L'abondance moyenne par plaque des recrues de l'ensemble des taxons et de la famille des Pocilloporidae est positivement corrélée au pourcentage d'espace libre (Spearman ; tous taxons : $\rho = 0,631$, $p = 0,0093$, Pocilloporidae : $\rho = 0,650$, $p = 0,0074$; Figure 94), et au pourcentage de recouvrement en gazon algal (Spearman ; tous taxons : $\rho = 0,553$, $p = 0,0225$, Pocilloporidae : $\rho = 0,474$, $p = 0,0500$). A l'inverse, elle est significativement et négativement corrélée au pourcentage de recouvrement des organismes encroûtants (Spearman ; tous taxons : $\rho = -0,553$, $p = 0,0225$, Pocilloporidae : $\rho = -0,534$, $p = 0,0278$; Figure 94). Le recouvrement en algues calcaires encroûtantes n'est pas significativement corrélé à l'abondance des recrues.

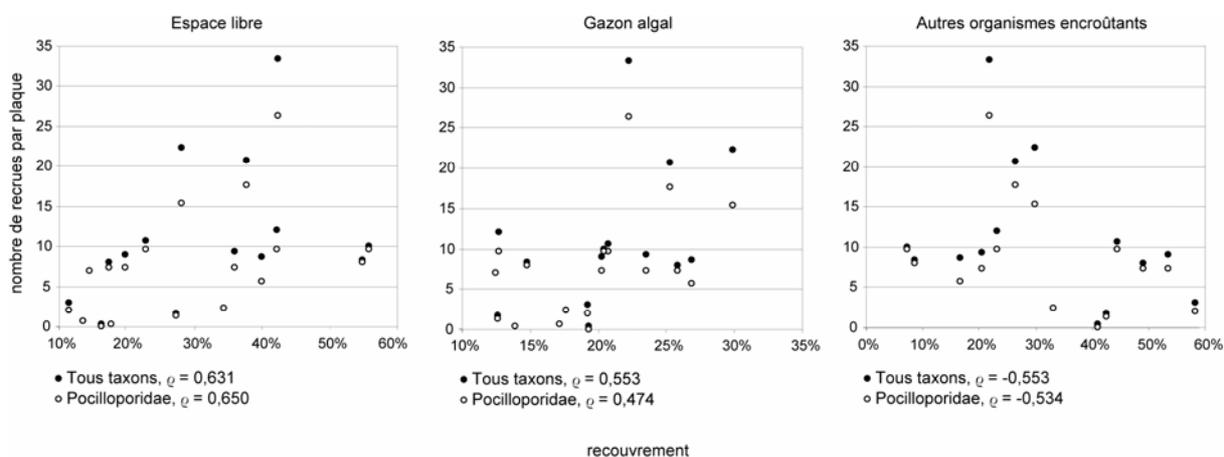


Figure 94 : abondance moyenne par plaque des recrues (tous taxons et Pocilloporidae) en fonction du pourcentage de recouvrement en espace libre, gazon algal et autres organismes encroûtants (Foraminifères, Eponges, Cirripèdes, Annélides, Bryozoaires, Ascidies, Mollusques...). ρ : coefficient de corrélation de Spearman. Seules les corrélations significatives sont présentées.

Des corrélations positives et significatives ont été mises en évidence entre la mortalité sur 4 mois des juvéniles de coraux (tous taxons confondus), la mortalité sur 4 mois des juvéniles du genre *Pocillopora*, la mortalité sur 14 mois des *Porites* et le pourcentage de recouvrement en coraux vivants (Spearman ; tous taxons : $\rho = 0,436$, $p = 0,0260$, *Pocillopora* : $\rho = 0,394$, $p = 0,0445$, *Porites* : $\rho = 0,634$, $p = 0,0012$; Figure 95). De plus, la mortalité sur 14 mois des juvéniles du genre *Pocillopora* est significativement et positivement corrélée au pourcentage de recouvrement des sables et débris (Spearman ; $\rho = 0,699$, $p = 0,0004$). A l'inverse, la mortalité sur 14 mois des juvéniles de *Pocillopora* est significativement et négativement corrélée au recouvrement en algues calcaires encroûtantes (Spearman ; $\rho = -0,405$, $p = 0,0388$) et une tendance non significative est également détectée entre la mortalité sur 4 mois des juvéniles de ce genre et le recouvrement en algues calcaires encroûtantes (Spearman ; $\rho = -0,370$, $p = 0,0591$).

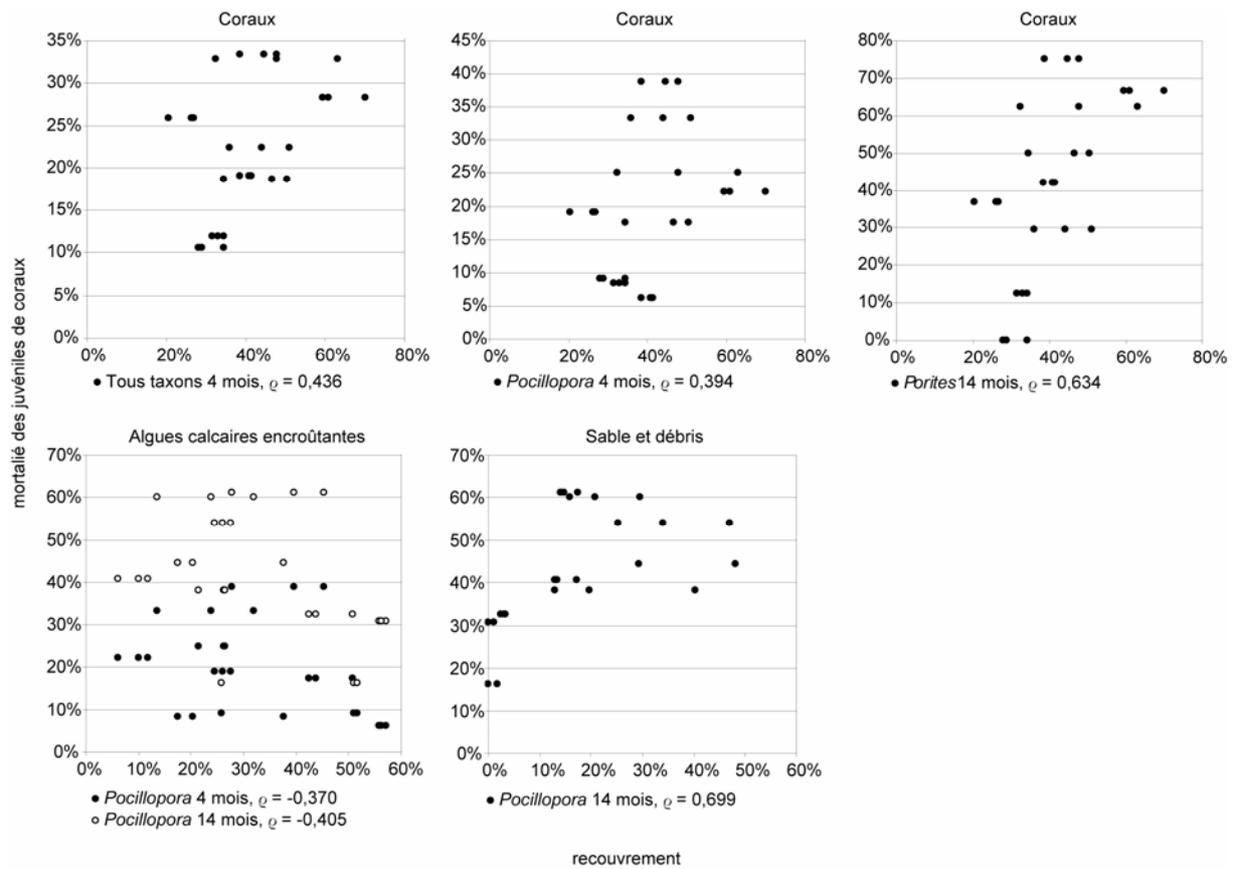


Figure 95 : mortalité des juvéniles sur 4 ou 14 mois en fonction du recouvrement en coraux vivants, algues calcaires encroûtantes, et sable et débris dans les transects-couloirs. ρ : coefficient de corrélation de Spearman. Toutes les corrélations sont significatives sauf celle entre la mortalité des *Pocillopora* sur 4 mois et le recouvrement en algues calcaires encroûtantes ($p = 0,0591$).

III.4. SYNTHÈSE ET DISCUSSION

Plus de la moitié des recrues d'*Acropora striata* sont mortes en seulement une semaine sur le terrain. Cela démontre l'intensité de la mortalité en milieu naturel au cours des premiers temps de la vie benthique, et souligne que, comme pour d'autres organismes benthiques, la mortalité post-fixation précoce des coraux peut être un processus majeur dans le maintien des populations (Gosselin et Qian, 1997 ; Menge, 2000b; Delany et al., 2003). Des travaux antérieurs ont également mis en évidence des mortalité très fortes au cours des premiers temps de la vie benthique des coraux (Connell, 1973 ; Babcock, 1985 ; Sato, 1985 ; Fitzhardinge, 1988 ; Babcock et Smith, 2002 ; Wilson et Harrison, 2005). Ainsi par exemple, sur la Grande Barrière de Corail australienne (GBR), Sato (1985) mesurait entre 75 et 100 % de mortalité de recrues de *Pocillopora damicornis* en deux semaines, et Wilson et Harrison (2005) observaient 92 % de mortalité en un mois aux Solitary Islands (sud est de l'Australie).

Cependant, il a également été démontré que la survie des jeunes coraux est améliorée par la présence de refuges, tels que des crevasses ou cavités, qui n'existent pas sur le dessus des plaques de terre cuite utilisées dans notre expérience (Brock, 1979 ; Carleton et Sammarco, 1987 ; Norström et al., sous presse). De plus, la mortalité des recrues est le plus souvent maximale sur la face supérieure des plaques, et moindre sur les bords et les faces inférieures (Sato, 1985 ; Wilson et Harrison, 2005 ; voir cependant Vermeij, sous presse). Enfin, le transport des plaques du laboratoire au milieu naturel a pu entraîner une mortalité des recrues, malgré des conditions hydrologiques dans les aquariums semblables à celles du milieu naturel (aquarium en circuit d'eau ouvert), et des nombreuses précautions prises pour la limiter (temps de transport réduit au maximum, ombrage des bacs de transport...). Il est par conséquent possible que l'expérience menée ici ait surestimé la mortalité des recrues.

L'éviction des macro-prédateurs par la pose de cages n'a pas permis de diminuer la mortalité des recrues d'*Acropora striata* au cours de notre étude. Cependant, sur les plaques de terre cuite protégées de la prédation, plus de 90 % des recrues mortes présentaient un squelette calcaire encore visible, contre seulement la moitié sur les plaques non encagées. Cela est probablement le résultat des effets croisés de la prédation, de la compétition avec le gazon algal, et de la sédimentation sur la survie des recrues de coraux. Parmi les recrues n'ayant pas survécu, celles dont le squelette a été totalement éliminé ont très vraisemblablement majoritairement subi la prédation alors que celles dont le squelette était intact ont probablement subi d'autres types de mortalité. En effet, les autres facteurs de mortalité tels que la sédimentation¹⁵ et les causes

¹⁵ C'est-à-dire le recouvrement et/ou l'abrasion des tissus par les sédiments.

internes comme la malnutrition ou les pathologies semblent difficilement pouvoir être responsables de la disparition totale du squelette calcaire en seulement une semaine. Même dans le cas de compétition avec d'autres organismes benthiques, on perçoit le plus souvent les restes du squelette des recrues sous l'organisme compétiteur (observation personnelle). Davantage de recrues ont été totalement éliminées sur les plaques non engagées que sur les plaques engagées. Cela est vraisemblablement le résultat d'une prédation plus importante à l'extérieur des cages qu'à l'intérieur. Les recrues totalement éliminées sur les plaques engagées (4 % des recrues environ) ont probablement subi la prédation d'organismes suffisamment petits pour entrer dans les cages, mais assez grands pour éliminer une recrue, comme ce peut être le cas, par exemple, des oursins juvéniles. En effet, un oursin de 1,5 cm de diamètre est 20 à 30 fois plus grand qu'une recrue, et donc capable de prédation accidentelle sur celle-ci. Des oursins juvéniles ont été trouvés sous certaines plaques de terre cuite (Figure 96).



Figure 96 : photographie de la face inférieure d'une plaque de terre cuite ayant été immergée 3 mois à la station V12, juste après avoir été sortie de l'eau. On remarque la présence d'un jeune oursin, prédateur potentiel de recrues.

Sur les plaques engagées, en l'absence de macro-brouteurs, le gazon algal s'est développé de façon beaucoup plus importante que sur les plaques non engagées, ce qui a entraîné un piégeage des sédiments, comme le montrent les photographies de la Figure 97. La compétition avec les algues et la sédimentation sont tous deux connus pour être des facteurs de mortalité chez les jeunes coraux (Birkeland, 1977 ; Hodgson, 1990 ; Hunte et Wittenberg, 1992 ; Gilmour, 1999 ; Babcock et Smith, 2002), même s'il est souvent difficile de distinguer leurs effets respectifs (Sato, 1985). L'évincement des macro-prédateurs a probablement eu pour effet de diminuer la mortalité par prédation des recrues, mais également d'augmenter la pression de compétition par le gazon algal et d'augmenter la mortalité par sédimentation des recrues. Certaines études ont montré que la présence d'organismes brouteurs pouvaient avoir des effets contradictoires, selon leur densité

(Sammarco, 1980 ; Sammarco, 1982 ; Miller et Hay, 1998 ; Yap et Alvarez, 2003). Ainsi, quand l'abondance des brouteurs est trop faible (comme à l'intérieur des cages), les algues, et en premier lieu le gazon algal, se développent et exercent une compétition sur les jeunes coraux, tout en entraînant le piégeage de sédiments (Sato, 1985 ; Birrell et al., 2005). A l'inverse, si l'abondance des brouteurs est trop importante, leur action s'exerce sur les algues, mais aussi sur les recrues, auxquelles ils infligent des blessures mortelles (Sammarco, 1982, 1985).

La mortalité des recrues n'est pas significativement influencée par la profondeur, ni sur les plaques engagées ni sur les plaques non engagées. Par contre, sur les plaques non engagées, davantage de recrues ont été totalement éliminées à 12 m qu'aux autres profondeurs alors qu'aucun effet de la profondeur n'a pu être détecté sur le pourcentage de recrues totalement éliminées sur les plaques engagées. Cela est très probablement à mettre en relation avec une variabilité spatiale de l'intensité de prédation. Bien que des variations bathymétriques de la mortalité des jeunes coraux aient déjà été observées (Smith, 1997), elles ne sont pas systématiques (Bak et Engel, 1979).

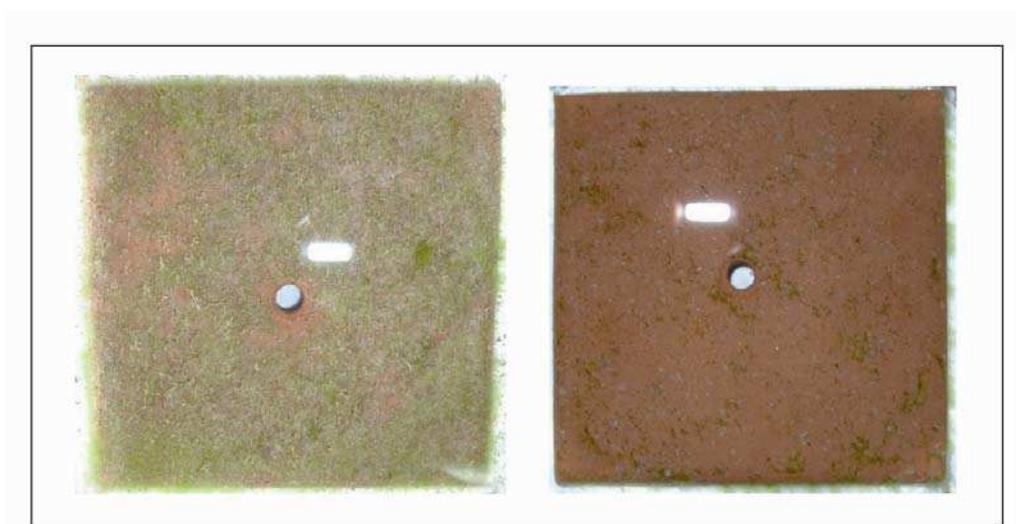


Figure 97 : photographies de plaques de terre cuite ayant été engagée (à gauche) et n'ayant pas été engagée (à droite) après 7 jours sur le terrain, à la station V6.

Les résultats de l'expérience de retournement des plaques de terre cuite montrent une influence significative de l'exposition aux prédateurs sur l'abondance totale des recrues. De plus, nombre des recrues ont été cassées après avoir été exposées aux prédateurs. La mortalité des recrues imputable à la prédation¹⁶ atteint 24 % en 7 jours. Le retournement est donc responsable de la mortalité d'un quart des recrues présentes sur les plaques en seulement une semaine. Cette

¹⁶ Calculée comme étant la différence d'abondance de squelettes de recrues entiers sur les plaques retournées et non retournées

mortalité est probablement en grande partie due à la prédation par les macro-prédateurs, et confirme encore une fois l'influence majeure de la prédation sur la mortalité des recrues.

Cependant, le retournement a vraisemblablement également eu pour effet de modifier les pressions de compétition qui s'exerçaient lorsque les plaques n'étaient pas retournées. En effet, les macro-prédateurs ont également consommé les compétiteurs de coraux présents sur le dessous des plaques mais faiblement représentés sur le dessus des plaques, comme c'est le cas des ascidies ou des éponges (Figure 98). Par ailleurs, le retournement des plaques a modifié l'éclairement et par conséquent a peut être favorisé le développement d'organismes phototrophes tels que les algues. L'exposition à la lumière n'a par contre probablement pas eu d'effet négatif direct sur la survie des recrues, qui sont des organismes photosynthétiques et donc plutôt photophiles (Maida et al., 1994).



Figure 98 : photographie du dessous d'une plaque ayant été immergée 3 mois puis retournée une semaine (à gauche) et du dessous d'une plaque immergée en même temps et à la même station que la première, mais n'ayant pas été retournée (à droite). Les deux plaques ont été blanchies à l'eau de Javel avant d'être photographiées.

La mortalité des recrues varie dans l'espace, en fonction du site et de la profondeur, et les variations bathymétriques de la mortalité ne sont pas identiques entre le site de la côte ouest (Haapiti) et ceux de la côte nord (Tiahura et Vaipahu). Cependant, aucun effet de l'abondance des recrues sur leur mortalité n'a pu être détecté. Il semble donc que la mortalité par prédation des recrues ne soit pas densité-dépendante. La densité-dépendance peut toutefois être difficile à détecter (Caley et al., 1996), et peut avoir eu lieu au moment de la fixation, ou peu de temps après, c'est-à-dire avant que nous n'ayons échantillonné les recrues. Il est également possible que la densité de recrues soit inférieure au seuil à partir duquel la densité-dépendance peut être observée.

En moyenne sur l'ensemble des transects-couloirs échantillonnés, près d'un quart des juvéniles sont morts après 4 mois, et 40 % après 14 mois. Cela montre que la mortalité des

juvéniles, bien que moindre que celle qui touche les recrues, présente une intensité non négligeable. Nos résultats sont comparables aux valeurs relevées en Floride par Smith et al., 2006 ; Florida Keys, entre 20 et 50 % de mortalité annuelle selon les localisations et profondeurs), et par Miller et al. (2000 ; Biscane Bay, entre 22 et 49 % de mortalité annuelle) ; à Bonaire (Caraïbes) par Bak et Engel (1979 ; 32 % de mortalité sur 6 mois) ou sur la GBR par Connell (1973 ; 36 % de mortalité sur un an).

Bien que l'on observe une légère diminution de la mortalité totale des juvéniles à mesure que la taille augmente, les différences relevées ne sont pas significatives. La mortalité est pourtant le plus souvent taille-dépendante car les coraux grandissant, ils deviennent plus à même de supporter la sédimentation, plus compétitifs envers les autres organismes benthiques, et échappent à la prédation involontaire des herbivores brouteurs (Loya, 1976 ; Brock, 1979 ; Babcock, 1985 ; Hughes et Connell, 1987 ; Fitzhardinge, 1988 ; Smith, 1992 ; Vermeij, sous presse). Cependant, le taux de mortalité des recrues en seulement une semaine est supérieur au taux de mortalité totale des juvéniles sur 4 mois. Cela démontre l'importance des événements post-fixation ayant lieu peu de temps après la fixation, mais suggère également le caractère taille dépendant de la mortalité. Ainsi, s'il n'est pas possible de démontrer clairement d'effet de la taille sur la mortalité de colonies dont le diamètre est compris entre 1 et 5 cm, cet effet est plus visible lorsque l'on augmente le spectre de taille pris en compte.

Nos résultats ne permettent pas de mettre en évidence de différence significative de la mortalité entre les trois genres principaux (*Pocillopora*, *Acropora* et *Porites*), même si de légères différences sont observées. Certaines études ont pourtant mis en évidence des taux de mortalité juvénile différents entre les taxons (Fitzhardinge, 1988 ; Smith, 1992, 1997 ; Vermeij, sous presse), en relation avec les traits d'histoire de vie et les stratégies d'allocation des ressources disponibles pour la croissance et la reproduction (Bak et Engel, 1979 ; Rylaarsdam, 1983).

La mortalité des juvéniles varie par contre de manière importante en fonction de la localisation et de la profondeur, et la structure bathymétrique est variable selon les sites. Le patron de variabilité est conservé entre les deux intervalles de temps testés (4 et 14 mois), et varie peu entre les trois genres principaux. Par contre, il ne semble pas que la mortalité des juvéniles soit en relation directe avec la profondeur, ou l'agitation de l'eau (particulièrement élevée à Haapiti et aux faibles profondeurs). Elle ne semble pas non plus être dépendante de la densité des juvéniles. Cependant, comme pour les recrues, il est possible qu'elle intervienne avant que les juvéniles ne soient échantillonnés, c'est-à-dire au début de la vie benthique (Caley et al., 1996).

L'abondance des poissons des familles Scaridae et Balistidae, en particulier celle des espèces *Chlorurus sordidus*, *Scarus psittacus* et *Melichthys vidua* sont significativement et positivement corrélées

à la mortalité sur 7 jours des recrues¹⁷ à l'échelle de nos stations d'étude. Parallèlement, l'abondance des poissons de la famille Chaetodontidae, et en particulier de l'espèce *Chaetodon pelewensis*, est significativement et positivement corrélée à la mortalité sur 4 et 14 mois des juvéniles de l'ensemble des genres et des genres *Pocillopora* et *Porites* à l'échelle de nos stations.

Les Scaridae et les Balistidae exercent donc une influence significative sur la mortalité des recrues et les Chaetodontidae sur celle des juvéniles. A l'inverse, aucune corrélation significative n'a été démontrée entre l'abondance des poissons de la famille Chaetodontidae et la mortalité des recrues ni entre l'abondance des Balistidae et la mortalité des juvéniles. Seule une relation significative entre l'abondance des Scaridae et la mortalité des juvéniles d'*Acropora* a pu être décelée.

Ainsi, les familles de poissons ayant une influence significative sur la mortalité des jeunes coraux ne sont pas les mêmes selon que l'on s'intéresse au stade recrue (taille millimétrique, âge inférieur à un an) ou au stade juvénile (taille centimétrique, âge supérieur à un an). Les Scaridae sont des poissons majoritairement herbivores, bien qu'ils soient connus pour consommer occasionnellement des coraux vivants (Randall, 1967, 2005 ; Randall et al., 1990). Leur mâchoire puissante, et leurs dents en forme de racloir laissent des traces profondes dans le substrat sur lequel ils consomment les algues. La photographie de la Figure 99 illustre de façon éloquente l'effet dévastateur que peut avoir un tel comportement sur la survie des recrues présentes sur le dessus des plaques de terre cuite. Même si certaines études ont montré que ces poissons sont capables de détecter des recrues de petite taille (3 mm, Birkeland, 1977), il est très vraisemblable que nombre d'entre elles font partie des 5 tonnes de matériau corallien ingérées chaque année par un individu moyen en même temps que les algues dont il se nourrit (Bellwood et al., 2004). La prédation exercée sur les recrues de coraux par les Scaridae est donc probablement majoritairement accidentelle, les coraux n'étant pas la cible privilégiée de ces poissons (seulement 0,0 à 0,2 % de la matière organique ingérée par les Scaridae échantillonnés par Randall (1967) aux Antilles). Elle est néanmoins souvent invoquée comme source importante de mortalité des recrues de coraux (Brock, 1979 ; Hay et Taylor, 1985 ; Sato, 1985).

¹⁷ Calculée comme étant la différence d'abondance de squelettes de recrues entiers sur les plaques retournées et non retournées

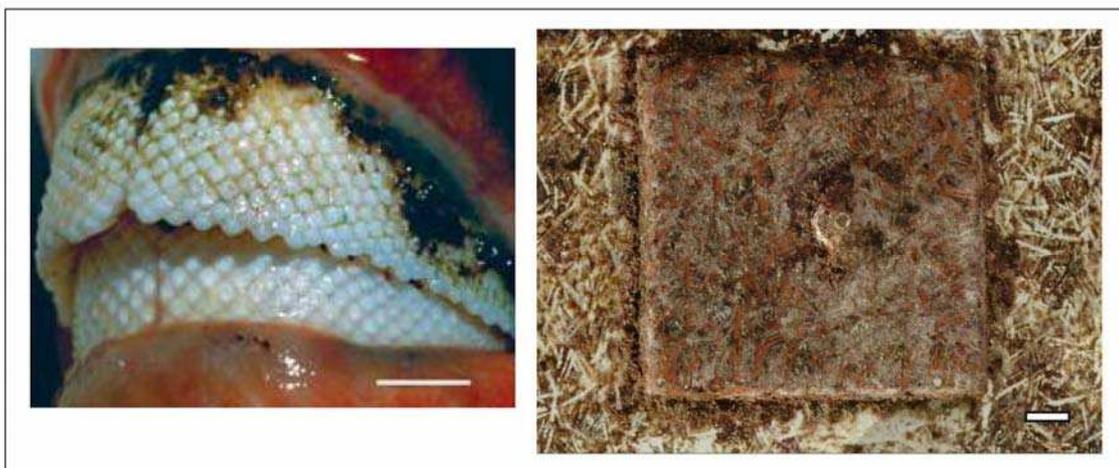


Figure 99 : photographie d'une mâchoire de poisson de la famille Scaridae (à gauche) et d'une plaque de fixation sur support en PVC après 3 mois d'immersion à la station H6, juste après sa sortie de l'eau. On remarque les traces caractéristiques laissées par les puissantes mâchoires des poissons de la famille Scaridae. Les barres en bas à droite des photographies représentent 1 cm.

Les poissons de la famille Balistidae se nourrissent majoritairement d'invertébrés benthiques dont des coraux. Là encore, compte tenu de leur petite taille, les recrues subissent probablement une prédation involontaire de leur part. On peut penser que les Balistidae décrochent les recrues en exerçant une prédation sur les invertébrés (ascidies, éponges, bryozoaires) qui se trouvent sur les plaques de terre cuite. Certains représentants de cette famille sont par ailleurs connus pour utiliser leurs puissantes mâchoires pour broyer des portions de colonies coralliennes dans le but d'avoir accès à des proies se cachant à l'intérieur (Randall, 1974). Ces poissons sont donc, comme les Scaridae, capables de provoquer une prédation accidentelle sur les recrues de coraux. Les espèces *Melichthys vidua* et *Balistapus undulatus* présentent toutes deux un régime alimentaire varié composé d'invertébrés benthiques (échinodermes, crustacés, mollusques, ascidies, éponges, hydrozoaires), d'algues, de débris et parfois de poissons (Randall et al., 1990 ; Myers, 1991). Cependant, la relation entre l'abondance des Balistidae et la mortalité des recrues est de moindre intensité que celle relevée entre l'abondance des Scaridae et la mortalité des recrues (Scaridae : $\rho = 0,759$; Balistidae : $\rho = 0,336$; Figure 92).

Les juvéniles de coraux ayant une taille beaucoup plus grande que les recrues, ils sont nettement moins susceptibles de subir ce type de prédation accidentelle, ce qui peut expliquer que l'abondance des Scaridae et des Balistidae ne soit généralement pas corrélée à leur taux de mortalité. Par contre, les Chaetodons, qui se nourrissent d'invertébrés et dont certains représentants sont corallivores, sont capables d'exercer une prédation volontaire sur les juvéniles de coraux alors que les recrues, de trop petite taille ne sont probablement pas ciblées. Cette famille est majoritairement représentée dans nos stations par les espèces *Chaetodon pelewensis* (56%), *Chaetodon reticulatus* (11 %), et *Chaetodon ornatissimus* (8 %). Pour ces trois espèces, les Scléactiniaires représentent une part importante du régime alimentaire : à Moorea, Harmelin-

Vivien et Bouchon-Navaro (1983) ont estimé à 59 % la part des Scléractiniaires dans le régime alimentaire de *C. pelewensis*, alors que *C. reticulatus* et *C. ornatissimus* sont des corallivores stricts dont le régime alimentaire est composé à 100 % de Scléractiniaires.

Les Chaetodontidae consomment les polypes coralliens sans attaquer le squelette calcaire (Randall et al., 1990). Si la prédation par les poissons papillons n'induit généralement pas une mortalité totale des colonies adultes, celles-ci étant capables de régénérer leurs tissus, elle peut limiter significativement leur croissance et influencer leur distribution spatiale (Neudecker, 1979 ; Cox, 1986). Aucune étude n'a porté spécifiquement sur l'impact de la prédation des Chaetodontidae sur les juvéniles de coraux, mais on peut penser que sur des colonies de petite taille, l'impact d'une telle perte de tissus pourrait être plus important que pour une colonie de grande taille, une plus grande proportion de la colonie étant touchée. En outre, la mortalité étant souvent taille dépendante (Loya, 1976 ; Babcock, 1985 ; Hughes et Connell, 1987 ; Fitzhardinge, 1988 ; Smith, 1992 ; Vermeij, sous presse), des juvéniles dont la croissance serait limitée par la prédation par les Chaetodontidae verraient indirectement se réduire leurs chances de survie.

L'abondance des recrues sur les plaques est positivement corrélée au pourcentage d'espace libre et négativement corrélée au pourcentage de recouvrement en organismes encroûtants¹⁸. La compétition pour l'espace est un processus connu pour influencer la distribution des peuplements (Connell, 1973 ; Russ, 1980 ; Benayahu et Loya, 1981 ; Bak et al., 1982). Le fait que l'on observe moins de recrues sur les plaques présentant le plus d'organismes encroûtants et le moins d'espace libre peut avoir trois origines : 1) soit les planulas ont évité les plaques colonisées par les organismes encroûtants en raison des signaux chimiques qu'ils émettent 2) soit elles se sont fixées indifféremment mais n'ont pas pu réaliser leur métamorphose et fabriquer de squelette calcaire sur les plaques à fort pourcentage de recouvrement en organismes encroûtants 3) soit elles se sont fixées et métamorphosées de façon indifférente mais ont présenté une mortalité supérieure sur les plaques à fort recouvrement en organismes encroûtants et leur squelette calcaire a été totalement éliminé ou recouvert. Même si de nombreuses études ont traité des relations de compétition existant entre les coraux et les autres compartiments du benthos (e.g. Benayahu et Loya, 1981 ; Cox, 1986 ; Bruno et Witman, 1996 ; van Veghel et al., 1996 ; Miller et Hay, 1998 ; Aerts, 2000 ; McCook, 2001 ; McCook et al., 2001 ; Lapid et Chadwick, 2006), très peu se sont intéressées à l'influence de cette compétition sur les stades précoces des coraux. Certaines études ont cependant démontré que certains organismes benthiques comme les alcyonnaires sont capables d'émettre des signaux chimiques inhibant la fixation des larves de

¹⁸ Cette catégorie regroupe les organismes benthiques tels les foraminifères, éponges, cirripèdes, annélides, bryozoaires et ascidies à l'exclusion des algues calcaires encroûtantes et du gazon algal.

coraux (Maida et al., 1995 ; Atrigenio et Alino, 1996), et que la fixation et la survie des recrues de coraux est négativement influencée par la présence de macro-algues et de cyanobactéries (Kuffner et Paul, 2004 ; Kuffner et al., 2006). Il est donc possible que certains des organismes benthiques présents sur les plaques émettent de tels signaux.

Le nombre moyen de recrues est également positivement corrélé au pourcentage de recouvrement en gazon algal sur les plaques de terre cuite. Le gazon algal est pourtant connu pour être un compétiteur potentiel pour les Scléractiniaires, bien que son impact sur les coraux adultes varie en fonction des espèces qui le composent (Jompa et McCook, 2003). En ce qui concerne la relation entre la présence de gazon algal et le recrutement des coraux, des résultats parfois contradictoires ont été obtenus. Kuffner et Paul (2004) ont montré que la cyanobactérie *Lyngbya majuscula* (qui domine souvent les gazons algaux de Hawaïi) inhibe la fixation de *Pocillopora damicornis*, mais pas d'*Acropora surculosa*, et limite la croissance et la survie des recrues de ces deux espèces. En outre, Birrell et al. (2005) ont démontré que seuls certains gazons algaux inhibent la fixation d'*Acropora millepora* alors que l'association gazon algal - sédiments a un effet inhibiteur de la fixation quel que soit le type de gazon algal considéré. De plus, le gazon algal est susceptible d'inhiber indirectement la fixation des coraux via le piégeage de sédiments (Bak et Engel, 1979 ; Sato, 1985).

Par contre, Harriott, (1983) a montré que les larves de *Pocillopora damicornis* ont davantage tendance à se fixer sur les substrats couverts de gazon algal que sur des substrats nus, mais que la mortalité des recrues de cette espèce était accrue par la présence de gazon algal. En outre, les résultats obtenus par Gleason (1996) démontrent que le recrutement des coraux à Moorea est plus important à l'intérieur des territoires de poissons demoiselles (*Stegastes nigricans*, famille Pomacentridae), recouverts de gazon algal, qu'à l'extérieur. Ces poissons entretiennent des territoires de plusieurs mètres carrés desquels tous les herbivores (poissons et oursins) sont exclus. Cela a pour effet une croissance importante du gazon algal, mais également une diminution considérable de la prédation accidentelle des recrues par les brouteurs. Ainsi, la corrélation positive que l'on observe entre l'abondance des recrues et le recouvrement en gazon algal sur les plaques est peut être liée non pas à des processus biologiques directs existant entre ces deux compartiments, mais plutôt à un effet indirect de l'absence de prédation par les organismes brouteurs. Il est en effet probable que dans les zones où la prédation par les poissons brouteurs est faible (comme par exemple dans les territoires de poissons demoiselles), le recouvrement en gazon algal et l'abondance des recrues de coraux augmentent, entraînant une corrélation entre ces deux variables.

Aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre l'abondance des recrues de coraux et le recouvrement en algues calcaires encroûtantes. Certaines algues calcaires

encroûtantes sont pourtant connues pour favoriser la métamorphose de planulas de certaines espèces, via l'émission de signaux chimiques (Morse et al., 1988 ; Heyward et Negri, 1999).

Les résultats obtenus pour les corrélations sont les mêmes que l'on considère l'ensemble de l'assemblage ou seulement les recrues du genre *Pocillopora*. Cela est certainement dû en grande partie au fait que la majorité de l'assemblage est composé de recrues appartenant à ce genre. La faible abondance des recrues du genre *Porites* et de la famille des Acroporidae ne nous a malheureusement pas permis de réaliser des analyses séparées pour ces taxons. Il aurait pourtant été intéressant de savoir si l'on obtenait des résultats différents entre des groupes taxonomiques distincts, ce qui n'est pas impossible compte tenu du caractère spécifique de l'impact de certaines interactions (Kuffner et Paul, 2004).

Le recouvrement en coraux vivant semble influencer fortement la mortalité des juvéniles sur 4 et 14 mois. La compétition pour l'espace entre des coraux de la même espèce (Rinkevich et Loya, 1985) ou d'espèces différentes (Bak et al., 1982 ; Chadwick, 1988 ; van Veghel et al., 1996 ; Baird et Hughes, 2000 ; Connolly et Muko, 2003 ; Lapid et Chadwick, 2006) a été largement étudiée, mais très peu d'études ont été menées sur les stades précoces de la vie benthique (voir cependant Baird et Hughes, 2000). La compétition entre deux Scléractiniaires n'engendre pas systématiquement la mort de la colonie, mais plus souvent une mortalité partielle (Cumming et al., 2002) et la dominance relative de colonies d'espèces différentes est variable dans le temps (Chornesky, 1989 ; Lapid et Chadwick, 2006). Cependant, compte tenu de la petite taille des juvéniles, l'impact de la compétition avec les autres colonies coralliennes a probablement un effet létal plus fréquent que chez les adultes, une lésion de 1 cm² représentant une proportion de la surface plus importante sur une petite colonie que sur une grande. En outre, une mortalité partielle sur un juvénile peut avoir pour effet de diminuer sa survie, uniquement en raison de la diminution de taille engendrée.

La compétition entre les coraux peut se manifester sous de nombreuses formes (Lang et Chornesky, 1990). Elle peut être soit directe, quand les tissus des deux protagonistes sont en contact, soit indirecte, quand ils ne se touchent pas (Connell, 1973 ; Lang et Chornesky, 1990). Quand deux colonies se touchent, on observe le plus souvent la mise en place de structures spécialisées ou de sécrétions ayant pour fonction d'endommager les tissus de l'autre colonie. Ainsi, certains coraux détournent leurs filaments mésentériques de leur usage digestif habituel en les étendant à l'extérieur de la cavité gastrique, où ils se trouvent habituellement, pour digérer les tissus de la colonie voisine (Lang, 1973). En réponse au contact ou aux attaques d'un compétiteur, de nombreux coraux développent des « sweeper tentacles¹⁹ » qui sont des tentacules

¹⁹ La traduction littérale de sweeper tentacle serait « tentacule balayeur ».

(ou parfois des polypes -sweeper polypes-) pourvus d'un grand nombre de nématoblastes²⁰, et suffisamment allongés pour atteindre les colonies voisines (Den Hartog, 1977). Dans certains cas, une colonie peut recouvrir l'autre, en ayant éventuellement préalablement endommagé les tissus. La compétition indirecte de colonies grandissant au dessus d'autres colonies peut avoir des effets néfastes, notamment sur les espèces ne tolérant pas le manque de lumière (Lang et Chornesky, 1990). Certaines colonies d'*Acropora* tabulaires comme *A. hyacinthus*, par exemple, sont capables de croître très rapidement, et par conséquent de faire de l'ombre à d'autres colonies à la croissance moins rapide. Cet ombrage a des conséquences diverses sur la colonie en dessous : modification des conditions de lumière, bien sûr, mais aussi limitation de la circulation d'eau et de la quantité de particules alimentaires disponible et augmentation de la sédimentation (Connell, 1973). La croissance de la colonie recouverte est en outre physiquement limitée, et certaines espèces de la canopée sont connues pour produire des substances chimiques nocives pour les colonies qu'elles recouvrent (Rinkevich et Loya, 1983). En outre, Baird et Hughes (2000) ont démontré que le recrutement et la survie des jeunes coraux sont très fortement limités sous les tables d'*Acropora*.

La mortalité des juvéniles sur 4 mois est significativement et négativement corrélée au pourcentage de recouvrement en algues calcaires encroûtantes. Le pourcentage de recouvrement en algues calcaires encroûtantes est négativement corrélé au pourcentage de recouvrement en coraux vivants, même si cette corrélation n'est pas significative. Ainsi, les juvéniles présents dans les stations où les algues calcaires encroûtantes étaient largement représentées ont probablement subi une compétition avec les autres coraux moindre que dans les stations où les algues calcaires encroûtantes étaient faiblement abondantes.

Pour les sites de Tiahura et Vaipahu, les stations présentant les plus forts taux de mortalité par prédation des recrues sont celles où l'on observe les plus faibles abondances de juvéniles alors qu'elles sont aussi les stations où l'abondance moyenne des recrues sur les cinq années d'étude est la plus forte. La variabilité spatiale de la mortalité par prédation peut donc expliquer les différences observées entre les recrues et les juvéniles en terme de répartition spatiale pour ces deux sites.

La prédation sur les recrues, en particulier par les poissons des familles Scaridae et Balistidae tels que *Chlorurus sordidus*, *Scarus psittacus*, *Melichthys vidua* et *Balistapus undulatus* semble donc suffisamment forte et variable dans l'espace pour modifier de façon importante la structure spatiale des recrues, et les patrons de variation de cette mortalité peuvent expliquer de façon

²⁰ Les nématoblastes sont des cellules spécialisées présentant une structure nommée nématocyste qui contient un liquide toxique et un filament surmonté d'épines. Au moindre contact, le filament est dévaginé, agissant comme un harpon doublé d'une seringue, et injectant les toxines à la proie.

convaincante les différences observées entre la structure spatiale des recrues et des juvéniles à Tiahura et Vaipahu. Par contre, il ne semble pas qu'à Haapiti, la seule mortalité par prédation des recrues puisse expliquer les différences relevées entre la structure spatiale des recrues et celle des juvéniles. On peut ainsi envisager qu'à ce site, d'autres sources de mortalité ont une influence significative sur la structure des juvéniles et des adultes. Nos résultats ont notamment mis en évidence l'influence de la compétition avec les autres organismes benthiques sur l'abondance des recrues présentes sur des plaques de terre cuite ayant été immergées 3 mois. La sédimentation est également susceptible d'engendrer une mortalité importante des recrues de coraux (Bak et Engel, 1979 ; Sato, 1985 ; Gilmour, 1999).

Chapitre IV

Discussion générale

L'importance des fluctuations du recrutement sur la structuration et le maintien des populations de Scléroractiniales en Polynésie française varie en fonction des échelles et des taxons considérés. Nos résultats confirment ainsi les conclusions formulées par Hughes et al. (1999) selon lesquelles des zones où l'abondance des adultes est comparable peuvent présenter des différences importantes en terme d'intensité du recrutement et donc de maintien des populations.

En outre, les différences observées entre les taxons confirment l'implication des différences de traits d'histoire de vie dans les mécanismes de maintien des populations, comme évoqué par Bak et Engel (1979) et Chiappone et Sullivan (1996). Le Tableau 17 reprend les principaux mécanismes impliqués dans le maintien des populations et des peuplements à l'échelle insulaire et régionale ainsi que les principaux traits d'histoire de vie des trois principales familles.

Tableau 17 : Principaux traits d'histoire de vies des trois principales familles et mécanismes principalement impliqués dans le maintien des populations pour ces trois familles et pour l'ensemble du peuplement à l'échelle insulaire et régionale.

	Principaux traits d'histoire de vie	Mécanismes principalement impliqués dans le maintien des populations	
		Moorea (5 ans)	Archipel de la Société (1 an)
Pocilloporidae	Recrutement fort. Dominance des petites classes de taille. Turn over des populations élevé. Stratégie opportuniste. Reproduction sexuée.	Populations adultes non limitées par le recrutement. Importance des événements post-recrutement sur les populations adultes.	Populations juvéniles et adultes non limitées par le recrutement. Relation stock-recrutement (?)
Acroporidae	Recrutement très faible. Croissance rapide. Turn over des populations élevé. Sensibilité aux perturbations. Reproduction sexuée et asexuée.	Populations juvéniles limitées par le recrutement. Importance des événements post-recrutement sur les populations adultes.	Populations juvéniles et adultes non limitées par le recrutement.
Poritidae	Recrutement faible. Croissance lente. Longue durée de vie. Grande taille. Forte résistance aux milieux défavorables et aux perturbations.	Populations juvéniles et adultes limitées par le recrutement.	Populations juvéniles et adultes non limitées par le recrutement.
Ensemble du peuplement		Peuplements juvéniles et adultes non limités par le recrutement. Importance des événements post-recrutement (notamment stade recrue).	Peuplements juvéniles et adultes non limités par le recrutement.

Pour la famille des Pocilloporidae, la distribution spatiale des adultes autour de Moorea ne semble pas majoritairement gouvernée par le recrutement, mais davantage par les événements post-recrutement. A l'échelle régionale, les patrons de mortalité des juvéniles semblent suffisamment semblables à ceux des adultes pour ne pas engendrer de différence entre ces deux

stades en terme de structure spatiale, alors qu'autour de Moorea, la mortalité ayant lieu au cours du stade juvénile apparaît comme suffisamment structurante pour que ces deux stades présentent des structures spatiales différentes. Enfin, la similarité des structures spatiales des adultes et des recrues de la saison de plus fort recrutement, laquelle diffère de celle des juvéniles, traduit probablement l'expression d'une relation stock-recrutement à l'échelle régionale (Hughes et al., 1999).

La famille des Pocilloporidae est caractérisée par de forts taux de recrutement, une taille maximale modeste, une structure de taille dominée par les petites classes de taille (Kospartov, 2000 ; Mauguit, 2005), et un turn over élevé des populations (Grigg et Maragos, 1974 ; Mauguit, 2005). Le mode de reproduction de la principale espèce de cette famille (*Pocillopora meandrina*, qui représente environ 80 % des colonies en pente externe) est exclusivement sexué en Polynésie française (Magalon et al., 2005). En outre, le genre *Pocillopora* est connu pour être plutôt de type opportuniste, et bon colonisateur (Jardin, 1994 ; Adjeroud et Salvat, 1996 ; Adjeroud, 1997). Ces caractéristiques permettent de positionner cette famille dans le second des trois groupes définis par Bak et Engel (1979), c'est-à-dire les espèces à fort recrutement, investissant beaucoup dans la reproduction, mais ayant des capacités de compétition moyennes, des durées de vie plutôt courtes et des tailles maximales peu importantes. Ces auteurs n'ont pas mis en évidence de relation entre abondance des juvéniles et abondance des adultes pour ce groupe, comme c'est le cas dans notre étude.

Pour la famille des Acroporidae, autour de Moorea, la distribution spatiale des juvéniles semble être conditionnée de façon importante par plusieurs événements successifs de recrutement. En outre, la distribution des adultes est largement conditionnée par celle des juvéniles des années antérieures. Par contre, aucune corrélation significative n'a été mise en évidence entre l'abondance des recrues et celle des adultes, quelles que soient les échelles de temps considérées. Cela démontre à la fois l'importance du recrutement et de la mortalité post-fixation dans la structuration des populations adultes de cette famille. Ainsi, la distribution spatiale des juvéniles apparaît être en grande partie gouvernée par les variations du recrutement des années précédentes, alors que la mortalité combinée des stades recrue et juvénile semble suffisamment structurante pour que l'on ne puisse plus déceler l'effet du recrutement sur la variabilité spatiale des adultes. Il est également possible, en particulier pour le genre *Acropora*, que certains adultes soient issus de reproduction asexuée, ce qui expliquerait l'absence de relation entre la distribution spatiale des adultes et celle des recrues. A l'échelle régionale et sur un an, il n'a pas été possible de détecter d'influence du recrutement sur la distribution spatiale des juvéniles ni des adultes. Cela peut être en partie dû au fait que la structure spatiale du stade juvénile, et à fortiori du stade adulte, est le résultat de plusieurs années de recrutement et que le

recrutement de cette famille ne présente pas de patron de distribution spatiale stable dans le temps. L'implication de la reproduction asexuée est probablement également à prendre en compte.

La famille des Acroporidae est caractérisée par un faible taux de recrutement au regard de son importance aux stades juvénile et adulte. Cette famille est représentée à 80 % par le genre *Acropora*, présentant une croissance rapide et une forme généralement branchue, favorable à la reproduction asexuée par fragmentation (Wallace, 1985 ; van Moorsel, 1988). L'espèce *Acropora globiceps* est caractérisée par des populations dominées par les classes de taille intermédiaires, et au turn over rapide (Grigg et Maragos, 1974 ; Mauguit, 2005). *Acropora globiceps* peut cependant atteindre des tailles importantes (Mauguit, 2005). Cela est probablement le résultat combiné d'une croissance rapide et d'une mortalité élevée, notamment en lien avec la forte sensibilité du genre *Acropora* aux perturbations telles que blanchissements coralliens, cyclones ou proliférations d'*Acanthaster planci* (Faure, 1989 ; Salvat, 1992 ; Adjeroud et al., 2005 ; Penin et al., 2007). Ces particularités rapprochent cette famille du troisième groupe d'espèces énoncé par Bak et Engel (1979), c'est-à-dire les espèces à faible recrutement, à croissance rapide et capables de reproduction asexuée, qui allouent d'avantage d'énergie à la croissance et la survie des adultes et à la reproduction asexuée qu'à la production de larves issues de reproduction sexuée.

Pour la famille des Poritidae, la distribution des adultes et des juvéniles autour de Moorea semble largement conditionnée par le recrutement des années précédentes. Le modèle de limitation par le recrutement est donc celui qui semble s'appliquer pour cette famille à cette échelle. Par contre, comme pour la famille des Acroporidae, il n'a pas été possible de détecter d'influence du recrutement sur la variabilité spatiale à l'échelle régionale des juvéniles ni des adultes.

Le genre *Porites* (seul représentant de cette famille sur les îles étudiées) est représenté par des espèces à longue durée de vie, caractérisées par de grandes tailles (Mauguit, 2005), possédant une grande résistance aux conditions défavorables (manque de lumière, déssalures ; Adjeroud, 1997) et aux perturbations comme les blanchissement massifs, la prédation par *Acanthaster planci* ou les cyclones (Faure, 1989 ; Salvat, 1992 ; Adjeroud et al., 2005 ; Penin et al., 2007). La famille des Poritidae (genre *Porites*) correspond donc au premier des trois groupes énoncés par Bak et Engel (1979), à savoir des espèces à faible recrutement, mais bons compétiteurs, présentant une durée de vie longue, une taille potentiellement grande, et des taux de survie des juvéniles et des adultes importants.

Si l'on considère l'ensemble des taxons, autour de Moorea sur 4 ans comme à l'échelle régionale sur 1 an, la structure spatiale du peuplement de recrues diffère qualitativement et

quantitativement de celle des peuplements juvénile et adulte, lesquelles sont plus similaires. Les stations où l'on a recensé le plus de recrues ne sont pas celles où l'on observe le plus de juvéniles et d'adultes. En outre, la contribution relative des différentes familles de recrues est très différente de celle des juvéniles et des adultes, plus semblables entre elles. Ainsi, l'abondance des adultes n'est pas une fonction directe du recrutement, comme cela a été montré dans certaines études pour d'autres récifs atlantiques ou pacifiques (Connell, 1973 ; Bak et Engel, 1979 ; Rylaarsdam, 1983 ; Smith, 1997 ; Miller et al., 2000).

Cela ne signifie pas que les variations du recrutement n'ont aucune influence sur la distribution des adultes, mais plutôt que les événements ayant lieu au cours des premiers mois de la vie benthique ont une influence plus marquée sur la structuration du peuplement adulte que la variabilité du recrutement, comme le postule le modèle prédation/compétition (Smith et Tyler, 1972 ; Hixon, 1991 ; Jones, 1991). Les événements post-recrutement, et en particulier ceux intervenant au stade recrue, semblent donc jouer un rôle prépondérant dans le maintien des populations, et donc du peuplement adultes. Les facteurs de mortalité des recrues de coraux les plus souvent cités sont la compétition avec les autres organismes benthiques, la prédation par les organismes brouteurs ou corallivores et la sédimentation (Sammarco, 1982 ; Rylaarsdam, 1983 ; Wittenberg et Hunte, 1992 ; Tanner, 1995 ; Miller et Hay, 1998 ; Gilmour, 1999).

Nos résultats autour de Moorea montrent que la mortalité des recrues est de forte intensité : plus de la moitié des recrues fixées en aquarium sont mortes en seulement une semaine sur le terrain. Cette mortalité semble en grande partie influencée par la prédation, comme cela a été suggéré par plusieurs auteurs (Sammarco, 1985 ; Sato, 1985 ; McClanahan et al., 2005). En outre, la forte variabilité spatiale de la mortalité par prédation conforte l'hypothèse selon laquelle la mortalité des recrues, et en particulier celle imputable à la prédation, est suffisamment importante et suffisamment variable dans l'espace pour modifier profondément les patrons établis à la fixation.

De plus, à Tiahura et Vaipahu, la mortalité par prédation des recrues est maximale dans les stations où l'abondance des recrues est la plus forte, qui sont également celles où l'abondance des juvéniles est la plus faible. Pour ces deux sites, la variabilité spatiale de la mortalité par prédation peut donc expliquer les différences observées en terme de répartition spatiale entre les recrues et les juvéniles. Par contre, à Haapiti, il ne semble pas que la seule mortalité par prédation des recrues puisse expliquer les différences relevées entre la structure spatiale des recrues et celle des juvéniles. On peut donc envisager qu'à ce site, d'autres sources de mortalité ont une influence significative sur la structure des juvéniles et des adultes (Bak et Engel, 1979 ; Sato, 1985 ; Gilmour, 1999).

La mortalité des juvéniles dans nos stations d'étude est de moindre importance que celle des recrues, et sa variabilité spatiale de moindre amplitude que celle des recrues. Il est donc envisageable que la mortalité des juvéniles ne soit pas suffisamment importante et/ou variable dans l'espace pour modifier en profondeur la structure spatiale des adultes, ce qui expliquerait les similitudes observées entre les peuplements juvéniles et adultes.

En outre, les patrons de variation spatiale de la mortalité des juvéniles ne permettent pas d'expliquer les faibles différences observées entre les structures spatiales des juvéniles et des adultes. Il est donc probable que les patrons de mortalité des juvéniles présentent de fortes similarités avec ceux des adultes. Les juvéniles ont une taille plus comparable à celle des adultes que les recrues, qui ne mesurent généralement pas plus de 1 mm. Les facteurs de mortalité étant fortement taille-dépendants, il ne serait pas étonnant que les juvéniles présentent des facteurs de mortalité semblables à ceux des adultes (Loya, 1976 ; Brock, 1979 ; Babcock, 1985 ; Hughes et al., 1987 ; Fitzhardinge, 1988 ; Smith, 1992 ; Vermeij, sous presse).

Ainsi, il est probable que les facteurs de mortalité des recrues soient différents de ceux des juvéniles et des adultes, lesquels seraient plus similaires. Nos résultats confortent en partie cette hypothèse car ils montrent que les principaux prédateurs de recrues sont différents de ceux des juvéniles. En effet, la mortalité des recrues semble être largement en lien avec la prédation par les Scaridae et les Balistidae, et en particulier des espèces *Scarus psittacus*, *Chlorurus sordidus*, *Melichthys vidua* et *Balistapus undulatus* alors que celle des juvéniles semble davantage conditionnée par la prédation par les Chaetodontidae, et en particulier *Chaetodon pelewensis*, qui sont connus pour exercer également une prédation sur les adultes (Randall et al., 1990). Par ailleurs, les recrues semblent présenter une compétition importante avec les organismes encroûtant tels que les foraminifères, les éponges, les cirripèdes, les annélides, les bryozoaires, les ascidies, ou les mollusques. A l'inverse, les juvéniles subissent plus particulièrement la compétition avec les autres Scléactiniaires, comme cela a été décrit pour les adultes (Bak et al., 1982 ; Chadwick, 1988 ; van Veghel et al., 1996 ; Baird et Hughes, 2000 ; Connolly et Moko, 2003 ; Lapid et Chadwick, 2006). De façon à confirmer cette hypothèse, une étude de la mortalité des adultes autour de Moorea serait à envisager.

Nos résultats montrent que la mortalité des recrues et des juvéniles de coraux n'est pas une fonction directe de leur abondance. Ainsi, nous n'avons pas pu démontrer de densité-dépendance de la mortalité post-fixation, ni pour le stade recrue, ni pour le stade juvénile. Le modèle de limitation par le recrutement formulé initialement par Doherty (1981) postulait que les variations de l'abondance des populations adultes de poissons coralliens seraient majoritairement gouvernées par les variations du recrutement, dans un contexte où le flux larvaire ne serait pas suffisant pour saturer les ressources du milieu (Hixon, 1998 ; Armsworth, 2002). Au cours de

publications ultérieures, une absence de densité-dépendance de la mortalité post-fixation a été associée à ce modèle (Victor, 1986 ; Doherty et Williams, 1988 ; Doherty et Fowler, 1994). Nos résultats pourraient être considérés par certains auteurs comme susceptibles de conforter l'hypothèse d'une limitation par le recrutement. Cependant, plusieurs travaux ont montré que l'absence de densité-dépendance de la mortalité post-fixation n'est pas une condition sine qua non à la limitation par le recrutement (Holm, 1990 ; Caley et al., 1996), et que la densité-dépendance elle-même est souvent difficile à détecter (Hixon, 1998). En outre, l'opposition stricte entre limitation par le recrutement et densité-dépendance a été vivement critiquée (Chesson, 1998). La densité-dépendance n'intervient pas forcément de façon homogène dans le temps et l'espace (Chesson, 1998) et il est possible qu'elle ne s'exprime que lorsque l'abondance est particulièrement élevée (Strong, 1986). Par conséquent, le fait que nous n'ayons pas détecté de densité-dépendance de la mortalité des recrues et de juvéniles ne permet pas, à lui seul, d'émettre l'hypothèse d'une limitation par le recrutement.

Nos résultats montrent l'intérêt de considérer conjointement les recrues et les juvéniles, ce qui est une des originalités de notre étude, la plupart des travaux ne traitant que du stade recrue ou que du stade juvénile (e.g. Sammarco, 1991 ; Maida et al., 1994 ; Sammarco, 1994 ; Babcock et Mundy, 1996 ; Banks et Harriott, 1996 ; Chiappone et Sullivan, 1996 ; Baird et Hughes, 1997 ; Hughes et al., 1999 ; Edmunds, 2000 ; Miller et al., 2000 ; Mundy et Babcock, 2000). Cela nous a permis de mettre en évidence l'influence prépondérante des événements ayant lieu au cours des premières semaines de la vie benthique (stade recrue) au regard de ceux ayant lieu au cours des années précédant la maturité sexuelle (stade juvénile). En outre, nous avons ainsi pu distinguer les principaux facteurs de mortalité s'exerçant sur les recrues de ceux concernant les juvéniles.

Chapitre V

Conclusions et perspectives

Nos résultats montrent une grande variabilité spatio-temporelle du recrutement à plusieurs échelles. Autour de Moorea comme à l'échelle régionale, la structure du peuplement de Scléactiniaires apparaît comme étant majoritairement gouvernée par les événements ayant lieu au cours des premiers stades de la vie benthique, et en particulier au stade recrue, selon un modèle prédation/compétition (Smith et Tyler, 1972 ; Hixon, 1991). Cependant, pour certaines familles comme les Acroporidae et les Poritidae, des relations ont pu être mises en évidence entre la structure spatiale des juvéniles et/ou des adultes et celle des recrues des années précédentes, selon un modèle de limitation par le recrutement (Doherty, 1981 ; Hughes, 1990). En outre, pour la famille des Pocilloporidae, les similitudes existant entre la structure spatiale des recrues et celle des adultes à l'échelle régionale et les différences observées entre celle des juvéniles et celles des recrues et des adultes, permettent d'émettre l'hypothèse d'une relation de type stock-recrutement (Hughes et al., 2000). Les différences relevées entre les principales familles illustrent l'implication des traits d'histoire de vie dans le maintien des populations de Scléactiniaires (Bak et Engel, 1979 ; Chiappone et Sullivan, 1996).

A l'échelle régionale et sur une seule année, il n'a pas été possible de mettre en évidence de relations entre l'abondance des recrues dans les différentes stations et les différents sites et celle des juvéniles ou des adultes, même pour la famille des Poritidae, pour laquelle l'abondance moyenne des juvéniles et des adultes est liée à celle des recrues sur plusieurs années autour de Moorea. Pour chacune des trois familles considérées, on observe des différences inter-îles dans les relations entre recrues, juvéniles et adultes sur une année. Cela peut être dû à des conditions environnementales différentes, ou à des différences en terme d'histoire des perturbations. Compte tenu des différences relevées en terme de maintien des populations entre les îles et les échelles, la gestion des écosystèmes sera probablement plus efficace si elle se base sur une bonne connaissance des mécanismes gouvernant le maintien des populations locales que si elle ne s'appuie que sur la surveillance des populations adultes. Les différences relevées en terme d'intensité du recrutement peuvent en effet avoir des implications sur la récupération des écosystèmes après perturbation. Les zones où le recrutement est important auront tendance à récupérer plus vite que celles où le recrutement est faible (Hughes et al., 1999 ; Hughes et Tanner, 2000).

L'examen de la mortalité des recrues et des juvéniles autour de Moorea a confirmé l'importance des événements ayant lieu au début de la vie benthique, et en particulier au cours du stade recrue. Les interactions biotiques, et en particulier la prédation, semblent susceptibles de modifier profondément la structure spatiale des recrues. En outre, les patrons de mortalité par prédation des recrues peuvent expliquer, au moins à Tiahura et Vaipahu, les différences observées entre structure spatiale des recrues et des juvéniles.

Recrues et juvéniles ne subissent pas les mêmes types de prédation et de compétition. La mortalité des recrues apparaît comme liée à l'abondance des Scaridae et Balistidae, alors que celle des juvéniles est influencée majoritairement par les Chaetodontidae. En ce qui concerne la compétition, les recrues semblent subir l'influence des organismes encroûtant tels que les foraminifères, les éponges, les cirripèdes, les annélides, les bryozoaires, les ascidies, ou les mollusques alors que les juvéniles subissent plus particulièrement la compétition avec les autres Scléactiniaires. Les principaux facteurs dont l'influence sur la structure des peuplements de recrues, de juvéniles et d'adultes a été mise en évidence sont présentés en Figure 100.

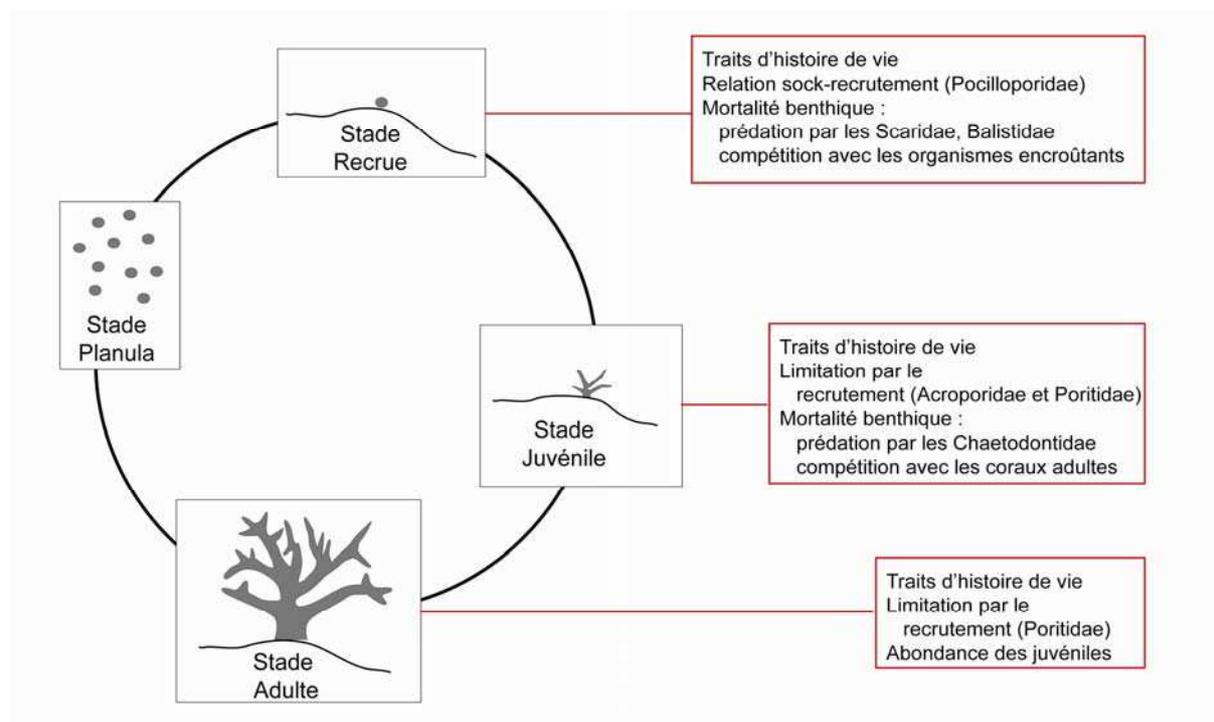


Figure 100 : Principaux facteurs dont l'influence sur la structure des peuplements de recrues, de juvéniles et d'adultes a été mise en évidence au cours de ce travail.

Compte tenu de nos résultats, il semble primordial de poursuivre l'étude des relations liant recrues, juvéniles et adultes sur une plus longue échelle de temps. En effet, pour certaines familles comme les Acroporidae et les Pocilloporidae, l'absence de relation entre la structure spatiale des recrues et celle des adultes est peut être due à un maintien des populations en lien avec des épisodes sporadiques de fort recrutement (« storage effect », Warner et Chesson, 1985), et seule une étude à long terme pourrait nous permettre de tester cette hypothèse. En outre, les perturbations naturelles et anthropiques sont connues pour modifier non seulement la structure des peuplements adultes (Warner et Chesson, 1985 ; Done et Potts, 1992 ; Connell, 1997 ; Adjeroūd et al., 2002 ; Folke et al., 2004 ; Adjeroūd et al., 2005), mais aussi la fécondité et le recrutement des coraux (Gittings et al., 1988 ; Gleason, 1994 ; Mumby, 1999 ; Omori et al., 2001 ; Jinendradassa et Ekaratne, 2002 ; Loch et al., 2002 ; Quinn et Kojis, 2003 ; Vermeij et al., 2006). Une étude à long terme semble donc nécessaire à une meilleure compréhension de l'impact des

perturbations sur les fluctuations du recrutement et leur rôle dans le maintien des populations (Hughes et Connell, 1999).

Une étude pluri-annuelle des relations liant recrues, juvéniles et adultes à l'échelle régionale serait particulièrement intéressante. Cela permettrait de mieux comprendre comment les populations se maintiennent, et l'implication de l'échelle d'observation dans les relations entre ces trois stades. Mais une telle étude demanderait bien entendu un effort d'échantillonnage considérable, et c'est probablement pour cela qu'aucune étude de la sorte n'a été publiée jusqu'alors. Les seules études portant sur la variabilité spatiale à grande échelle du recrutement (plusieurs centaines de kilomètres) ne traitaient que du stade recrue (Hughes et al., 1999), ou que du stade juvénile (Ruiz-Zárate et Arias-González, 2004) sur une ou deux années.

La provenance des recrues observées dans les différentes îles reste méconnue. Il serait pourtant utile de déterminer l'origine des larves, pour pouvoir confirmer ou infirmer l'hypothèse d'une relation stock-recrutement, et déterminer le degré d'ouverture des populations. Cela semble nécessaire pour établir des plans de gestion des écosystèmes. En effet, si le recrutement est majoritairement autochtone à un site donné, la préservation de ce site permettrait de favoriser sa résilience. A l'inverse, si les recrues proviennent d'un autre site, il importe d'appliquer également des mesures de gestion à ce site pour préserver l'afflux larvaire, et donc le renouvellement des populations. Une étude sur la structure génétique des recrues et des adultes à l'échelle de l'Archipel de la Société permettrait de déterminer l'origine des larves et de mettre en évidence l'existence éventuelle de populations « puits » et « sources ». En outre, une étude des relations liant fécondité des adultes et recrutement à plusieurs échelles permettrait de mieux comprendre les processus de maintien des populations, en particulier dans un milieu insulaire fragmenté comme l'archipel de la Société.

Notre étude a mis en évidence l'importance de la mortalité post-fixation, et en particulier celle résultant de la prédation et de la compétition subie par les stades précoces. D'autres facteurs comme la sédimentation sont connus augmenter la mortalité des jeunes coraux (Sato, 1985 ; Hodgson, 1990 ; Wittenberg et Hunte, 1992 ; Gilmour, 1999 ; Babcock et Smith, 2002) et mériteraient d'être examinés. Par ailleurs, la variabilité temporelle de la mortalité des recrues et des juvéniles n'a pas pu être considérée. Cela permettrait d'évaluer si une telle variabilité temporelle de la mortalité des jeunes stades peut expliquer les différences inter-annuelles observées dans les relations entre recrues, juvéniles et adultes. En outre, l'examen des facteurs de mortalité des adultes permettrait de vérifier l'hypothèse selon laquelle les juvéniles et les adultes présentent des patrons de mortalité semblables, ce qui expliquerait la similitude des structures spatiales de ces deux stades.

Chapitre VI
Références bibliographiques

- Adjeroud M (1996) Biodiversité dans un écosystème corallien insulaire (Moorea, Polynésie française) : analyse de la répartition spatiale de la biodiversité des peuplements mégabenthiques et relations avec les facteurs environnementaux. Thèse de doctorat. Université de Paris VI, 380p
- Adjeroud M (1997) Factors influencing spatial patterns on coral reefs around Moorea, French Polynesia. *Marine Ecology Progress Series* 159: 105-119
- Adjeroud M (2006a) Diversité et fonctionnement des écosystèmes coralliens : structure spatiale, variabilité temporelle et processus de maintien des communautés benthiques. Habilitation à diriger les recherches. Université de Perpignan, 71p
- Adjeroud M (2006b) Zonation of coral assemblages in the Ryukyu islands (southern Japan): the importance of land-ocean gradients in reef habitats. *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium, Okinawa, Japan, 1*: 310-318
- Adjeroud M, Andréfouët S et Payri C (2001) Mass mortality of macrobenthic communities in the lagoon of Hikueru atoll (French Polynesia). *Coral Reefs* 19: 287-291
- Adjeroud M, Augustin D, Galzin R et Salvat B (2002) Natural disturbances and interannual variability on coral reef communities on the outer slope of Tiahura (Moorea, French Polynesia): 1991 to 1997. *Marine Ecology Progress Series* 237: 121-131
- Adjeroud M, Chancerelle Y, Schrimm M, Perez T, Lecchini D, Galzin R et Salvat B (2005) Detecting the effects of natural disturbances on coral assemblages in French Polynesia: A decade survey at multiple scales. *Aquatic Living Resources* 18: 111-123
- Adjeroud M, Penin L et Carroll A (2007) Spatio-temporal heterogeneity in coral recruitment around Moorea, French Polynesia: implications for population maintenance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 341: 204-218
- Adjeroud M et Salvat B (1996) Spatial organization of coral communities along a bay in Moorea, French Polynesia. *Galaxea* 12: 65-76
- Aerts LAM (2000) Dynamics behind stand-off interactions in three reef sponge species and the coral *Montastraea cavernosa*. *Marine Ecology* 21: 191-204
- Armsworth PR (2002) Recruitment limitation, population regulation and larval connectivity in reef fish metapopulations. *Ecology* 83: 1092-1104
- Atrigenio MP et Alino PM (1996) Effects of the soft coral *Xenia puertogalerae* on the recruitment of scleractinian corals. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 203: 179-189
- Avery WE et Liddell WD (1997) Sessile community recruitment patterns on western Atlantic shallow and deep-reef hard substrata. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Smithsonian Tropical Research Institute, Panama, 2*: 1179-1184
- Ayre DJ, Hughes TP et Standish RJ (1997) Genetic differentiation, reproductive mode, and gene flow in the brooding coral *Pocillopora damicornis* along the Great Barrier Reef, Australia. *Marine Ecology Progress Series* 159: 175-187
- Babcock RC (1985) Growth and mortality in juvenile corals (*Goniastrea*, *Platygyra* and *Acropora*): The first year. *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress, Tahiti, 4*: 355-360
- Babcock RC (1988) Fine scale spatial and temporal patterns in coral settlement. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, Australia, 2*: 635-639
- Babcock RC (1992) Measuring coral recruitment. *Workshop on Coral and Fish Recruitment, 7*: 19-27
- Babcock RC, Baird AH, S Piromvaragorn, Thomson DP et Wills BL (2003) Identification of Scleractinian coral recruits from Indo-Pacific Reefs. *Zoological studies* 42: 211-226
- Babcock RC et Mundy C (1996) Coral recruitment: Consequences of settlement choice for early growth and survivorship in two scleractinians. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 206: 179-201
- Babcock RC et Smith L (2002) Effects of sedimentation on coral settlement and survivorship. *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali, 1*: 245-248
- Baird AH (2001) The ecology of coral larvae: Settlement patterns, habitat selection and the length of the larval phase. Ph. D. School of Marine Biology and Aquaculture, James Cook University, 181p

- Baird AH, Babcock RC et Mundy CP (2003) Habitat selection by larvae influences the depth distribution of six common coral species. *Marine Ecology Progress Series* 252: 289-293
- Baird AH et Hughes TP (1997) Spatial variation in coral recruitment around Lizard Island, Australia. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panama*, 2: 1207-1210
- Baird AH et Hughes TP (2000) Competitive dominance by tabular corals: An experimental analysis of recruitment and survival of understorey assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 251: 117-132
- Bak RPM et Engel MS (1979) Distribution, abundance and survival of juvenile hermatypic corals (Scleractinia) and the importance of life histories strategies in the parent coral community. *Marine Biology* 54: 341-352
- Bak RPM et Meesters EH (1999) Population structure as a response of coral community to Global change. *American Zoologist* 39: 56-65
- Bak RPM, Termaat RM et Dekker R (1982) Complexity of coral interactions: Influence of time, location of interaction and epifauna. *Marine Biology* 69: 215-222
- Banks SA et Harriott VJ (1996) Patterns of coral recruitment at the Gneering Shoals, southeast Queensland, Australia. *Coral Reefs* 15: 225-230
- Battistini R, Bourrouilh F, Chevalier J, Coudray J, Denizot M, Faure G, Fisher J, Guilcher A, Harmelin-Vivien M, Jaubert J, Laborel J, Masse J, Maugé L, Montaggioni L, Peyrot-Clausade M, Pichon M, Plante R, Plaziat J, Plessis Y, Richard G, Salvat B, Thomassin BA, Vasseur P et Weydert P (1975) *Éléments de terminologie récifale indopacifique*. *Téthys* 7: 1-111
- Bellwood DR, Hughes TP, Folke C et Nyström M (2004) Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429: 827-833
- Benayahu Y et Loya Y (1981) Competition for space among coral-reef sessile organisms at Eilat, Red Sea. *Bulletin of Marine Science* 31: 514-522
- Bessat F (1997) Variabilité hydro-climatique et croissance corallienne en Polynésie française : exemples de l'île de Moorea et de l'atoll de Mururoa. Thèse de doctorat. Université Paris I Panthéon-Sorbonne - Ecole Pratique des Hautes Etudes, 294p
- Birkeland C et Randall RH (1981) Facilitation of coral recruitment by echinoid excavation. *Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, Manilla, Philippines*, 1: 695-698
- Birkeland CE (1977) The importance of rate of biomass accumulation in early successional stages of benthic communities to the survival of coral recruits. *Proceedings of the 3rd International Coral Reef Symposium, Miami*
- Birrell CL, McCook LJ et Willis BL (2005) Effects of algal turfs and sediment on coral settlement. *Marine Pollution Bulletin* 51: 408-414
- Black KP (1993) The relative importance of local retention and inter-reef dispersal of neutrally buoyant material on coral reefs. *Coral Reefs* 12: 43-53
- Bouchon C (1985) Quantitative study of scleractinian coral communities of Tiahura Reef (Moorea island, French Polynesia). *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress, Tahiti*, 6: 279-284
- Brock R (1979) An experimental study on the effects of grazing by parrotfishes and role of refuges in benthic community structure. *Marine Biology* 51: 381-388
- Brown BE et Howard LS (1985) Assessing the effects of "stress" on reef corals. *Advances in Marine Biology* 22: 1-63
- Bruno JF et Witman JD (1996) Defense mechanisms of scleractinian cup corals against overgrowth by colonial invertebrates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 207: 229-241
- Butler MJ et Herrnkind WF (1997) A test of recruitment limitation and the potential for artificial enhancement of spiny lobster (*Panulirus argus*) populations in Florida. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 452-463
- Caley MJ, Carr MH, Hixon MA, Hughes TP, Jones GP et Menge BA (1996) Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Annual Review of Ecology Systematic* 27: 477-500

- Carleton J et Sammarco P (1987) Effects of substratum irregularity on success of coral settlement: Quantification by comparative geomorphological techniques. *Bulletin of Marine Science* 40: 85-98
- Carlson DB (2001) Depth-related patterns of coral recruitment and cryptic suspension-feeding invertebrates on Guana Island, British Virgin Islands. *Bulletin of Marine Science* 68: 525-541
- Carlson DB (2002) Production and supply of larvae as determinants of zonation in a brooding tropical coral. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 268: 33-46
- Carlson DB et Olson R (1993) Larval dispersal distance as an explanation for adult spatial pattern in two Caribbean reef corals. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 173
- Carr MH, Anderson TW et Hixon MA (2002) Biodiversity, population regulation, and the stability of coral-reef fish communities. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 99: 11241-11245
- Carroll A, Harrison P et Adjeroud M (2006) Sexual reproduction of *Acropora* reef corals at Moorea, French Polynesia. *Coral Reefs* 25: 93-97
- Carroll ML (1996) Barnacle population dynamics and recruitment regulation in south central Alaska. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 199: 285-302
- Caselle JE (1999) Early post settlement mortality in a coral reef fish and its effects on local population size. *Ecological Monographs* 69: 177-186
- Chabanet P, Adjeroud M, Andréfouët S, Bozec YM, Ferraris J, Garcia-Charton JA et Schrimm M (2005) Human-induced physical disturbances and their indicators on coral reef habitats: A multi-scale approach. *Aquatic Living Resources* 18: 215-230
- Chadwick NE (1988) Competition and locomotion in a free-living fungiid coral. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 123: 189-200
- Chancerelle Y (2000) Méthodes d'estimation des surfaces développées de coraux scléactiniaires à l'échelle d'une colonie ou d'un peuplement. *Oceanologica Acta* 23: 211-219
- Chesson PL (1998) Recruitment limitation: A theoretical perspective. *Australian Journal of Ecology* 23: 234-240
- Chevalier J et Küllman D (1983) Les Scléactiniaires de Moorea, île de la Société (Polynésie française). *Journal de la Société des Océanistes* 77: 55-75
- Chiappone M et Sullivan K (1996) Distribution, abundance and species composition of juvenile scleractinian corals in the Florida reef tract. *Bulletin of Marine Science* 58: 555-569
- Chornesky EA (1989) Repeated reversals during spatial competition between corals. *Ecology* 70: 843-855
- Connell JH (1973) Population ecology of reef-building corals. In: Jones OA et al. (eds) *Biology and geology of corals reefs*. Academic Press, New York, pp 205-245
- Connell JH (1997) Disturbance and recovery of coral assemblages. *Coral Reefs* 16: S101-S113
- Connolly SR et Muko S (2003) Space preemption, size dependant competition, and the coexistence of clonal growth forms. *Ecology* 84: 2979-2988
- Connolly SR et Roughgarden J (1999) Theory of marine communities: Competition, predation, and recruitment-dependent interaction strength. *Ecological Monographs* 69: 277-296
- Cox EF (1986) The effects of a selective corallivore on growth rates and competition for space between two species of Hawaiian corals. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 101: 161-174
- Cumming RL, Toscano MA, Lovell ER, Carlson BA, Dulvy NK, Hughes A, Koven JF, Quinn NJ, Sykes HR, Taylor OJS et Vaughan D (2002) Mass coral bleaching in the Fiji Islands, 2000. *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali, 2*: 1161-1169
- Delany J, Myers AA, McGrath D, Riordan RMO et Power AM (2003) Role of post-settlement mortality and supply-side ecology in setting patterns of intertidal distribution in the chthamalid barnacles *Chthamalus montagui* and *C. stellatus*. *Marine Ecology Progress Series* 249:207-214
- Den Hartog JC (1977) The marginal tentacles of *Rhodactis sanctithomae* (Corallimorpharia) and the sweeper tentacles of *Montastrea cavernosa* (Scleractinia) their cnidom and possible function. *Proceedings of 3rd International Coral Reef Symposium, Miami, Florida, 1*: 463-470

- Doherty P et Fowler T (1994) An empirical test of recruitment limitation in a coral reef fish. *Science* 263: 935-939
- Doherty PJ (1981) Coral reef fishes: Recruitment-limited assemblages? *Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, Manila*, 2: 465-470
- Doherty PJ et Williams DM (1988) The replenishment of coral reef fish populations. *Oceanography and Marine Biology* 26: 487-551
- Done TJ et Potts DC (1992) Influences of habitat and natural disturbances on contributions of massive *Porites* corals to reef communities. *Marine Biology* 114: 479-493
- Dunstan PK et Johnson CR (1998) Spatio-temporal variation in coral recruitment at different scales on Heron Reef, southern Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 17: 71-81
- Eakin C et Glynn P (1996) Low tidal exposures and reef mortalities in the eastern Pacific. *Coral Reefs* 15: 120
- Edmunds PJ (2000) Patterns in the distribution of juvenile corals and coral reef community structure in St John, US Virgin Islands. *Marine Ecology Progress Series* 202: 113-124
- Edmunds PJ, Gates RD et Gleason DF (2001) The biology of larvae from the reef coral *Porites astreoides*, and their response to temperature disturbances. *Marine Biology* 139: 981-989
- Endean R, Cameron A, Fox H, Tilbury R et Gunthorpe L (1997) Massive corals are regularly spaced: Pattern in a complex assemblage of corals. *Marine Ecology Progress Series* 152: 119-130
- Fairfull S et Harriott V (1999) Succession, space and coral recruitment in a subtropical fouling community. *Marine and Freshwater Research* 50 (3): 235-242
- Faure G (1989) Degradation of coral reefs at Moorea Island (French Polynesia) by *Acanthaster planci*. *Journal of Coastal Research* 5: 295-305
- Fisk DA et Harriott VJ (1990) Spatial and temporal variation in coral recruitment on the Great Barrier Reef: Implications for dispersal hypotheses. *Marine Biology* 107: 485-490
- Fitzhardinge R (1985) Spatial and temporal variability in coral recruitment in Kaneahe Bay (Oahu, Hawaii). *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress, Tahiti*, 4: 373-378
- Fitzhardinge R (1988) Coral recruitment: The importance of interspecific differences in juvenile growth and mortality. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, Townsville, Australia*, 2: 673-678
- Folke C, Carpenter S, Walker B, Scheffer M, Elmqvist T, Gunderson L et Holling CS (2004) Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35: 557-581
- Fong P et Glynn PW (1998) A dynamic size structured population model: Does disturbance control size structure of a population of the massive coral *Gardineroseris planulata* in the Eastern Pacific? *Marine Biology* 130: 663-674
- Fraschetti S, Giangrande A, Terlizzi A et Boero F (2002) Pre- and post-settlement events in benthic community dynamics. *Oceanologica Acta* 25: 285-295
- Gaines SD et Bertness MD (1992) Dispersal of juveniles and variable recruitment in sessile marine species. *Nature* 360: 579-580
- Gardner T, Côté I, Gill J, Grant A et Watkinson A (2003) Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science* 301: 958-960
- Gilmour JP (1999) Experimental investigation into the effects of suspended sediment on fertilisation, larval survival and settlement in a scleractinian coral. *Marine Biology* 135: 451-462
- Gilmour JP (2004) Size-structures of populations of the mushroom coral *Fungia fungites*: The role of disturbance. *Coral Reefs* 23: 493-504
- Gittings SR, Bright TJ, Choi A et Barnett RR (1988) The recovery process in a mechanically damaged coral reef community: Recruitment and growth. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, Townsville, Australia*, 2: 225-230
- Glassom D, Zakai D et Chadwick-Furman NE (2004) Coral recruitment: A spatio-temporal analysis along the coastline of Eilat, northern Red Sea. *Marine Biology* 144: 641-651

- Gleason MG (1993) Effects of disturbance on coral communities: Bleaching in Moorea, French Polynesia. *Coral Reefs* 12: 193-201
- Gleason MG (1994) Factors influencing the recovery of corals after natural disturbance on reefs in Moorea, French Polynesia. Ph D. University of California of Berkeley, 363p
- Gleason MG (1996) Coral recruitment in Moorea, French Polynesia: The importance of patch type and temporal variation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 207: 79-101
- Goffredo S, Piccinetti C et Zaccanti F (sous presse) Tsunami survey expedition: Preliminary investigation of Maldivian coral reefs two weeks after the event. *Environmental Monitoring and Assessment*
- Goreau TF, Goreau NI et Goreau TJ (1979) Corals and Coral Reefs. *Scientific American* 241: 124-136
- Gosselin LA et Qian PY (1997) Juvenile mortality in benthic marine invertebrates. *Marine Ecology Progress Series* 146: 265-282
- Grigg RW et Dollar SJ (1990) Natural and anthropogenic disturbance on coral reef ecology. In: Dubinsky Z (ed) *Ecosystems of the world 25, Coral reefs*. Elsevier, Amsterdam, pp 439-452
- Grigg RW et Maragos J (1974) Recolonization of hermatypic corals on submerged lava flows in Hawaii. *Ecology* 55: 387-395
- Guest JR, Baird AH, Goh BPL et Chou LM (2005) Reproductive seasonality in an equatorial assemblage of scleractinian corals. *Coral Reefs* 24: 112-116
- Guzman H, Cortes J, Glynn P et Richmond R (1990) Coral mortality associated with dinoflagellate blooms in the eastern Pacific (Costa Rica and Panama). *Marine Ecology Progress Series* 60: 299-303
- Hall VR et Hughes TP (1996) Reproductive strategies of modular organisms: Comparative studies of reef-building corals. *Ecology* 77: 950-963
- Harri S, Kayane H, Takigawa H, Hayashibara T et Yamamoto M (2002) Larval survivorship, competency periods and settlement of two brooding corals, *Heliopora coerulea* and *Pocillopora damicornis*. *Marine biology* 141: 39-46
- Harmelin-Vivien M (1994) The effects of storms and cyclones on coral reefs: A review. *Journal of Coastal Research*: 211-231
- Harmelin-Vivien M et Bouchon-Navaro Y (1983) Feeding diets and significance of coral feeding among Chaetodontid fishes in Moorea (French Polynesia). *Coral Reefs* 2: 119-127
- Harriott VJ (1983) Reproductive seasonality, settlement, and post-settlement mortality of *Pocillopora damicornis* (Linnaeus), at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 2: 151-157
- Harriott VJ (1985) Recruitment patterns of scleractinian corals at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress, Tahiti*, 4: 367-372
- Harriott VJ (1992) Recruitment patterns of scleractinian corals in an isolated sub-tropical reef system. *Coral Reefs* 11: 215-219
- Harriott VJ (1999) Coral recruitment at a high latitude Pacific site: A comparison with Atlantic reefs. *Bulletin of Marine Science* 65: 881-889
- Harriott VJ et Banks SA (1995) Recruitment of scleractinian corals in the Solitary Islands Marine Reserve, a high-latitude coral-dominated community in Eastern Australia. *Marine Ecology Progress Series* 123: 155-161
- Harriott VJ et Fisk D (1988) Recruitment patterns of Scleractinian corals: A study of three reefs. *Australian Journal Marine Freshwater Research* 39: 409-416
- Harrison PL, Babcock RC, Bull GD, Oliver JK, Wallace CC et Willis BL (1984) Mass Spawning in Tropical Reef Corals. *Science* 223: 1186-1189
- Harrison PL et Wallace CC (1990) Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. In: Dubinsky Z (ed) *Coral Reefs*. Elsevier, Amsterdam, pp 133-207
- Hay ME et Taylor PR (1985) Competition between herbivorous fishes and urchins on Caribbean reefs. *Oecologia* 65: 591-598

- Hewitt JE, Legendre P, McArdle BH, Thrush SF, Bellehumeur C et Lawrie SM (1997) Identifying relationships between adult and juvenile bivalves at different spatial scales. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 216: 77-98
- Heyward AJ et Negri AP (1999) Natural inducers for coral larval metamorphosis. *Coral Reefs* 18: 273-279
- Hixon MA (1998) Population dynamics of coral-reef fishes: Controversial concepts and hypotheses. *Australian Journal of Ecology* 23: 192-201
- Hixon MA (1991) Predation as a process structuring coral reef fish communities. In: Sale PJ (ed) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, Inc., pp 475-509
- Hjort J (1914) Fluctuations in the great fisheries of northern Europe. *Rapports et Procès Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 20: 1-13
- Hodgson G (1990) Sediment and the settlement of larvae of the reef coral *Pocillopora damicornis*. *Coral Reefs* 9: 41-43
- Hoegh-Guldberg O (1999) Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine and Freshwater Research* 50: 839-866
- Holm ER (1990) Effects of density-dependent mortality on the relationship between recruitment and larval settlement. *Marine Ecology Progress Series* 60: 141-146
- Hughes TP, Baird AH, Bellwood D, Card M, Connolly S, Folke C, Grosberg R, Guldberg H, Jackson J, Kleypas J, Lough J, Marshall P, Nyström M, Palumbi S, Pandolfi J, Rosen B et Roughgarden J (2003) Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* 301: 929-933
- Hughes TP (1990) Recruitment limitation, mortality, and population regulation in open systems: a case study. *Ecology* 71: 12-20
- Hughes TP (1994) Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean Coral Reef. *Science* 265: 1547-1551
- Hughes TP (1996) Demographic approaches to community dynamics: a coral reef example. *Ecology* 77: 2256-2260
- Hughes TP, Baird AH, Dinsdale EA, Moltschaniwskyj NA, Pratchett MS, Tanner JE et Willis BL (1999) Patterns of recruitment and abundance of corals along the Great Barrier Reef. *Nature* 397: 59-63
- Hughes TP, Baird AH, Dinsdale EA, Moltschaniwskyj NA, Pratchett MS, Tanner JE et Willis BL (2000) Supply-side ecology works both ways: The link between benthic adults, fecundity, and larval recruits. *Ecology* 81: 2241-2249
- Hughes TP, Baird AH, Dinsdale EA, Moltschaniwskyj NA, Pratchett MS, Tanner JE et Willis BL (2002) Detecting regional variation using meta-analysis and large-scale sampling: Latitudinal patterns in recruitment. *Ecology* 83: 436-451
- Hughes TP et Connell JH (1987) Population dynamics based on size or age? A reef-coral analysis. *The American Naturalist* 129
- Hughes TP et Connell JH (1999) Multiple stressors on coral reefs: a long-term perspective. *Limnology and Oceanography* 44: 932-940
- Hughes TP et Jackson JBC (1985) Population Dynamics and Life Histories of Foliose Corals. *Ecological Monographs* 55: 141-166
- Hughes TP, Reed DC et Boyle MJ (1987) Herbivory on coral reefs: Community structure following mass mortalities of sea urchins. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 113
- Hughes TP et Tanner JE (2000) Recruitment failure, life histories, and long-term decline of Caribbean corals. *Ecology* 81: 2250-2263
- Hunte W et Wittenberg M (1992) Effects of eutrophication and sedimentation on juvenile corals. II. Settlement. *Marine Biology* 114: 625-631
- Hutchings P, Payri C et Gabrié C (1994) The current status of coral reef management in French Polynesia. *Marine Pollution Bulletin* 29: 26-33

- Jardin C (1994) Biologie de la reproduction de quelques coraux scléactiniaires en Polynésie Française : application à la restauration d'un site dégradé. Thèse de Doctorat. Université Française du Pacifique, 146p
- Jinendradassa SS et Ekaratne SUK (2002) Post-bleaching changes in coral settlement at the Hikkaduwa Nature Reserve in Sri Lanka. Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali, 1: 417-420
- Joan (2003) Joue avec la petite Lucie : Lucie around the world. Le petit journal de Spirou 3398 : 17
- Jokiel P (1984) Long distance dispersal of reef corals by rafting. Coral Reefs 3: 113-116
- Jompa J et McCook L (2003) Contrasting effects of turf algae on corals: Massive *Porites* spp. are unaffected by mixed species turfs, but killed by the red alga *Anotrichium tenue*. Marine Ecology Progress Series 258: 79-86
- Jones GP (1991) Postrecruitment processes in the ecology of coral reef fish populations: A multifactorial perspective. In: Sale P (ed) The ecology of fishes on coral reefs. Academic Press, Inc, pp 295-328
- Keough M (1988) Benthic populations: Is recruitment limiting or just fashionable? Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, Townsville 1: 141-148
- Kiessling W (2005) Long-term relationships between ecological stability and biodiversity in Phanerozoic reefs. Nature 433: 410-413
- Knowlton N (1992) Thresholds and multiple stable states in coral reef community dynamics. American Zoologist 32: 674-682
- Kohler KE et Gill SM (2006) Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. Computers and Geosciences 32: 1259-1269
- Kojis B et Quinn N (2001) The importance of regional differences in hard coral recruitment rates for determining the need for coral restoration. Bulletin of Marine Science 69: 967-974
- Kospartov MC (2000) A multi scale investigation of the size structure of coral populations. Bachelor with Honours. School of Marine Biology and Aquaculture, James Cook University, 99p
- Kuffner IB et Paul VJ (2004) Effects of the benthic cyanobacterium *Lyngbya majuscula* on larval recruitment of the reef corals *Acropora surculosa* and *Pocillopora damicornis*. Coral Reefs 23: 455-458
- Kuffner IB, Walters LJ, Becerro MA, Paul VJ, Ritson-Williams R et Beach KS (2006) Inhibition of coral recruitment by macroalgae and cyanobacteria. Marine Ecology Progress Series 323: 107-117
- Lagouy E (2003) Dynamique et maintien des populations de coraux autour de l'île de Moorea (Polynésie française) : variations spatiale et saisonnière du recrutement et relations avec les communautés adultes. DEA Océanologie Biologique et Environnement Marin. Université Paris VI - Ecole Pratique des Hautes Etudes, 28p
- Lam KKY (2003) Coral recruitment onto an experimental pulverised fuel ash-concrete artificial reef. Marine Pollution Bulletin 46: 642-653
- Lang JC (1973) Interspecific aggression by Scleractinian corals. II: Why the race is not only to the swift. Bulletin of Marine Science 21: 952-959
- Lang JC et Chornesky E (1990) Competition between scleractinian reef corals. A review of mechanisms and effects. In: Dubinsky Z (ed) Coral Reefs, pp 209-252
- Lapid ED et Chadwick NE (2006) Long-term effects of competition on coral growth and sweeper tentacle development. Marine Ecology Progress Series 313: 115-123
- Laurent V, Maamaatuaiahutapu K, Maiiau J et Varney P (2004) Atlas climatologique de la Polynésie française. Météo France, Papeete, 205p
- Lesser MP (2004) Experimental biology of coral reef ecosystems. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 300: 217-252
- Lessios HA (2005) *Diadema antillarum* populations in Panama twenty years following mass mortality. Coral Reefs 24: 125-127

- Loch K, Loch W, Schuhmacher H et See WR (2002) Coral recruitment and regeneration of a Maldivian reef 21 months after the coral bleaching event of 1998. *Marine Ecology* 23: 219-236
- Loya Y (1976) Settlement, mortality and recruitment of a Red Sea scleractinian coral population. In: Loya Y (ed) *Coelenterate ecology and behavior*. Plenum, New York, pp 89-99
- Loya Y (1978) Plotless and transect methods. *UNESCO Monographs on Oceanographic Methods* 5: 197-217
- Magalon H, Adjeroud M et Veuille M (2005) Patterns of genetic variation do not correlate with geographical distance in the reef-building coral *Pocillopora meandrina* in the South Pacific. *Molecular Ecology* 14: 1861-1868
- Maida M, Coll JC et Sammarco PW (1994) Shedding new light on scleractinian coral recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 180: 189-202
- Maida M, Sammarco P et Coll J (1995) Effects of soft corals on scleractinian coral recruitment. I: Directional allelopathy and inhibition of settlement. *Marine Ecology Progress Series* 121: 191-202
- Mauguit Q (2005) Structure de taille de quelques espèces de coraux Scléactiniaires autour des îles de Moorea, Raiatea et Tahiti (Polynésie française). Licence en Sciences Biologiques. Université de Liège, 41p
- McClanahan TR, Maina J, Starger CJ, Herron-Perez P et Dusek E (2005) Detriments to post-bleaching recovery of corals. *Coral Reefs* 24: 230-246
- McCook (2001) Competition between corals and algal turfs along a gradient of terrestrial influence in the nearshore central Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 19: 419-425
- McCook L, Jompa J et Diaz-Pullido G (2001) Competition between corals and algae on coral reefs: a review of evidence and mechanisms. *Coral Reefs* 19: 400-417
- Meesters E, Hilterman M, Kardinaal E, Vries Md et Bak R (2001) Colony-size frequency distributions of scleractinian coral populations: Spatial and interspecific variation. *Marine Ecology Progress Series* 209: 43-54
- Menge BA (2000a) Recruitment vs. postrecruitment processes as determinants of barnacle population abundance. *Ecological Monographs* 70: 265-288
- Menge BA (2000b) Testing the relative importance of positive and negative effects on community structure. *Trends in Ecology & Evolution* 15: 46-47
- Michonneau F (2005) Mortalité post-fixation chez les coraux scléactiniaires. Etude de la prédation et de la compétition sur les recrues et les juvéniles autour de l'île de Moorea, Polynésie française. Master 2 mention Sciences de l'Univers, Environnement et Ecologie. Université Paris VI, 30p
- Miller MW et Hay ME (1998) Effects of fish predation and seaweed competition on the survival and growth of corals. *Oecologia* 113: 231-238
- Miller MW, Weil E et Szmant AM (2000) Coral recruitment and juvenile mortality as structuring factors for reef benthic communities in Biscayne National Park, USA. *Coral Reefs* 19: 115-123
- Morse D, Hooker N, Morse A et Jensen R (1988) Control of larval metamorphosis and recruitment in sympatric agariciid corals. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 116: 193-217
- Mumby PJ (1999) Bleaching and hurricane disturbances to populations of coral recruits in Belize. *Marine Ecology Progress Series* 190: 27-35
- Mundy CN (2000) An appraisal of methods used in coral recruitment studies. *Coral Reefs* 19: 124-131
- Mundy CN et Babcock RC (1998) Role of light intensity and spectral quality in coral settlement: Implications for depth-dependent settlement? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 223: 235-255
- Mundy CN et Babcock RC (2000) Are vertical distribution patterns of scleractinian corals maintained by pre- or post-settlement processes? A case study of three contrasting species. *Marine Ecology Progress Series* 198: 109-119

- Myers RF (1991) Micronesian reef fishes. Coral Graphics, Barrigada, Guam, 298p
- Nakamura T et vanWoesik R (2001) Water-flow rates and passive diffusion partially explain differential survival of corals during the 1998 bleaching event. *Marine Ecology Progress Series* 212: 301-304
- Nakamura T, vanWoesik R et Yamasaki H (2005) Photoinhibition of photosynthesis is reduced by water flow in the reef-building coral *Acropora digitifera*. *Marine Ecology Progress Series* 301: 109-118
- Nakamura T et Yamasaki H (2005) Requirement of water-flow for sustainable growth of Pocilloporid corals during high temperature periods. *Marine Pollution Bulletin* 50: 1115-1120
- Nakamura T, Yamasaki H et vanWoesik R (2003) Water flow facilitates recovery from bleaching in the coral *Stylophora pistillata*. *Marine Ecology Progress Series* 256: 287-291
- Neudecker S (1979) Effects of grazing and browsing fishes on the zonation of corals in Guam. *Ecology* 60: 666-672
- Ninio R et Meekan M (2002) Spatial patterns in benthic communities and the dynamics of a mosaic ecosystem on the Great Barrier Reef, Australia. *Coral Reefs* 21: 95-104
- Norström A, Lokrantz J, Nyström M et Yap H (sous presse) Influence of dead coral substrate morphology on patterns of juvenile coral distribution. *Marine Biology*
- Omori M, Fukami H, Kobinata H et Hatta M (2001) Significant drop of fertilization of *Acropora* corals in 1999: An after-effect of heavy coral bleaching? *Limnology and Oceanography* 46: 704-706
- Pandolfi JM, Bradbury RH, Sala E, Hughes TP, Bjorndal KA, Cooke RG, McArdle D, McClenachan L, Newman MJH, Paredes G, Warner RR et Jackson JBC (2003) Global trajectories of the long term decline of coral reef ecosystems. *Science* 301: 955-958
- Pearson R et Endean R (1969) A preliminary study of the coral predator *Acanthaster planci* (L.) (Asteroidea) on the Great Barrier Reef. *Fisheries Notes, Queensland Departement Harbours and Marine* 3: 27-55
- Penin L (2003) Recrutement et maintien des populations de coraux scléactiniaires autour de Moorea, Polynésie française : relations entre les recrues, les juvéniles et les adultes. DEA Océanologie Biologique et Environnement Marin. Université Paris VI - Ecole Pratique des Hautes Etudes, 30p
- Penin L, Adjeroūd M, Pratchett MS et Hughes TP (sous presse) Spatial distribution of juvenile and adult corals around Moorea (French Polynesia): implications for population regulation. *Bulletin of Marine Science*
- Penin L, Adjeroūd M, Schrimm M et Lenihan H (2007) High spatial variability in coral bleaching around Moorea (French Polynesia): patterns across locations and water depths. *Comptes Rendus Biologies* 330: 171-181
- Quinn NJ et Kojis BL (2003) The dynamics of coral reef community structure and recruitment patterns around Rota, Saipan and Tinian, Western Pacific. *Bulletin of Marine Science* 72: 979-996
- Randall J, Allen G et Steene R (1990) *Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea*. University of Hawaii Press, Honolulu, 557p
- Randall JE (1967) Food habits of reef fishes on the West Indies. *Studies in Tropical Oceanography* 5: 665-847
- Randall JE (1974) The effect of fishes on coral reefs. *Proceedings of the 2nd International Coral Reef Symposium, Great Barrier Reef* 1: 159-166
- Randall JE (2005) *Reef and Shore Fishes of the South Pacific: New Caledonia to Tahiti and the Pitcairn Islands*. Hawai'i University Press, Honolulu, 720p
- Reaka-Kudla ML (1996) The global biodiversity of coral reefs: A comparison with rain forests. In: Reaka-Kudla et al. (ed) *Biodiversity II: Understanding and Protecting our biological resources*. Joseph Henry Press, pp 83-108
- Richardson L (1998) Coral diseases: what is really known? *Trends in Ecology and Evolution* 13: 438-443

- Rinkevich B et Loya Y (1983) Intraspecific competitive networks in the Red Sea coral *Stylophora pistillata*. *Coral Reefs* 1: 161-172
- Rinkevich B et Loya Y (1985) Intraspecific competition in a reef coral: Effects on growth and reproduction. *Oecologia* 66: 100-105
- Rogers CS, Fitz HC, Gilnack M, Beets J et Hardin J (1984) Scleractinian recruitment patterns at Salt River Canyon, St. Croix, U.S. Virgin Islands. *Coral Reefs* 3: 69-76
- Rouanet E (2006) Processus de recrutement chez les coraux Scléactiniaires à Moorea (Polynésie française) : évaluation des biais des techniques d'échantillonnage. Master professionnel Sciences de la Vie et de la Terre, spécialité Environnement et Gestion de la Biodiversité. Ecole Pratique des Hautes Etudes, 30p
- Ruiz-Zárate MA et Arias-González JE (2004) Spatial study of juvenile corals in the northern region of the Mesoamerican Barrier Reef System (MBRS). *Coral Reefs* 23: 584-594
- Russ GS (1980) Effects of predation by fishes, competition and structural complexity of the substratum on the establishment of a marine epifaunal community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 42: 55-69
- Rylandsdam KW (1983) Life histories and abundance patterns of colonial corals on Jamaican reefs. *Marine Ecology Progress Series* 13: 249-260
- Sakai K et Yamazato K (1984) Coral recruitment to artificially denuded natural substrates on an okinawan reef flat. *Galaxea* 3: 57-69
- Sale PF (1977) Maintenance of high diversity in coral reef fishes community. *The American Naturalist* 111: 337-359
- Sale PF (1990) Recruitment of marine species: Is the bandwagon rolling in the right direction? *Trends in Ecology & Evolution* 5: 25-27
- Salvat B (1992) Blanchissement et mortalité des scléactiniaires sur les récifs de Moorea (archipel de la Société) en 1991. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris III* 314: 105-111
- Sammarco PW (1980) *Diadema* and its relationship to coral spat mortality: Grazing, competition, and biological disturbance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 45: 245-272
- Sammarco PW (1982) Echinoid grazing as a structuring force in coral communities: whole reef manipulations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 61: 31-55
- Sammarco PW (1985) The Great Barrier Reef vs. the Caribbean: Comparisons of grazers, coral recruitment patterns and reef recovery. *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress*, 4: 391-397
- Sammarco PW (1991) Geographically specific recruitment and postsettlement mortality as influences on coral communities: The cross-continental shelf transplant experiment. *Limnology and Oceanography* 36: 496-514
- Sammarco PW (1994) Larval dispersal and recruitment processes in Great Barrier Reef corals: Analysis and synthesis. In: Sammarco PW, et al. (eds) *The bio-physics of marine larval dispersal*. American Geophysical Union, pp 35-72
- Sammarco PW et Andrews JC (1989) The helix experiment: differential localized dispersal and recruitment patterns in Great Barrier Reef corals. *Limnology and Oceanography* 34: 896-912
- Sato M (1985) Mortality and growth of juvenile coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus). *Coral Reefs* 4: 27-33
- Scheffer M, Carpenter S, Foley JA, Folke C et Walker B (2001) Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413: 591-596
- Scheffer M et Carpenter SR (2003) Catastrophic regime shifts in ecosystems: Linking theory to observation. *Trends in Ecology & Evolution* 18: 648-656
- Scherrer B (1984) *Biostatistiques*, Chicoutimi, Québec, 850p
- Smith CL et Tyler JC (1972) Space resource sharing in a coral reef fish community. *Bulletin of the Natural History Museum of Los Angeles County* 14: 125-170
- Smith JE, Shaw M, Edwards RA, Obura D, Pantos O, Sala E, Sandin SA, Smriga S, Hatay M et Rohwer FL (2006) Indirect effects of algae on coral: Algae-mediated, microbe-induced coral mortality. *Ecology Letters* 9: 835-845

- Smith SR (1992) Patterns of coral recruitment and post-settlement mortality on Bermuda's reefs: comparisons to Caribbean and Pacific reefs. *American Zoologist* 32: 663-673
- Smith SR (1997) Patterns of coral settlement, recruitment and juvenile mortality with depth at Conch Reef, Florida. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panama*, 2: 1197-1202
- Soong K, Chen M-h, Chen C-l, Dai C-f, Fan T-y, Li J-j, Fan H, Kuo K-m et Hsieh H (2003) Spatial and temporal variation of coral recruitment in Taiwan. *Coral Reefs* 22: 224-228
- Sorokin YI (1990) Aspects of trophic relations, productivity and energy balance in coral-reef ecosystems. In: Dubinsky Z (ed) *Ecosystems of the world* 25, Coral reefs. Elsevier, Amsterdam, pp 401-408
- Steele MA et Forrester GE (2002) Early post settlement predation on three reef fishes: Effects of spatial patterns on recruitment. *Ecology* 83: 1076-1091
- Strathmann RS, Hughes TP, Kuris AM, Lindeman KC, Morgan SG, Pandolfi JM et Warner RR (2002) Evolution of local recruitment and its consequence for marine populations. *Bulletin of Marine Science* 70: 377-396
- Strong D (1986) Density-vague population change. *Trends in Ecology and Evolution* 1: 39-42
- Tanner J, Hughes T et Connell J (1994) Species coexistence, keystone species, and succession: a sensitivity analysis. *Ecology* 75: 2204-2219
- Tanner JE (1995) Competition between scleractinian corals and macroalgae: an experimental investigation of coral growth, survival and reproduction. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 190
- Todd CD (1998) Larval supply and recruitment of benthic invertebrates: Do larvae always disperse as much as we believe? *Hydrobiologia* 375-376: 1-21
- Underwood A et Fairweather P (1989) Supply-side ecology and benthic marine assemblages. *Trends in Ecology and Evolution* 4: 16-20
- van Moorsel GWNM (1988) Early maximum growth of stony corals (Scleractinia) after settlement on artificial substrata on a Caribbean reef. *Marine Ecology Progress Series* 50: 127-135
- van Veghel MLJ, Cleary DFR et Bak RPM (1996) Interspecific interactions and competitive ability of the polymorphic reef-building coral *Montastrea annularis*. *Bulletin of Marine Science* 58: 792-803
- Vermeij MJA (sous presse) Early life-history dynamics of Caribbean coral species on artificial substratum: the importance of competition, growth and variation in life-history strategy. *Coral Reefs*
- Vermeij MJA, Fogarty ND et Miller MW (2006) Pelagic conditions affect larval behavior, survival, and settlement patterns in the Caribbean coral *Montastraea faveolata*. *Marine Ecology Progress Series* 310: 119-128
- Victor BC (1986) Larval settlement and juvenile mortality in a recruitment-limited coral reef fish population. *Ecological Monographs* 56: 145-160
- Wallace CC (1985) Seasonal peaks and annual fluctuations in recruitment of juvenile scleractinian corals. *Marine Ecology Progress Series* 21: 289-298
- Warner RR et Chesson PL (1985) Coexistence mediated by recruitment fluctuations: A field guide to the storage effect. *The American Naturalist* 125: 769-787
- Wilkinson C (2004) Status of coral reefs of the world: 2004. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia, 363p
- Wilkinson C, Linden O, Cesar H, Hodgson G, Rubens J et Strong A (1999) Ecological and socioeconomic impacts of 1998 coral mortality in the Indian Ocean: an ENSO impact and a warning of future change? *Ambio* 28: 188-196
- Wilson J et Harrison P (2005) Post-settlement mortality and growth of newly settled reef corals in a subtropical environment. *Coral Reefs* 24: 418-421
- Wittenberg M et Hunte W (1992) Effects of eutrophication and sedimentation on juvenile corals. I. Abundance, mortality and community structure. *Marine Biology* 112: 131-138

- Wooldridge S, Done T, Berkelmans R, Jones R et Marshall P (2005) Precursors for resilience in coral communities in a warming climate: A belief network approach. *Marine Ecology Progress Series* 295: 157-169
- Yap H et Alvarez (2003) Comparison of coral growth and survival under enclosed, semi natural conditions and in the field. *Marine Pollution Bulletin* 46

Chapitre VII

Annexes

SOMMAIRE DES ANNEXES

Annexe 1 : liste des publications, communications à congrès et rapports.....	190
Annexe 2 : coordonnées GPS des stations de 12 m de chacun des neuf sites d'étude. Norme WGS 84 en degrés minutes, millièmes.....	191
Annexe 3 : résultats de l'ANOVA réalisée sur l'abondance des recrues autour de Moorea (tous taxons confondus, Pocilloporidae, Poritidae, Acroporidae et « autres familles »). ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	192
Annexe 4 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles (tous genres confondus) autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	193
Annexe 5 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles du genre Pocillopora autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	194
Annexe 6 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles du genre Acropora autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	194
Annexe 7 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles du genre Porites autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	195
Annexe 8 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des adultes autour de Moorea (tous genres confondus). Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	195
Annexe 9 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des adultes du genre Pocillopora autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	196
Annexe 10 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des adultes du genre Acropora autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	196
Annexe 11 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des adultes du genre Porites autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	197
Annexe 12 : contributions relatives des juvéniles et des adultes aux neuf stations d'études autour de Moorea pour les genres Pocillopora, Acropora et Porites. Toutes années confondues.....	197
Annexe 13 : résultats de l'ANOVA à quatre facteurs (saison, île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance des recrues à l'échelle régionale. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	198
Annexe 14 : résultats de l'ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles à l'échelle régionale (données racine transformées). Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β	199
Annexe 15 : résultats de l'ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles des genres Pocillopora, Acropora et Porites à l'échelle régionale (données racine transformées), Ddl : degrés de liberté, Puissance : 1- β	200
Annexe 16 : résultats des ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance du total des adultes, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des	

adultes de plus de 10 cm de diamètre à l'échelle régionale (tous genres confondus). Données racine transformées. Ddl : degré de liberté.....	201
Annexe 17 : résultats des ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance du total des adultes, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des adultes de plus de 10 cm de diamètre du genre Pocillopora à l'échelle régionale. Données racine transformées. Ddl : degré de liberté.....	202
Annexe 18 : résultats des ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance du total des adultes, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des adultes de plus de 10 cm de diamètre du genre Acropora à l'échelle régionale. Données racine transformées. Ddl : degré de liberté.....	203
Annexe 19 : résultats des ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance du total des adultes, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des adultes de plus de 10 cm de diamètre du genre Porites à l'échelle régionale. Données racine transformées. Ddl : degré de liberté.....	204
Annexe 20 : contributions relatives des adultes de plus de 10 cm de diamètre, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des juvéniles pour les genres Acropora, Pocillopora et Porites aux neuf sites d'étude, répartis en trois îles : Moorea, Raiatea et Tahiti.	204
Annexe 21 : résultats des ANOVA réalisées sur le pourcentage de recrues vivantes, mortes mais présentant des restes de squelette et totalement éliminées. ddl : degrés de liberté.	205
Annexe 22 : résultats des ANOVA à trois facteurs (site, profondeur et retournement) réalisées sur le pourcentage de recrues entières, cassées et totales. ddl : degrés de liberté.	205
Annexe 23 : résultats des ANOVA réalisées sur l'abondance des poissons de différentes familles. ddl : degrés de liberté.	206
Annexe 24 : résultats des ANOVA réalisées sur les pourcentages de recouvrement du benthos sur les plaques de terre cuite. Données transformées arc sinus. ddl : degrés de liberté.....	207
Annexe 25 : résultats des ANOVA réalisées sur les pourcentages de recouvrement des différentes catégories dans les transects-couloirs. Données transformées arc sinus. ddl : degrés de liberté	208

PUBLICATIONS :

- Pante E, Adjeroud M, Dustan P, **Penin L**, Schrimm M, 2006. Spatial patterns of benthic assemblages within atoll lagoons: importance of habitat heterogeneity and considerations for marine protected area design. *Aquatic Living Resources* 19 : 207-217.
- Adjeroud M, **Penin L**, Carroll A, 2007. Spatio-temporal heterogeneity in coral recruitment around Moorea, French Polynesia: implications for population maintenance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 341: 204-218.
- Penin L**, Adjeroud M, Schrimm M, Lenihan H, 2007. High spatial variability in coral bleaching around Moorea, French Polynesia: patterns across locations, and water depths. *Comptes Rendus Biologies* 330: 171-181.
- Penin L**, Adjeroud M, Pratchett M, Hughes TP, sous presse. Spatial distribution of juvenile and adult corals around Moorea (French Polynesia): implications for population regulation. *Bulletin of Marine Science*.
- Adjeroud M, Pratchett M, Kospartov MC, Lejeune C, **Penin L**, soumise. Small-scale variability in the size structure of scleractinian corals around Moorea, French Polynesia: patterns across depths and locations. *Hydrobiologia*.

COMUNICATIONS A CONGRES :

- Penin L**, Adjeroud M, 2004. Recrutement et maintien des populations de coraux scléactiniaux autour de Moorea, Polynésie française: relations entre les recrues, les juvéniles et les adultes. *Assises de la Recherche Française dans le Pacifique, Nouméa, Nouvelle Calédonie*. Août 2004, Volume des résumés p. 77 (poster).
- Penin L**, Adjeroud M, 2004. Recruitment processes and maintenance of scleractinian coral populations around Moorea (French Polynesia): the link among recruits, juveniles and adults. *Xth ICRS symposium, Okinawa, Japon*. Juillet 2004. Abstract volume p. 261 (poster).
- Penin L**, 2004. Recrutement et maintien des populations de Scléactiniaux autour de Moorea, Polynésie française : relations entre les recrues, les juvéniles et les adultes. *Ist European Forum of Young Oceanographers, Villefranche-sur-Mer, France*. Mai 2004 (communication orale).

RAPPORTS :

- Adjeroud M, Schrimm M, **Penin L**, 2005. Capacité de rétablissement des récifs coralliens du lagon de Bora Bora suite au phénomène de mortalité massive survenu en décembre 2001 / janvier 2002: étude des processus de recrutement et de recolonisation des populations de coraux. *Rapport du Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens de l'EPHE*. RA 130. 32 p.
- Penin L**, 2003. Recrutement et maintien des populations de coraux scléactiniaux autour de Moorea, Polynésie française : relations entre les recrues, les juvéniles et les adultes. *Rapport de DEA. Paris VI - Université Pierre et Marie Curie*. 30 p.
- Penin L**, 2002. Maintien des populations de scléactiniaux autour de l'île de Moorea, Polynésie française : relations entre les processus de recrutement et la structure des communautés adultes. *Rapport de Maîtrise. Université Lille I*. 30 p.
- Boury P, **Penin L**, 2001. Tests de marquage de masse sur l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*). *Rapport de stage. Université Rennes I*. 20 p.
- Penin L**, 2000b. Ecologie de deux milieux coralliens : évaluation de la composition spécifique en scléactiniaux de contreforts des pentes externes de l'île de Moorea et relevés hydrologiques et sédimentologiques en Baie de Port Phaéton, Ile de Tahiti, Polynésie Française. *Rapport du Laboratoire de Biologie Marine et Malacologie de l'EPHE*. 12 p.
- Penin L**, 2000a. Variations spatiales à petite échelle de la structure des communautés coralliennes des pentes externes de l'île de Moorea, Polynésie française. *Rapport de DEUG. Université Lille I*. 25 p.

Annexe 2 : coordonnées GPS des stations de 12 m de chacun des neuf sites d'étude. Norme WGS 84 en degrés minutes, millièmes.

Moorea	Haapiti	Tiahura	Vaipahu
Station	H12	T12	V12
Latitude S	S 17° 30' 587	S 17° 28' 987	S 17° 28' 795
Longitude W	W 149° 55' 583	W 149° 54' 68	W 149° 51' 135

Raiatea	Miri Miri	Uturoa	Avera
Station	M12	U12	A12
Latitude S	S 16° 44' 288	S 16° 43' 941	S 16° 45' 481
Longitude W	W 151° 30' 280	W 151° 25' 467	W 151° 24' 408

Tahiti	Faa'a	Digue	Pirae
Station	F12	D12	P12
Latitude S	S 17° 34' 731	S 17° 31' 099	S 17° 30' 907
Longitude W	W 149° 37' 775	W 149° 33' 751	W 149° 31' 977

Annexe 3 : résultats de l'ANOVA réalisée sur l'abondance des recrues autour de Moorea (tous taxons confondus, Pocilloporidae, Poritidae, Acroporidae et « autres familles »). ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
TOUS TAXONS CONFONDUS						
Année	4	3.340	72.701	<0.0001	290.805	1.000
Saison	1	20.798	452.656	<0.0001	452.656	1.000
Site	2	1.839	40.021	<0.0001	80.043	1.000
Profondeur	2	0.170	3.695	0.0251	7.390	0.678
Année x Saison	4	3.184	69.296	<0.0001	277.186	1.000
Année x Site	8	0.144	3.129	0.0016	25.033	0.973
Année x Profondeur	8	0.064	1.401	0.1912	11.207	0.642
Saison x Site	2	0.066	1.442	0.2368	2.883	0.298
Saison x Profondeur	2	0.151	3.290	0.0375	6.579	0.620
Site x Profondeur	4	0.674	14.678	<0.0001	58.712	1.000
Année x Saison x Site	8	0.202	4.397	<0.0001	35.173	0.998
Année x Saison x Profondeur	8	0.057	1.231	0.2767	9.848	0.572
Année x Site x Profondeur	16	0.105	2.290	0.0026	36.636	0.990
Saison x Site x Profondeur	4	0.138	3.007	0.0174	12.026	0.806
Année x Saison x Site x Profondeur	16	0.068	1.479	0.0986	23.671	0.893
résidu	1597	0.046				
POCILLOPORIDAE						
Année	4	1.872	61.181	<0.0001	244.724	1.000
Saison	1	22.778	744.520	<0.0001	744.520	1.000
Site	2	0.246	8.048	0.0003	16.096	0.970
Profondeur	2	0.268	8.775	0.0002	17.550	0.981
Année x Saison	4	2.096	68.505	<0.0001	274.021	1.000
Année x Site	8	0.136	4.438	<0.0001	35.501	0.998
Année x Profondeur	8	0.053	1.726	0.0878	13.809	0.756
Saison x Site	2	0.175	5.719	0.0034	11.438	0.879
Saison x Profondeur	2	0.061	2.005	0.1350	4.011	0.402
Site x Profondeur	4	0.440	14.391	<0.0001	57.564	1.000
Année x Saison x Site	8	0.092	3.005	0.0024	24.037	0.966
Année x Saison x Profondeur	8	0.045	1.469	0.1635	11.754	0.668
Année x Site x Profondeur	16	0.067	2.194	0.0041	35.101	0.987
Saison x Site x Profondeur	4	0.228	7.450	<0.0001	29.799	0.999
Année x Saison x Site x Profondeur	16	0.036	1.190	0.2685	19.033	0.790
résidu	1597	0.031				
PORITIDAE						
Année	4	1.587	4.385	0.0016	17.539	0.946
Saison	1	13.655	37.731	<0.0001	37.734	1.000
Site	2	3.834	10.594	<0.0001	21.188	0.995
Profondeur	2	14.485	40.027	<0.0001	80.054	1.000
Année x Saison	4	2.117	5.850	0.0001	23.402	0.990
Année x Site	8	0.562	1.554	0.1340	12.430	0.699
Année x Profondeur	8	0.297	0.821	0.5840	6.568	0.384
Saison x Site	2	0.062	0.171	0.8426	0.342	0.076
Saison x Profondeur	2	0.151	0.418	0.6586	0.835	0.116
Site x Profondeur	4	1.149	3.174	0.0131	12.697	0.831
Année x Saison x Site	8	0.718	1.984	0.0450	15.870	0.826
Année x Saison x Profondeur	8	0.470	1.298	0.2398	10.387	0.601
Année x Site x Profondeur	16	0.548	1.514	0.0864	24.223	0.902
Saison x Site x Profondeur	4	0.052	0.143	0.9661	0.572	0.080
Année x Saison x Site x Profondeur	16	0.491	1.356	0.1551	21.694	0.855
résidu	1597	0.362				
ACROPORIDAE						
Année	4	0.345	29.872	<0.0001	119.489	1.000
Saison	1	0.001	0.088	0.7664	0.088	0.060
Site	2	0.529	45.829	<0.0001	91.658	1.000
Profondeur	2	0.032	2.778	0.0625	5.556	0.538
Année x Saison	4	0.103	8.946	<0.0001	35.783	1.000
Année x Site	8	0.119	10.311	<0.0001	82.492	1.000
Année x Profondeur	8	0.008	0.674	0.7153	5.388	0.314
Saison x Site	2	0.007	0.607	0.5454	1.213	0.147
Saison x Profondeur	2	0.058	5.011	0.0068	10.023	0.825
Site x Profondeur	4	0.129	11.158	<0.0001	44.630	1.000
Année x Saison x Site	8	0.066	5.709	<0.0001	45.674	1.000
Année x Saison x Profondeur	8	0.067	5.824	<0.0001	46.594	1.000
Année x Site x Profondeur	16	0.015	1.339	0.1648	21.418	0.849
Saison x Site x Profondeur	4	0.019	1.615	0.1679	6.460	0.493
Année x Saison x Site x Profondeur	16	0.037	3.183	<0.0001	50.925	1.000
résidu	1597	0.012				

Annexe 3 (suite).

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
AUTRES FAMILLES						
Année	4	0.008	4.733	0.0008	19.091	0.964
Saison	1	0.013	7.480	0.0063	7.480	0.792
Site	2	0.001	0.838	0.4328	1.676	0.188
Profondeur	2	0.000	0.071	0.9313	0.142	0.061
Année x Saison	4	0.004	2.461	0.0436	9.843	0.705
Année x Site	8	0.002	0.957	0.4681	7.657	0.448
Année x Profondeur	8	0.002	1.071	0.3807	8.567	0.501
Saison x Site	2	0.002	1.129	0.3237	2.256	0.240
Saison x Profondeur	2	0.002	0.947	0.3883	1.893	0.207
Site x Profondeur	4	0.005	2.829	0.0236	11.315	0.777
Année x Saison x Site	8	0.001	0.361	0.9411	2.887	0.174
Année x Saison x Profondeur	8	0.001	0.478	0.8722	3.827	0.224
Année x Site x Profondeur	16	0.002	1.400	0.1326	22.395	0.870
Saison x Site x Profondeur	4	0.002	0.921	0.4510	3.682	0.288
Année x Saison x Site x Profondeur	16	0.001	0.879	0.5938	14.066	0.619
résidu	1597	0.002				

Annexe 4 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles (tous genres confondus) autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
TOUS GENRES 2003						
Site	2	10,069	12,436	0,0004	24,872	0,992
Profondeur	2	14,288	17,646	<0,0001	35,292	1,000
Site x Profondeur	4	0,561	0,692	0,6069	2,769	0,180
résidu	18	0,810				
TOUS GENRES 2004						
Site	2	11,689	11,336	0,0007	22,672	0,986
Profondeur	2	26,826	25,993	<0,0001	51,986	1,000
Site x Profondeur	4	5,333	5,167	0,0060	20,670	0,805
résidu	18	1,032				
TOUS GENRES 2005						
Site	2	5,440	5,573	0,0131	11,146	0,795
Profondeur	2	7,638	7,638	0,0036	15,689	0,921
Site x Profondeur	4	6,089	6,089	0,0025	24,949	0,961
résidu	18	0,976	0,976			
TOUS GENRES 2006						
Site	2	3,000	2,776	0,0890	5,551	0,469
Profondeur	2	3,546	3,282	0,0609	6,654	0,542
Site x Profondeur	4	3,219	3,219	0,0474	11,914	0,674
résidu	18	1,089				

Annexe 5 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles du genre *Pocillopora* autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
POCILLOPORA 2003						
Site	2	1,732	3,665	0,0462	7,330	0,594
Profondeur	2	5,237	11,038	0,0007	22,166	0,984
Site x Profondeur	4	1,381	2,922	0,0503	11,688	0,664
résidu	18	0,473				
POCILLOPORA 2004						
Site	2	1,900	2,797	0,0875	5,594	0,472
Profondeur	2	3,890	5,727	0,0119	11,453	0,807
Site x Profondeur	4	2,582	3,800	0,0207	15,201	0,794
résidu	18	0,679				
POCILLOPORA 2005						
Site	2	1,019	1,008	0,3846	2,016	0,192
Profondeur	2	1,740	1,720	0,2072	3,441	0,304
Site x Profondeur	4	2,780	2,749	0,0604	10,995	0,633
résidu	18	1,011				
POCILLOPORA 2006						
Site	2	2,067	2,787	0,0882	5,575	0,470
Profondeur	2	0,607	0,819	0,4568	1,637	0,164
Site x Profondeur	4	2,298	3,099	0,0418	12,395	0,694
résidu	18	0,742				

Annexe 6 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles du genre *Acropora* autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
ACROPORA 2003						
Site	2	18,246	72,803	<0,0001	145,606	1,000
Profondeur	2	13,442	53,634	<0,0001	107,269	1,000
Site x Profondeur	4	1,285	5,128	0,0062	20,514	0,870
résidu	18	0,251				
ACROPORA 2004						
Site	2	21,020	60,580	<0,0001	121,161	1,000
Profondeur	2	15,993	46,093	<0,0001	92,186	1,000
Site x Profondeur	4	1,572	4,532	0,0104	18,126	0,870
résidu	18	0,347				
ACROPORA 2005						
Site	2	19,925	37,778	<0,0001	75,556	1,000
Profondeur	2	7,872	14,926	0,0002	29,851	0,998
Site x Profondeur	4	0,189	0,358	0,8354	1,430	0,112
résidu	18	0,527				
ACROPORA 2006						
Site	2	15,494	35,565	<0,0001	71,130	1,000
Profondeur	2	3,199	7,343	0,0047	14,686	0,902
Site x Profondeur	4	2,092	4,802	0,0082	19,206	0,891
résidu	18	0,436				

Annexe 7 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles du genre *Porites* autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
PORITES 2003						
Site	2	1,217	2,831	0,0853	5,663	0,477
Profondeur	2	3,753	8,732	0,0022	17,465	0,949
Site x Profondeur	4	1,615	3,757	0,0216	15,027	0,789
résidu	18	0,430				
PORITES 2004						
Site	2	1,027	1,286	0,3005	2,573	0,235
Profondeur	2	4,478	5,612	0,0128	11,224	0,798
Site x Profondeur	4	1,542	1,932	0,1487	7,730	0,464
résidu	18	0,798				
PORITES 2005						
Site	2	0,192	0,448	0,6460	0,896	0,110
Profondeur	2	4,909	11,457	0,0006	22,914	0,987
Site x Profondeur	4	2,071	4,833	0,0080	19,333	0,893
résidu	18	0,428				
PORITES 2006						
Site	2	0,053	0,118	0,8897	0,235	0,065
Profondeur	2	1,105	2,443	0,1152	4,885	0,418
Site x Profondeur	4	0,371	0,819	0,5295	3,278	0,208
résidu	18	0,453				

Annexe 8 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des adultes autour de Moorea (tous genres confondus). Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
TOUS GENRES 2003						
Site	2	34,066	57,781	<0,0001	115,562	1,000
Profondeur	2	23,298	39,517	<0,0001	79,035	1,000
Site x Profondeur	4	6,560	11,127	0,0001	44,510	0,999
résidu	18	0,590				
TOUS GENRES 2004						
Site	2	40,686	37,767	<0,0001	75,535	1,000
Profondeur	2	40,482	37,578	<0,0001	75,156	1,000
Site x Profondeur	4	7,025	6,521	0,0020	20,085	0,969
résidu	18	1,077				
TOUS GENRES 2005						
Site	2	35,737	38,250	<0,0001	76,501	1,000
Profondeur	2	20,235	21,658	<0,0001	43,316	1,000
Site x Profondeur	4	3,631	3,886	0,0191	15,546	0,805
résidu	18	0,934				
TOUS GENRES 2006						
Site	2	20,353	10,324	0,0010	20,648	0,977
Profondeur	2	13,753	6,976	0,0057	13,953	0,885
Site x Profondeur	4	1,828	0,927	0,4700	3,709	0,232
résidu	18	1,971				

Annexe 9 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des adultes du genre *Pocillopora* autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
POCILLOPORA 2003						
Site	2	0,782	1,286	0,3005	2,573	0,235
Profondeur	2	16,429	27,023	<0,0001	54,046	1,000
Site x Profondeur	4	5,327	8,763	0,0004	35,050	0,995
résidu	18	0,608				
POCILLOPORA 2004						
Site	2	1,239	1,196	0,3255	2,391	0,221
Profondeur	2	7,611	7,345	0,0047	14,691	0,902
Site x Profondeur	4	6,968	6,725	0,0017	26,900	0,973
résidu	18	1,036				
POCILLOPORA 2005						
Site	2	1,545	2,225	0,1370	4,449	0,384
Profondeur	2	13,087	18,840	<0,0001	37,680	1,000
Site x Profondeur	4	3,768	5,425	0,0048	21,700	0,929
résidu	18	0,695				
POCILLOPORA 2006						
Site	2	1,642	0,915	0,4182	1,831	0,178
Profondeur	2	26,739	14,903	0,0002	29,807	0,998
Site x Profondeur	4	2,210	1,232	0,3324	4,928	0,302
résidu	18	1,794				

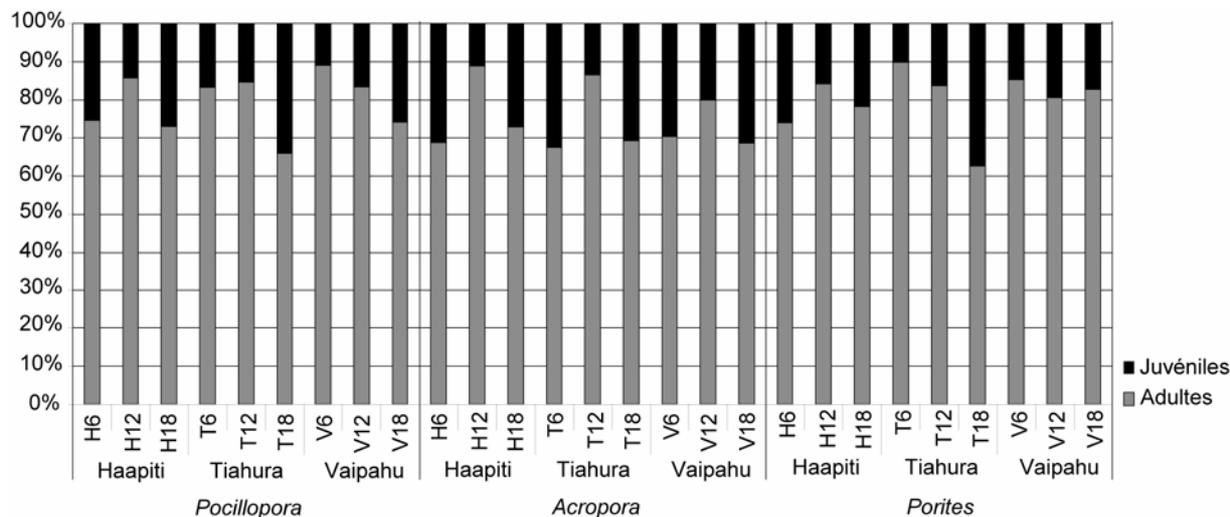
Annexe 10 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des adultes du genre *Acropora* autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
ACROPORA 2003						
Site	2	48,152	171,170	<0,0001	342,340	1,000
Profondeur	2	45,890	163,129	<0,0001	356,258	1,000
Site x Profondeur	4	0,156	0,553	0,6991	2,214	0,151
résidu	18	0,281				
ACROPORA 2004						
Site	2	37,119	99,018	<0,0001	198,037	1,000
Profondeur	2	42,112	112,338	<0,0001	224,677	1,000
Site x Profondeur	4	0,201	0,536	0,7111	2,144	0,147
résidu	18	0,375				
ACROPORA 2005						
Site	2	38,025	72,956	<0,0001	145,911	1,000
Profondeur	2	26,411	50,672	<0,0001	101,343	1,000
Site x Profondeur	4	2,091	4,012	0,0169	16,049	0,819
résidu	18	0,521				
ACROPORA 2006						
Site	2	25,939	13,340	0,0003	26,679	0,995
Profondeur	2	17,583	9,042	0,0019	18,084	0,956
Site x Profondeur	4	3,064	1,576	0,2236	6,303	0,383
résidu	18	1,945				

Annexe 11 : résultats de l'ANOVA à deux facteurs (site et profondeur) réalisée sur l'abondance des adultes du genre *Porites* autour de Moorea. Données racine transformées. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
PORITES 2003						
Site	2	2,351	5,790	0,0114	11,580	0,812
Profondeur	2	21,996	54,168	<0,0001	108,337	1,000
Site x Profondeur	4	2,802	6,901	0,0015	27,602	0,977
résidu	18	0,406				
PORITES 2004						
Site	2	1,566	3,450	0,0539	6,899	0,565
Profondeur	2	28,839	52,529	<0,0001	105,059	1,000
Site x Profondeur	4	0,954	2,102	0,1228	8,406	0,502
résidu	18	0,454				
PORITES 2005						
Site	2	1,171	2,966	0,0770	5,932	0,497
Profondeur	2	17,801	45,090	<0,0001	9,179	1,000
Site x Profondeur	4	0,711	1,802	0,1725	7,207	0,435
résidu	18	0,395				
PORITES 2006						
Site	2	2,515	8,685	0,0023	17,371	0,947
Profondeur	2	9,160	30,892	<0,0001	61,784	1,000
Site x Profondeur	4	1,158	3,907	0,0187	15,628	0,807
résidu	18	0,297				

Annexe 12 : contributions relatives des juvéniles et des adultes aux neuf stations d'études autour de Moorea pour les genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites*. Toutes années confondues.



Annexe 13 : résultats de l'ANOVA à quatre facteurs (saison, île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance des recrues à l'échelle régionale. Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

TOUS TAXONS

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Saison	1	14,857	228,236	<0,0001	228,236	1,000
Ile	2	3,477	53,415	<0,0001	106,830	1,000
Site	2	1,620	24,884	<0,0001	49,768	1,000
Profondeur	2	2,324	35,701	<0,0001	71,403	1,000
Saison x Ile	2	0,041	0,632	0,5333	1,265	0,149
Saison x Site	2	0,104	1,603	0,2061	3,206	0,320
Saison x Profondeur	2	1,053	16,181	<0,0001	32,362	1,000
Ile x Site	4	1,918	29,466	<0,0001	117,866	1,000
Ile x Profondeur	4	0,534	8,204	<0,0001	32,817	0,999
Site x Profondeur	4	0,128	1,970	0,0014	7,878	0,569
Saison x Ile x Site	4	0,235	3,608	0,0085	14,433	0,868
Saison x Ile x Profondeur	4	0,339	5,206	0,0007	20,823	0,971
Saison x Site x Profondeur	4	0,005	0,073	0,9901	0,293	0,064
Ile x Site x Profondeur	8	0,261	4,013	0,0003	32,104	0,992
Saison x Ile x Site x Profondeur	8	0,136	2,089	0,0431	16,715	0,819
résidu	54	0,065				

POCILLOPORIDAE

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Saison	1	37,320	524,088	<0,0001	524,088	1,000
Ile	2	1,783	25,045	<0,0001	50,091	1,000
Site	2	0,625	8,781	0,0003	17,563	0,978
Profondeur	2	1,407	19,753	<0,0001	39,505	1,000
Saison x Ile	2	0,538	7,552	0,0009	15,104	0,952
Saison x Site	2	0,594	8,338	0,0004	16,675	0,970
Saison x Profondeur	2	0,547	7,685	0,0008	15,371	0,956
Ile x Site	4	1,215	17,064	<0,0001	68,256	1,000
Ile x Profondeur	4	0,219	3,069	0,0195	12,275	0,796
Site x Profondeur	4	0,106	1,492	0,2097	5,969	0,440
Saison x Ile x Site	4	0,661	9,283	<0,0001	37,133	1,000
Saison x Ile x Profondeur	4	0,238	3,338	0,0129	13,351	0,835
Saison x Site x Profondeur	4	0,026	0,367	0,8316	1,468	0,130
Ile x Site x Profondeur	8	0,132	1,853	0,0752	14,826	0,758
Saison x Ile x Site x Profondeur	8	0,103	1,450	0,1844	11,601	0,625
résidu	54	0,071				

ACROPORIDAE

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Saison	1	1,360	19,822	<0,0001	19,822	0,998
Ile	2	2,990	43,581	<0,0001	87,161	1,000
Site	2	1,482	21,597	<0,0001	43,194	1,000
Profondeur	2	2,608	38,009	<0,0001	76,018	1,000
Saison x Ile	2	0,248	3,612	0,0304	7,224	0,653
Saison x Site	2	0,143	2,084	0,1294	4,169	0,407
Saison x Profondeur	2	0,853	12,443	<0,0001	24,886	0,998
Ile x Site	4	0,967	14,089	<0,0001	56,355	1,000
Ile x Profondeur	4	0,551	8,024	<0,0001	32,097	0,999
Site x Profondeur	4	0,113	1,645	0,1684	6,580	0,483
Saison x Ile x Site	4	0,121	1,760	0,1424	7,039	0,514
Saison x Ile x Profondeur	4	0,378	5,512	0,0005	22,049	0,979
Saison x Site x Profondeur	4	0,035	0,505	0,7322	2,020	0,164
Ile x Site x Profondeur	8	0,272	3,972	0,0004	31,775	0,991
Saison x Ile x Site x Profondeur	8	0,108	1,578	0,1402	12,620	0,671
résidu	54	0,069				

Annexe 13 (suite)

PORITIDAE						
	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Saison	1	8,106	122,289	<0,0001	122,289	1,000
Ile	2	0,764	11,523	<0,0001	23,046	0,997
Site	2	1,206	18,191	<0,0001	36,382	1,000
Profondeur	2	0,354	5,343	0,0062	10,687	0,840
Saison x Ile	2	1,193	18,004	<0,0001	36,008	1,000
Saison x Site	2	1,652	24,918	<0,0001	49,835	1,000
Saison x Profondeur	2	0,170	2,567	0,0815	5,134	0,491
Ile x Site	4	0,590	8,889	<0,0001	35,596	1,000
Ile x Profondeur	4	0,139	2,099	0,0861	8,396	0,601
Site x Profondeur	4	0,054	0,810	0,5213	3,242	0,246
Saison x Ile x Site	4	0,331	4,995	0,0010	19,979	0,964
Saison x Ile x Profondeur	4	0,202	3,049	0,0201	12,196	0,793
Saison x Site x Profondeur	4	0,188	2,832	0,0282	11,327	0,756
Ile x Site x Profondeur	8	0,085	1,287	0,2578	10,300	0,561
Saison x Ile x Site x Profondeur	8	0,088	1,332	0,2357	10,655	0,579
résidu	54	0,066				

Annexe 14 : résultats de l'ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles à l'échelle régionale (données racine transformées). Ddl : degrés de liberté. Puissance : 1- β .

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	38,197	47,758	<0,0001	95,516	1,000
Site	2	20,753	25,948	<0,0001	51,895	1,000
Profondeur	2	22,616	28,278	<0,0001	56,553	1,000
Ile x Site	4	34,498	43,133	<0,0001	172,530	1,000
Ile x Profondeur	4	8,302	10,380	<0,0001	41,520	1,000
Site x Profondeur	4	4,121	5,153	0,0014	20,611	0,961
Ile x Site x Profondeur	8	2,574	3,218	0,0046	25,745	0,951
résidu	54	0,800				

Annexe 15 : résultats de l'ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance des juvéniles des genres *Pocillopora*, *Acropora* et *Porites* à l'échelle régionale (données racine transformées), Ddl : degrés de liberté, Puissance : 1- β .

POCILLOPORA						
	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	5,479	8,905	0,0005	17,809	0,975
Site	2	2,967	4,596	0,0144	9,191	0,759
Profondeur	2	6,260	9,696	0,0003	19,392	0,985
Ile x Site	4	6,523	10,103	<0,0001	40,413	1,000
Ile x Profondeur	4	6,791	10,518	<0,0001	42,073	1,000
Site x Profondeur	4	0,576	0,892	0,4752	3,567	0,259
Ile x Site x Profondeur	8	2,915	4,515	0,0003	36,123	0,994
résidu	54	0,646				

ACROPORA						
	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	14,894	31,737	<0,0001	63,475	1,000
Site	2	5,908	12,588	<0,0001	25,177	0,998
Profondeur	2	6,040	12,871	<0,0001	25,742	0,998
Ile x Site	4	12,082	25,746	<0,0001	102,984	1,000
Ile x Profondeur	4	4,210	8,972	<0,0001	35,887	0,999
Site x Profondeur	4	1,934	4,121	0,0055	16,483	0,901
Ile x Site x Profondeur	8	0,605	1,289	0,2686	10,315	0,529
résidu	54	0,469				

PORITES						
	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	1,283	2,540	0,0882	5,081	0,476
Site	2	0,473	0,936	0,3985	1,872	0,197
Profondeur	2	5,491	10,876	0,0001	21,752	0,993
Ile x Site	4	0,646	1,279	0,2895	5,118	0,365
Ile x Profondeur	4	1,070	2,120	0,0909	8,480	0,585
Site x Profondeur	4	1,009	1,999	0,1077	7,996	0,556
Ile x Site x Profondeur	8	1,667	3,301	0,0039	26,411	0,957
résidu	54	0,505				

Annexe 16 : résultats des ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance du total des adultes, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des adultes de plus de 10 cm de diamètre à l'échelle régionale (tous genres confondus). Données racine transformées. Ddl : degré de liberté.

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
TOUTES CLASSES DE TAILLE						
Ile	2	38,197	47,758	<0,0001	95,516	1,000
Site	2	20,753	25,948	<0,0001	51,895	1,000
Profondeur	2	22,616	28,278	<0,0001	56,553	1,000
Ile x Site	4	34,498	43,133	<0,0001	172,530	1,000
Ile x Profondeur	4	8,302	10,380	<0,0001	41,520	1,000
Site x Profondeur	4	4,121	5,153	0,0014	20,611	0,961
Ile x Site x Profondeur	8	2,574	3,218	0,0046	25,745	0,951
résidu	54	0,800				
ADULTES <10 CM						
Ile	2	0,599	1,195	0,3105	2,931	0,241
Site	2	0,147	0,194	0,7468	0,587	0,093
Profondeur	2	6,097	12,159	<0,0001	24,318	0,997
Ile x Site	4	12,094	24,116	<0,0001	96,465	1,000
Ile x Profondeur	4	0,809	1,613	0,1842	6,454	0,456
Site x Profondeur	4	1,221	2,435	0,0583	9,740	0,656
Ile x Site x Profondeur	8	0,997	1,989	0,0654	15,910	0,760
résidu	54	0,501				
ADULTES >10 CM						
Ile	2	49,018	60,876	<0,0001	121,752	1,000
Site	2	26,694	33,152	<0,0001	66,304	1,000
Profondeur	2	20,496	25,454	<0,0001	50,909	1,000
Ile x Site	4	25,092	31,162	<0,0001	124,647	1,000
Ile x Profondeur	4	10,023	12,448	<0,0001	49,792	1,000
Site x Profondeur	4	4,222	5,243	0,0012	20,973	0,964
Ile x Site x Profondeur	8	2,402	2,983	0,0077	23,868	0,931
résidu	54	0,805				

Annexe 17 : résultats des ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance du total des adultes, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des adultes de plus de 10 cm de diamètre du genre *Pocillopora* à l'échelle régionale. Données racine transformées. Ddl : degré de liberté.

POCILLOPORA - TOUTES CLASSES DE TAILLE

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	56,868	69,369	<0,0001	138,738	1,000
Site	2	12,351	15,066	<0,0001	30,132	1,000
Profondeur	2	31,496	38,420	<0,0001	76,839	1,000
Ile x Site	4	10,218	12,465	<0,0001	49,859	1,000
Ile x Profondeur	4	3,838	4,682	0,0026	18,726	0,939
Site x Profondeur	4	6,740	8,222	<0,0001	32,889	0,999
Ile x Site x Profondeur	8	1,776	2,166	0,0449	17,327	0,804
résidu	54	0,820				

POCILLOPORA <10 CM

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	1,490	4,208	0,0200	8,417	0,716
Site	2	2,823	7,976	0,0009	15,952	0,957
Profondeur	2	0,385	1,089	0,3438	2,178	0,223
Ile x Site	4	3,211	9,072	<0,0001	36,288	1,000
Ile x Profondeur	4	1,094	3,091	0,0231	12,363	0,779
Site x Profondeur	4	1,041	2,940	0,0285	11,760	0,754
Ile x Site x Profondeur	8	0,906	2,559	0,0192	20,473	0,878
résidu	54	0,354				

POCILLOPORA >10 CM

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	65,250	65,186	<0,0001	130,373	1,000
Site	2	12,488	12,476	<0,0001	24,952	0,998
Profondeur	2	40,687	40,648	<0,0001	81,296	1,000
Ile x Site	4	7,876	7,869	<0,0001	31,475	0,998
Ile x Profondeur	4	6,463	6,457	0,0003	25,827	0,990
Site x Profondeur	4	7,034	7,027	0,0001	28,108	0,994
Ile x Site x Profondeur	8	2,047	2,045	0,0580	16,363	0,775
résidu	54	1,001				

Annexe 18 : résultats des ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance du total des adultes, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des adultes de plus de 10 cm de diamètre du genre *Acropora* à l'échelle régionale. Données racine transformées. Ddl : degré de liberté.

ACROPORA - TOUTES CLASSES DE TAILLE

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	1,255	2,728	0,0744	5,455	0,507
Site	2	18,337	39,861	<0,0001	79,723	1,000
Profondeur	2	14,985	32,575	<0,0001	65,149	1,000
Ile x Site	4	23,387	50,838	<0,0001	203,354	1,000
Ile x Profondeur	4	28,134	61,159	<0,0001	244,634	1,000
Site x Profondeur	4	3,475	7,555	<0,0001	30,219	0,997
Ile x Site x Profondeur	8	1,0005	2,184	0,0431	17,473	0,808
résidu	54	0,460				

ACROPORA <10 CM

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	2,005	5,092	0,0094	10,183	0,807
Site	2	1,962	4,983	0,01034	9,966	0,797
Profondeur	2	4,649	11,806	<0,0001	23,613	0,996
Ile x Site	4	7,362	18,697	<0,0001	74,786	1,000
Ile x Profondeur	4	6,027	15,306	<0,0001	61,222	1,000
Site x Profondeur	4	2,480	6,298	0,0003	25,193	0,988
Ile x Site x Profondeur	8	1,728	4,389	0,0004	35,113	0,993
résidu	54	0,394				

ACROPORA >10 CM

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	5,612	13,863	<0,0001	27,727	0,999
Site	2	18,216	44,997	<0,0001	89,994	1,000
Profondeur	2	12,897	31,857	<0,0001	63,715	1,000
Ile x Site	4	19,287	47,644	<0,0001	190,577	1,000
Ile x Profondeur	4	24,476	60,462	<0,0001	241,848	1,000
Site x Profondeur	4	2,344	5,791	0,0006	23,166	0,979
Ile x Site x Profondeur	8	0,758	1,872	0,0837	14,977	0,728
résidu	54	0,405				

Annexe 19 : résultats des ANOVA à trois facteurs (île, site et profondeur) réalisée sur l'abondance du total des adultes, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des adultes de plus de 10 cm de diamètre du genre *Porites* à l'échelle régionale. Données racine transformées. Ddl : degré de liberté.

PORITES - TOUTES CLASSES DE TAILLE

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	1,624	4,990	0,0103	9,981	0,798
Site	2	3,000	9,221	0,0004	18,442	0,980
Profondeur	2	8,878	27,286	<0,0001	54,573	1,000
Ile x Site	4	4,919	15,118	<0,0001	60,473	1,000
Ile x Profondeur	4	8,703	26,750	0,0026	107,002	1,000
Site x Profondeur	4	2,714	8,342	<0,0001	33,370	0,999
Ile x Site x Profondeur	8	1,139	3,500	0,0025	28,002	0,968
résidu	54	0,325				

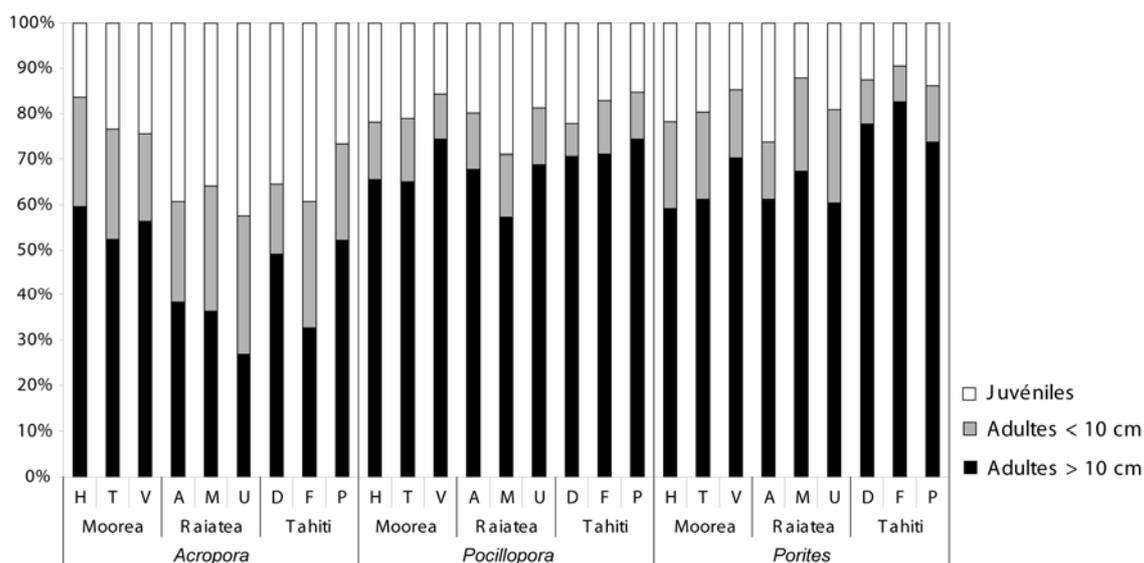
PORITES <10 CM

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	2,246	4,581	0,0145	9,161	0,758
Site	2	0,719	1,467	0,2396	2,935	0,289
Profondeur	2	3,632	7,409	0,0014	14,818	0,941
Ile x Site	4	1,711	3,490	0,0132	13,960	0,835
Ile x Profondeur	4	3,694	7,535	<0,0001	30,139	0,997
Site x Profondeur	4	0,661	1,348	0,2641	5,393	0,384
Ile x Site x Profondeur	8	0,343	0,701	0,6896	5,604	0,287
résidu	54	0,490				

PORITES >10 CM

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
Ile	2	4,110	14,740	<0,0001	29,480	1,000
Site	2	2,848	10,213	0,0002	20,426	0,989
Profondeur	2	6,966	24,984	<0,0001	49,969	1,000
Ile x Site	4	4,019	14,413	<0,0001	57,652	1,000
Ile x Profondeur	4	6,264	22,466	<0,0001	89,863	1,000
Site x Profondeur	4	2,915	10,455	<0,0001	41,821	1,000
Ile x Site x Profondeur	8	1,068	3,831	0,0013	30,645	0,981
résidu	54	0,279				

Annexe 20 : contributions relatives des adultes de plus de 10 cm de diamètre, des adultes de moins de 10 cm de diamètre et des juvéniles pour les genres *Acropora*, *Pocillopora* et *Porites* aux neuf sites d'étude, répartis en trois îles : Moorea, Raiatea et Tahiti.



Annexe 21 : résultats des ANOVA réalisées sur le pourcentage de recrues vivantes, mortes mais présentant des restes de squelette et totalement éliminées. ddl : degrés de liberté.

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda
POURCENTAGE DE RECRUES VIVANTES					
Encagement	1	0,014	0,617	0,4472	5,190
Profondeur	2	0,017	0,755	0,4909	1,792
Encagement x Profondeur	2	0,033	1,470	0,2686	2,939
résidu	12	0,022			
POURCENTAGE DE RECRUES MORTES AVEC SQUELETTE VISIBLE					
Encagement	1	0,146	5,190	0,0418	5,190
Profondeur	2	0,025	0,896	0,4338	1,792
Encagement x Profondeur	2	0,001	0,026	0,9743	0,052
résidu	12	0,338			
POURCENTAGE DE RECRUES TOTALEMENT ELIMINEES					
Encagement	1	0,249	58,801	<0,0001	58,801
Profondeur	2	0,016	3,689	0,0564	7,378
Encagement x Profondeur	2	0,026	6,109	0,0148	0,795
résidu	12	0,004			

Annexe 22 : résultats des ANOVA à trois facteurs (site, profondeur et retournement) réalisées sur le pourcentage de recrues entières, cassées et totales. ddl : degrés de liberté.

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda	puissance
RECRUES (ENTIERES + CASSEES)						
Site	2	8,337	10,432	<0,0001	20,864	0,993
Profondeur	2	18,568	23,235	<0,0001	46,469	1,000
Retournement	1	3,499	4,378	0,0379	4,378	0,537
Site x Profondeur	4	13,000	16,267	<0,0001	65,070	1,000
Site x Retournement	2	0,496	0,621	0,5387	1,242	0,148
Profondeur x Retournement	2	0,921	1,152	0,3184	2,304	0,241
Site x Profondeur x Retournement	4	0,343	0,429	0,7875	1,717	0,147
résidu	168	0,799				
RECRUES ENTIERES						
Site	2	7,613	9,362	0,0001	18,724	0,986
Profondeur	2	19,342	23,785	<0,0001	47,571	1,000
Retournement	1	11,440	14,068	0,0002	14,068	0,976
Site x Profondeur	4	12,585	15,475	<0,0001	61,902	1,000
Site x Retournement	2	0,526	0,646	0,5252	1,293	0,153
Profondeur x Retournement	2	1,351	1,661	0,1930	3,322	0,334
Site x Profondeur x Retournement	4	0,573	0,704	0,5899	2,818	0,220
résidu	168	0,813				
RECRUES CASSEES						
Site	2	0,296	1,095	0,3371	2,189	0,231
Profondeur	2	1,131	4,186	0,0168	8,372	0,732
Retournement	1	24,135	89,319	<0,0001	89,319	1,000
Site x Profondeur	4	1,231	4,556	0,0016	18,225	0,949
Site x Retournement	2	0,404	1,496	0,2270	2,992	0,304
Profondeur x Retournement	2	0,248	0,916	0,4020	1,833	0,199
Site x Profondeur x Retournement	4	1,399	5,176	0,0006	20,705	0,973
résidu	168	0,270				

Annexe 23 : résultats des ANOVA réalisées sur l'abondance des poissons de différentes familles. ddl : degrés de liberté.

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda
ACANTHURIDAE					
Site	2	732,667	1,240	0,3130	2,480
Profondeur	2	1070,889	1,812	0,1919	3,624
Site x Profondeur	4	2043,778	1,729	0,1875	6,917
résidu	18	5318,667			
BALISTIDAE					
Site	2	1,037	1,400	0,2722	2,800
Profondeur	2	9,481	12,800	0,0003	25,600
Site x Profondeur	4	3,148	4,250	0,0135	17,000
résidu	18	0,741			
CHAETODONTIDAE					
Site	2	166,704	11,253	0,0007	22,505
Profondeur	2	71,815	4,848	0,0207	9,695
Site x Profondeur	4	32,815	2,215	0,1082	8,860
résidu	18	14,815			
MONACANTHIDAE					
Site	2	2,333	1,312	0,2937	2,625
Profondeur	2	1,444	0,812	0,4594	1,625
Site x Profondeur	4	2,278	1,281	0,3141	5,125
résidu	18	1,778			
SCARIDAE					
Site	2	312,037	1,530	0,2434	3,060
Profondeur	2	4856,037	23,808	< 0,0001	47,617
Site x Profondeur	4	2049,870	10,050	0,0002	40,201
résidu	18	3671,333			
JUVENILES					
Site	2	2,704	0,640	0,5387	1,281
Profondeur	2	4,926	1,167	0,3339	2,333
Site x Profondeur	4	9,481	2,246	0,1046	8,982
résidu	18	4,222			

Annexe 24 : résultats des ANOVA réalisées sur les pourcentages de recouvrement du benthos sur les plaques de terre cuite. Données transformées arc sinus. ddl : degrés de liberté.

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda
ESPACE LIBRE					
Site	2	0,205	19,122	<0,0001	38,283
Profondeur	2	0,674	62,870	<0,0001	125,741
dispositif	1	0,000	0,030	0,8630	0,030
Site x Profondeur	4	0,097	9,004	<0,0001	36,017
Site x dispositif	2	0,017	1,595	0,2087	3,189
Profondeur x dispositif	2	0,021	1,981	0,1440	3,961
Site x Profondeur x dispositif	4	0,012	1,134	0,3457	4,535
résidu	90	0,011			
ORGANISMES ENCROUTANTS					
Site	2	0,458	23,955	<0,0001	47,911
Profondeur	2	1,443	75,453	<0,0001	150,905
dispositif	1	0,019	0,982	0,3244	0,982
Site x Profondeur	4	0,136	7,133	<0,0001	28,531
Site x dispositif	2	0,056	2,928	0,0586	5,855
Profondeur x dispositif	2	0,006	0,300	0,7417	0,600
Site x Profondeur x dispositif	4	0,007	0,381	0,8214	1,526
résidu	90	0,019			
GAZON ALGAL					
Site	2	0,031	9,393	0,0002	18,786
Profondeur	2	0,045	13,971	<0,0001	27,943
dispositif	1	0,000	0,002	0,9658	0,002
Site x Profondeur	4	0,007	2,065	0,0919	8,262
Site x dispositif	2	0,016	4,821	0,0103	9,643
Profondeur x dispositif	2	0,010	2,928	0,0586	5,856
Site x Profondeur x dispositif	4	0,016	4,993	0,0011	19,972
résidu	90	0,003			
ALGUES CALCAIRES ENCROUTANTES					
Site	2	0,003	0,971	0,3825	1,943
Profondeur	2	0,075	22,279	<0,0001	44,558
dispositif	1	0,012	3,478	0,0654	3,478
Site x Profondeur	4	0,005	1,616	0,1770	6,466
Site x dispositif	2	0,024	7,232	0,0012	14,464
Profondeur x dispositif	2	0,003	0,870	0,4223	1,741
Site x Profondeur x dispositif	4	0,023	6,903	<0,0001	27,614
résidu	90	0,003			

Annexe 25 : résultats des ANOVA réalisées sur les pourcentages de recouvrement des différentes catégories dans les transects-couloirs. Données transformées arc sinus. ddl : degrés de liberté.

	ddl	carré moyen	valeur de F	p	lambda
CORAUX VIVANTS					
Site	2	0,077	11,806	0,0005	23,612
Profondeur	2	0,006	0,929	0,4130	1,858
Site x Profondeur	4	0,057	8,748	0,0004	34,990
résidu	18	0,007			
ALGUES CALCAIRES ENCROÛTANTES					
Site	2	0,086	12,630	0,0004	25,260
Profondeur	2	0,126	18,468	< 0,0001	36,935
Site x Profondeur	4	0,038	5,506	0,0045	22,023
résidu	18	0,007			
DEBRIS					
Site	2	0,010	1,575	0,2342	3,150
Profondeur	2	0,145	23,418	< 0,0001	46,836
Site x Profondeur	4	0,066	10,598	0,0001	42,394
résidu	18	0,006			
MACRO-ALGUES					
Site	2	0,009	4,295	0,0299	8,589
Profondeur	2	0,007	3,275	0,0612	6,551
Site x Profondeur	4	0,006	3,182	0,0384	12,727
résidu	18	0,002			
GAZON ALGAL					
Site	2	0,014	3,439	0,0543	6,879
Profondeur	2	0,017	4,318	0,0294	8,636
Site x Profondeur	4	0,016	4,081	0,0158	16,322
résidu	18	0,004			
AUTRES INVERTEBRES					
Site	2	0,001	1,789	0,1956	3,577
Profondeur	2	0,001	2,591	0,1026	5,181
Site x Profondeur	4	0,001	2,031	0,1330	8,124
résidu	18	0,000			

Maintien des populations de coraux Scléractiniaires en milieu insulaire fragmenté (archipel de la Société, Polynésie française) : influence du recrutement et de la mortalité post-fixation

De façon à améliorer la compréhension des mécanismes de maintien des populations de Scléractiniaires en milieu insulaire fragmenté, l'influence des variations du recrutement, d'une part, et de la mortalité post-recrutement, d'autre part, sur la structure des peuplements juvéniles et adultes a été explorée. Pour cela, dans un premier temps, la variabilité spatio-temporelle du recrutement a été caractérisée à l'échelle insulaire sur 5 ans autour de Moorea et à l'échelle régionale sur 1 an dans l'archipel de la Société (Polynésie française) de façon à mener des analyses spatio-temporelles à multi-échelles. Dans un deuxième temps, la mortalité benthique des stades recrue et juvénile a été quantifiée autour de Moorea, et les principaux facteurs de mortalité identifiés.

Nos résultats montrent l'importance des événements post-recrutement dans la structuration et le maintien des peuplements de Scléractiniaires, quelles que soient les échelles spatio-temporelles considérées. Cependant, pour certains taxons, la structure spatiale des populations adultes à Moorea semble majoritairement gouvernée par la variabilité spatiale du recrutement sur plusieurs années, illustrant l'implication des différences de traits d'histoire de vie dans les mécanismes de maintien des populations.

Autour de Moorea, la mortalité des recrues est particulièrement élevée (50 % en 7 jours), et notamment liée à la prédation par les poissons des familles Scaridae et Balistidae (en particulier les espèces *Scarus psittacus*, *Chlorurus sordidus* et *Melichthys vidua*), et à la compétition avec les autres organismes encroûtants. En outre, la variabilité spatiale de cette mortalité post-fixation précoce explique de façon convaincante les différences observées entre la structure spatiale des recrues et celle des juvéniles, pour deux des trois sites étudiés. La mortalité des juvéniles est de moindre intensité (40 % en 14 mois), mais présente également une variabilité spatiale marquée, notamment en lien avec les variations de l'abondance des poissons de la famille Chaetodontidae (*Chaetodon pelewensis*) et avec le recouvrement en coraux vivants.

Cette étude souligne ainsi la prépondérance des événements post-recrutement dans la structuration des populations et des peuplements adultes, et l'importance des événements ayant lieu au cours des premières semaines de la vie benthique (stade recrue), parmi lesquels la mortalité liée aux interactions biotiques (prédation et compétition) semble particulièrement importante.

Mots clefs : Coraux Scléractiniaires. Maintien des populations. Recrutement. Mortalité post-fixation. Limitation par le recrutement. Modèle prédation/compétition.

Maintenance of Scleractinian coral populations in an insular fragmented system (Society archipelago, French Polynesia): Influence of recruitment and post-settlement mortality.

To improve our understanding of maintenance processes of Scleractinian coral assemblages in an insular fragmented system, the influence of recruitment fluctuations and post-settlement mortality on spatial patterns of juvenile and adult assemblages was investigated. Spatio-temporal variability of recruitment was characterized at an insular scale around Moorea over five years and at a regional scale in the Society archipelago (French Polynesia) over one year. This technique enabled a multi-scale spatio-temporal analysis of the data. Benthic mortality of recruits and juveniles was also quantified around Moorea and the major factors causing mortality were identified.

Our results emphasize the importance of post-recruitment events, particularly those occurring during the first weeks after settlement, in structuring and maintaining adult assemblages, regardless of the spatio-temporal scales considered. However, for some taxa, spatial patterns of adult populations around Moorea are mainly driven by spatial variability of recruitment during previous years. These results illustrate the importance of life history traits in mechanisms of population maintenance.

Around Moorea, recruit mortality is particularly high (50 % in 7 days), and is notably linked with predation by Scaridae and Balistidae fishes (especially *Scarus psittacus*, *Chlorurus sordidus*, and *Melichthys vidua*), and competition by encrusting organisms. Moreover, at two of the three sites studied, spatial variability of early post-settlement mortality convincingly explains differences observed between recruit and juvenile spatial patterns. Juvenile mortality is less intense (40 % in 14 months), but also shows strong spatial variability, linked with the abundance spatial variability of Chaetodontid fishes (especially *Chaetodon pelewensis*) and with living coral cover.

This research highlights the preponderance of post-recruitment events in structuring adult populations and assemblages, and the importance of events occurring during the first weeks of benthic life (recruit stage), particularly mortality due to biotic interactions (predation and competition).

Keywords: Scleractinian corals. Population maintenance. Recruitment. Post-settlement mortality. Recruitment limitation. Predation/competition model.