

Effet des bungalows sur pilotis des hôtels en milieu corallien sur le peuplement ichthyologique

Récif corallien
Développement touristique
Impact sur l'environnement
Poisson

Coral reef
Tourism development
Environmental impact
Fish

Serge PLANES ^{a, b} et Peter J. DOHERTY ^c

^a EPHE - URA CNRS 1453, Laboratoire d'Ichthyologie Tropicale et Méditerranéenne, Université de Perpignan, 66860 Perpignan Cedex, France.

^b Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement, B.P. 1013, Papetoai, Moorea, Polynésie Française.

^c Australian Institute of Marine Science, PMB 3, Townsville, Q 4810, Australie.

Reçu le 10/08/94, révisé le 11/01/95, accepté le 17/01/95.

RÉSUMÉ

Le développement de l'industrie touristique en Polynésie française s'est traduit par la construction de nombreuses installations hôtelières essentiellement sur trois îles de l'archipel de la Société (Bora-Bora, Moorea et Tahiti). En 1993, près de 17 installations touristiques possèdent des bungalows sur pilotis sur le récif frangeant. Ce type d'aménagement, dont la première construction date de 1961, est actuellement en forte augmentation. Une étude a été réalisée de façon à évaluer l'impact de telles structures sur le peuplement ichthyologique. Quatre sites hôteliers équipés de bungalows sur pilotis ont été sélectionnés afin de comparer le peuplement de poissons rencontré sous les pilotis à celui d'un milieu non perturbé par ce type d'aménagement. Les peuplements de poissons sont plus riches et plus abondants sous les bungalows sur pilotis que dans les zones témoins. Néanmoins, ce résultat global masque des variations spécifiques et il apparaît que les bungalows sur pilotis agissent comme des concentrateurs de poissons pour certaines espèces alors qu'ils sont comparables à des récifs artificiels pour d'autres espèces.

ABSTRACT

Effect on fish populations of tourist bungalows built on piles on coral reefs.

Increasing tourism in French Polynesia has encouraged resort development, especially on three islands of the Society Archipelago (Bora-Bora, Moorea, Tahiti). Although different resort structures have been developed, in 1993 there were 17 hotels consisting of bungalows built on piles along the fringing reef, and this kind of construction is becoming increasingly popular. Our study was designed to estimate the impact of such buildings on the local fish communities. Visual surveys were conducted by two observers at four resorts, under three bungalows built on piles and three adjacent control sites. Overall fish diversity and abundance was higher under the bungalows, with average increases of 10 % and 100 % respectively. A multifactorial ANOVA showed that observers produced consistent counts, so that the data could be reanalysed by a simpler two-factor model (bungalows, localities). Both terms were statistically significant and an interaction was detected. This occurred because one locality differs from the others. With the exclusion of this resort, which was the most modified site, the comparisons showed that bungalows have a strong positive influence on the local fish

fauna. We attribute this result to the provision of food and shelter by these artificial structures which are generally located in otherwise simple habitats. While the benefit may be temporary for many species (*i.e.* providing suitable refuge space for juveniles but not adults), there was no evidence of any deleterious effect and recruitment to the local area may be enhanced through subsequent migration.

Oceanologica Acta, 1995, 18, 1, 123-128.

INTRODUCTION

L'écosystème corallien couvre plus de six millions de km² répartis exclusivement entre les isothermes 20°C et représente la plus ancienne et la plus importante construction biotique. De plus, les récifs coralliens comptent plus d'espèces au m² que n'importe quel autre écosystème marin. De ce fait, ils ont souvent été comparés aux forêts tropicales humides pour leur grande diversité. Cette diversité constitue un patrimoine qu'il faut conserver mais, du fait même de la localisation des récifs (le long des côtes), ceux-ci sont directement sujets aux perturbations d'origine anthropique. Les principales perturbations d'origine humaine ayant un impact sur l'écosystème corallien ont été détaillées par Johannes (1975), Salvat (1987) et Grigg et Dollar (1990). On notera en particulier : les augmentations de sédimentation dues à l'érosion littorale et au dragage, l'eutrophisation par apport excessif de nutriments venant de l'agriculture ou des eaux usées, l'exploitation excessive des ressources du récif (poissons, mollusques...). La Polynésie française compte plus de 118 îles et les schémas de perturbation ne s'appliquent pas à l'ensemble du territoire mais sont restreints à quelques îles. Si l'on excepte Mururoa et Fangataufa (Centre d'Expérimentations Nucléaires), les îles de l'archipel de la Société sont les plus touchées par les activités humaines d'une population qui ne cesse d'augmenter. L'archipel de la Société, qui ne compte que 14 îles, abrite 142 573 des 188 814 habitants de la Polynésie française au recensement du 6 septembre 1988. Parallèlement, l'archipel de la Société a vu un développement important des activités touristiques et l'implantation de nombreux complexes hôteliers.

En 1993, on comptait déjà près de 17 installations touristiques pourvues de bungalows sur pilotis pour toute la Polynésie française. Actuellement en forte croissance puisque neuf projets sont à l'étude pour 1994, ce type d'infrastructure a été mis en place pour la première fois en Polynésie en 1961, lors de l'implantation de l'Hôtel Bora-Bora, situé sur l'île Bora-Bora (archipel de la Société). Depuis, les bungalows sur pilotis se sont multipliés et différentes techniques sont utilisées actuellement pour leur mise en place: certains bungalows comptent jusqu'à 15 pilotis de maintien alors que d'autres n'en ont que quatre et la tendance actuelle est à la diminution, de façon à avoir des structures plus aérées.

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence, dans les peuplements ichtyologiques, l'impact à long terme des édifices sur pilotis implantés sur le récif frangeant. Trois modifications majeures sont à prendre en compte: (1)

l'augmentation des superficies ombragées; (2) l'apport d'un nouveau substrat dur à coloniser constitué par les pilotis eux-mêmes, qui permettent la fixation de colonies coralliennes et offrent ainsi de nouveaux habitats aux peuplements de poissons; (3) l'apport irrégulier de nourriture par les touristes habitant les bungalows.

Cette étude n'a pas pour but de mettre en évidence l'impact particulier d'une de ces modifications mais, plus globalement, d'évaluer de façon préliminaire les effets des bungalows sur pilotis sur le peuplement de poissons.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage

Les peuplements de poissons ont été suivis autour de quatre hôtels localisés sur trois îles de l'archipel de la Société (Polynésie française) (fig. 1). Deux hôtels, le Moana Beach et l'hôtel Marara sont situés sur l'île Bora-Bora et deux autres, de la chaîne Beachcomber Parck Royal, sont respectivement implantés à Moorea et à Tahiti. L'objectif de ce travail a été d'étudier l'impact à long terme de ce type de construction et non celui momentané qui se produit lors de leur implantation. Les quatre installations sélectionnées sont équipées de bungalows sur pilotis respectivement depuis 7 ans (Moana Beach, Bora-Bora), 8 ans (Beachcomber, Moorea), 12 ans (Marara, Bora-Bora), et 20 ans (Beachcomber, Tahiti). La construction de ces hôtels a entraîné des modifications du rivage et les rives sont stabilisées depuis leurs implantations respectives. Néanmoins, si aucune modification importante n'est intervenue depuis leur construction sur trois des sites, il est à noter que le site de Moorea a subi un réaménagement complet des rives en 1991, qui a modifié le milieu. Les quatre sites ont été retenus en fonction de la nature des constructions (bungalow entièrement sur pilotis ou partiellement sur pilotis) et de celle du substrat sous-jacent (dominante sableuse, détritique, mixte). Les caractéristiques des bungalows sont décrites dans le tableau 1.

Un échantillonnage de type raisonné a été appliqué. Pour les comptages *in situ* dans chaque site hôtelier trois bungalows sur pilotis, ainsi que trois zones vierges ont été sélectionnés dans la partie de l'hôtel la plus largement excentrée dans le lagon. Les zones sous pilotis ont été délimitées par la surface même du bungalow, soit 50 m². Les zones vierges ont été localisées de manière à échantillonner la même superficie que celle du bungalow. Elles sont situées respectivement en

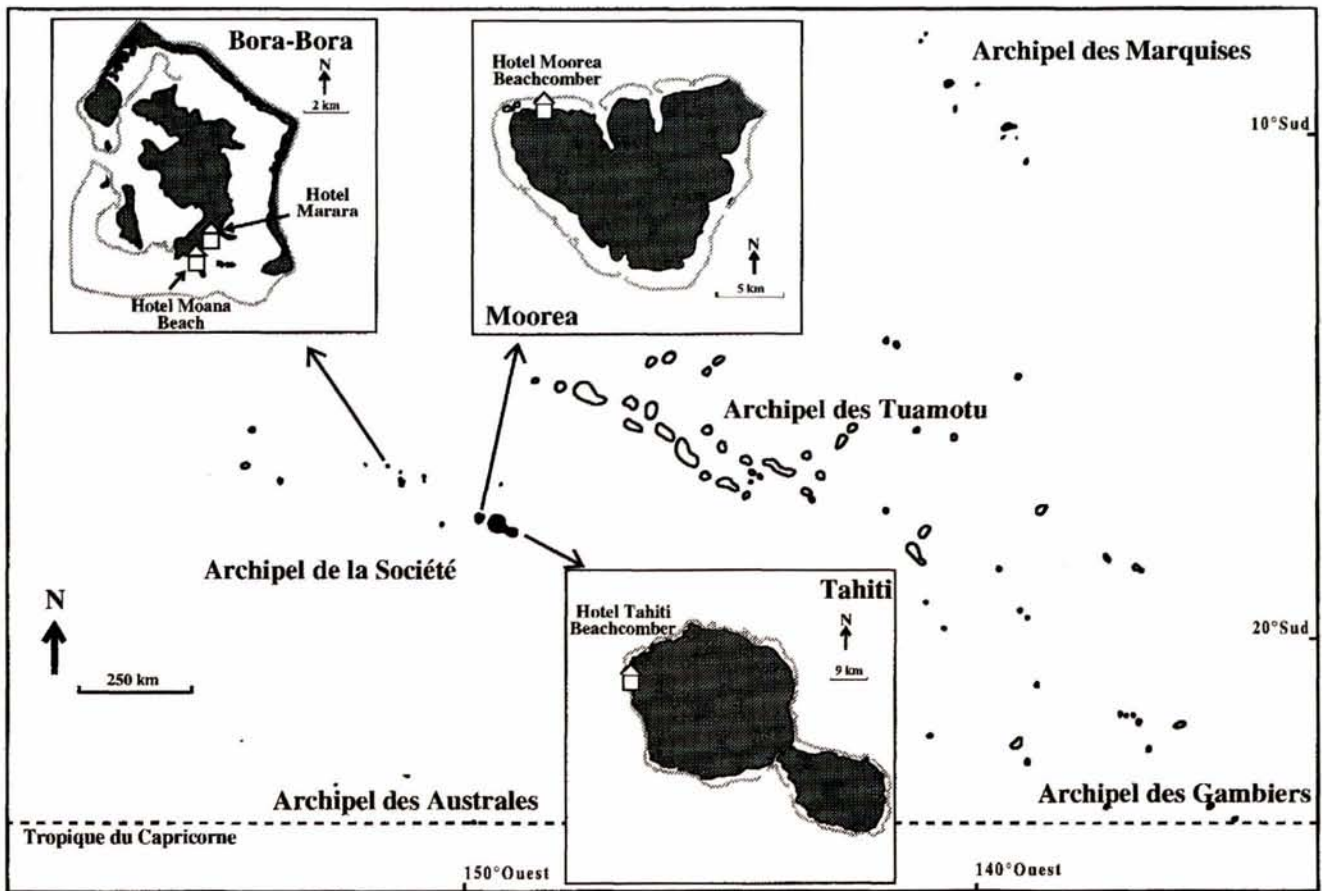


Figure 1

Localisation des quatre complexes hôteliers étudiés en Polynésie française.

Map of French Polynesia showing the locations of the four resorts.

face de chaque bungalow, à une distance suffisante pour empêcher tout effet d'ombrage du bungalow (25 m). Il en résulte le suivi de 24 zones d'échantillonnage.

Les poissons sont comptés par observation visuelle en plongée. Deux observateurs différents opèrent dans chaque

zone en laissant une demi-heure entre chaque comptage pour ne pas perturber les observations. Les comptages ont été réalisés en fin de matinée ou en début d'après-midi, ce qui permet de recenser essentiellement la faune ichthyologique diurne (Galzin, 1987a).

Tableau 1

Caractéristiques environnementales des quatre zones étudiées.

Environmental characteristics of the four sites surveyed.

Hôtels (îles)	Nature du substrat sous les bungalows	Profondeur d'eau (m) sous les bungalows	Type de bungalow	Nombre de pilotis	Hauteur du bungalow (m) par rapport au niveau marin
Hôtel Moana (Bora Bora)	Sableux	2 à 2,5	entièrement sur pilotis	4	2,1
Hôtel Marara (Bora Bora)	Sableux (sable réduit)	1 à 1,5	accolé à un motu artificiel	7	1,5
Hôtel Beachcomber (Tahiti)	Sableux et détritique	2 à 2,5	entièrement sur pilotis	10	1,6
Hôtel Beachcomber (Moorea)	Détritique	0,5 à 1	accolé à un motu artificiel	2	1,5

Analyses statistiques

L'influence des différents facteurs sur les variations de la diversité spécifique et de l'abondance des différentes espèces, a été déterminée par une analyse de variance multi-factorielle. Parallèlement, un test de Bartlett a été employé pour vérifier l'homogénéité des variances, ce qui a permis d'utiliser les données sans les transformer. Deux analyses factorielles ont été développées pour étudier respectivement les variables d'abondance totale et celles de diversité spécifique utilisant à chaque analyse trois facteurs: observateurs, hôtels, présence ou absence de pilotis. Les résultats des analyses de variance ont été validés avec un test de F (Zar, 1984).

RÉSULTATS

Sur l'ensemble des quatre hôtels, un total de 2906 poissons a été dénombré et 62 espèces appartenant à 25 familles ont été identifiées. Les données globales sont indiquées dans le tableau 2. Sur l'ensemble des comparaisons, on observe une augmentation de près de 10 % de la diversité dans les zones sous les structures sur pilotis (51 espèces pour 46 en dehors), mais surtout un doublement de l'abondance de poissons (81,71 individus par surface de 50 m² dans les zones sous les structures sur pilotis et 39,38 en dehors).

Tableau 2

Diversité totale et abondance moyenne observées sur les sites des quatre hôtels suivis. Les quadrats sous les pilotis sont différenciés des quadrats réalisés sur des zones vierges. La diversité totale correspond au nombre total d'espèces observées par les deux observateurs sur l'ensemble des trois quadrats comptés dans chaque zone. Les abondances moyennes (nombre d'individus/50 m²) sont calculées à partir des abondances obtenues par les comptages des deux observateurs sur les trois zones. Elles correspondent donc à une moyenne de six comptages accompagnée de l'écart-type entre parenthèses.

Total diversity and mean abundance in fish communities observed under bungalows and on control sites at each of the four resorts. Total diversity represents the cumulative counts of fish by two observers on three quadrats of each category. Abundance values represent mean density (fish/50 m²) in each quadrat; standard errors for each estimate in parentheses.

	Diversité totale		Abondance moyenne	
	Zones sous pilotis	Zones sans pilotis	Zones sous pilotis	Zones sans pilotis
Hôtel Maeva (Bora Bora)	36	24	163,33 (72,97)	39,33 (34,59)
Hôtel Matira (Bora Bora)	30	18	104,50 (91,45)	57,33 (29,02)
Hôtel Beachcomber (Tahiti)	28	26	47,67 (18,10)	27,83 (23,46)
Hôtel Beachcomber (Moorea)	10	13	11,33 (5,82)	33,00 (30,91)
Total	51	46	81,71 (80,76)	39,38 (30,00)

Néanmoins, ces dernières valeurs ne sont pas statistiquement différentes étant donnés les écart-types importants.

Le tableau 3 donne un récapitulatif des analyses de variance multi-factorielles réalisées sur la diversité spécifique et l'abondance totale. D'un point de vue méthodologique, il ressort que l'influence de l'observateur n'apparaît pas comme un facteur affectant la variance de la diversité ni celle de l'abondance du peuplement ichtyologique (moins de 5 % de la variance totale), ce qui donne une validité aux comptages. Ce résultat indique que la technique est reproductible puisqu'elle n'affecte pas les résultats de façon significative.

Deux facteurs apparaissent fortement significatifs de façon indépendante : il s'agit de l'hôtel et de la présence ou de l'absence de pilotis. En effet, les résultats montrent que l'hôtel, donc le site choisi, affecte de façon très significative ($P < 0,005$) le peuplement de poissons. Ce facteur explique près de 30 % de la variance totale de la diversité spécifique et de l'abondance totale des poissons dans les comptages. De plus, la présence ou l'absence de pilotis dans la zone comptée est également un facteur qui influence significativement la diversité spécifique et l'abondance totale dans les comptages puisqu'il explique entre 36 et 52 % de la variance totale. Par ailleurs, si l'on exclut, pour des raisons que nous développerons ultérieurement, les données de l'hôtel Beachcomber de Moorea, seul le facteur pilotis apparaît significatif dans la mesure où il explique en grande partie la variance entre les comptages, soit 74 % pour les données de diversité et 50 % pour celles d'abondance.

DISCUSSION

Il ressort clairement des comptages réalisés sur 24 quadrats de 50 m² que le site choisi et la présence ou l'absence de pilotis sur la zone, affectent de façon très significative l'abondance et la diversité du peuplement ichtyologique. Compte tenu du nombre d'espèces et de l'abondance moyenne, il apparaît que la présence de pilotis contribue à une augmentation relative du nombre d'espèces et d'individus.

L'effet du site, c'est-à-dire de l'hôtel choisi, apparaît normal dans la mesure où il existait une grande diversité entre les substrats des différents sites. Bell et Galzin (1984) et Galzin (1987b) ont montré que le peuplement de poissons des récifs coralliens est significativement corrélé à la nature du substrat. Dans notre étude, cette différence se retrouve essentiellement sur le site de l'hôtel Beachcomber de Moorea où la diversité est très faible dans la mesure où cet hôtel a subi des aménagements récents (1991) qui ont modifié le milieu. De plus, dans la zone étudiée de cet hôtel la hauteur d'eau sur site est la plus faible des quatre sites surveillés (moins d'un mètre). Galzin (1987a) dénombreait seulement 54 espèces de poissons dans la zone la plus côtière du récif frangeant de Moorea de Tiahura qui se situe près de l'hôtel Moorea Beachcomber (environ 500 mètres), ce qui ne représentait que 19 % des espèces des récifs de Moorea. Par ailleurs, il est maintenant indiqué dans de nombreuses études, que les perturbations du

Tableau 3

Résumé des résultats des analyses de variances réalisées sur les abondances et les diversités spécifiques en poissons. Ces analyses prennent en compte les facteurs suivants : observateurs, hôtels et absence ou présence de pilotis dans la zone étudiée. Le tableau donne en pourcentage la variance expliquée par chaque composante. Un test de F a été réalisé pour déterminer la signification de chaque valeur. ns = $P > 0,05$; * = $P < 0,05$ et ** = $P < 0,01$. ddl indique le nombre de degrés de liberté et les valeurs de F sont indiquées entre parenthèses.

Summarized results of the ANOVA on diversity and abundance of fish communities, showing effects due to observer (two), localities (four and three) and the presence or absence of piles in the area surveyed. Table indicates percentage of variance for each component and statistical significance of the F-tests: ns = $P > 0.05$; * = $P < 0.05$ and ** = $P < 0.01$. ddl values mean degree of freedom and F-ratio are indicated in parentheses.

Facteurs testés dans l'analyse de variance	Analyse sur 4 hôtels			Analyse sur 3 hôtels (sans Moorea Beach.)		
	ddl	Diversité spécifique	Abondance	ddl	Diversité spécifique	Abondance
<i>ANOVA avec trois facteurs</i>						
Observateur (variation entre deux observateurs)	1	ns 0,04 (0,02)	ns 3,60 (0,93)	1	ns 0,75 (0,25)	ns 5,00 (1,18)
Hôtel (variation entre les hôtels)	3	** 29,79 (13,06)	** 28,12 (7,26)	2	ns 7,74 (2,59)	* 16,70 (3,93)
Pilotis (variation entre zone sous pilotis et zone sans pilotis)	1	** 52,01 (22,80)	** 36,30 (9,37)	1	** 73,74 (24,69)	** 49,84 (11,73)
Observateur × Hôtel	3	ns 1,63 (0,72)	ns 3,11 (0,80)	2	ns 1,68 (0,56)	ns 2,97 (0,70)
Observateur × Pilotis	1	ns 3,34 (1,46)	ns 4,02 (1,04)	1	ns 5,05 (1,69)	ns 5,34 (1,26)
Hôtel × Pilotis	3	* 9,99 (4,38)	** 18,43 (4,76)	2	ns 7,30 (2,44)	ns 13,65
Observateur × Hôtel × Pilotis	3	ns 0,92 (0,40)	ns 2,54 (0,66)	2	ns 0,75 (0,25)	ns 2,26 (0,53)
Résidus	32	2,28	3,87	24	2,99	4,25

milieu d'origine anthropique entraînent, pour la plupart, une diminution de la richesse spécifique et de la densité des peuplements (Amesbury, 1981 ; Harmelin-Vivien, 1992). Ceci nous amène à penser que la faible diversité préexistante du milieu où sont installés les bungalows, renforcée par les récentes perturbations du milieu, explique probablement les très faibles valeurs trouvées sur le site de l'hôtel Moorea Beachcomber.

À la suite de ces résultats, une nouvelle analyse a été réalisée en excluant les données de l'hôtel Moorea Beachcomber (tab. 3). Il ressort de cette nouvelle analyse que l'essentiel de la variance entre les comptages (soit 74 % pour les données de diversité et 50 % pour l'abondance) provient des différences observées entre les zones sous pilotis et les zones témoins sans pilotis. Dans cette dernière analyse ne comprenant que trois hôtels, les substrats sont similaires (sableux) et la variance entre les sites (hôtels) beaucoup plus faible.

Il apparaît ainsi que les zones sous pilotis présentent une diversité et une abondance en poissons plus élevées que les zones témoins proches. Divers éléments sont à prendre en considération pour expliquer un tel résultat, l'impact des zones sous les structures sur pilotis étant variable selon

les espèces considérées. La mise en place de pilotis augmente la quantité de substrats durs dans le milieu et leurs parties les plus éclairées vont pouvoir être colonisées par les coraux. Ces colonies coralliennes représentent des abris pour certaines espèces de poissons comme les Pomacentridae tels que *Pomacentrus pavo*, *Dascyllus aruanus* ou *Chromis viridis*, ou encore des Holocentridae qui sont abondants autour des pilotis. Les infrastructures sur pilotis sont toutes situées sur les récifs frangeants qui sont des aires de nurseries et de grossissement pour de nombreuses espèces de poissons (Planes *et al.*, 1993). Ainsi, les abris créés par les blocs constituant certains pilotis et les colonies de corail qui s'y fixent et se développent sont habitées par les juvéniles de certaines espèces (Mullidae, Chaetodontidae, Siganidae, Acanthuridae) qui trouvent là nourriture et refuge.

Les implantations sur pilotis peuvent être assimilées à des structures de type récifs artificiels qui sont très développées en milieu tempéré et tropical. Les études menées sur les récifs artificiels indiquent une augmentation de la diversité et de l'abondance de certaines espèces du fait de l'apport artificiel d'un substrat dur (Bohnsack et Sutherland, 1985). Les récifs artificiels sont généralement mis en

place sur des fonds sableux et peu productifs, de même les structures sur pilotis installées en milieu corallien, globalement très productif, sont implantées sur les récifs frangeants dont les fonds sont essentiellement sableux et moins productifs.

En fait, le problème majeur est de savoir si les structures sur pilotis agissent comme concentrateurs de poissons, ou comme zone où la production halieutique est plus forte. Dans le premier cas les pilotis ne proposeraient que des abris et les poissons seraient issus d'autres zones: il n'y aurait pas réellement d'augmentation de la production du fait de ces structures (Klima et Wickham, 1971; Wickham et Russel, 1974). À l'opposé, ces structures pourraient agir comme des récifs artificiels sur lesquels les poissons vont recruter et se développer, ce qui entraînerait une augmentation de la production. Il est très difficile de savoir si l'augmentation de la diversité et de l'abondance est due à un accroissement de production ou à des migrations. Il semble que la réponse soit variable selon les espèces. Il est légitime de penser que pour les Pomacentridae ou des Holocentridae, qui se servent de substrat comme refuge contre les prédateurs, le milieu offre plus de place et par conséquent permet une augmentation de la production. À l'opposé, dans le cadre des Carangidae ou des Mullidae, les structures sous pilotis semblent plutôt servir de concentrateurs, dans la mesure où les touristes attirent les poissons en les nourrissant. Par ailleurs, pour la majorité des espèces, les structures sous pilotis constituent des abris

transitoires durant le cycle biologique. Cela est le cas pour les Chaetodontidae, les Siganidae ou encore les Acanthuridae, pour lesquels de nombreux juvéniles ont été observés sous les pilotis, mais très peu d'adultes.

En conclusion, il apparaît que les bungalows sur pilotis ont un effet positif sur la richesse spécifique et sur l'abondance des poissons. L'étude réalisée ne permet pas de conclure en ce qui concerne l'origine et l'impact de cet effet sur les peuplements naturels. De plus, il semble que la réponse des populations de poissons face à l'implantation de pilotis ne soit pas univoque, mais variable selon les espèces et leurs comportements. Il sera donc important, avant que les implantations touristiques ne développent encore ces structures, d'étudier de façon plus précise l'impact des bungalows sur pilotis sur les peuplements naturels de poissons.

Remerciements

Cette étude a été financée par le Haut-Commissariat de la République en Polynésie française (Direction de l'Assistance Technique) et le Ministère de la Culture et de l'Environnement (Délégation à l'Environnement) et a été réalisée dans le cadre d'un contrat de recherche avec le CETE Méditerranée. Les auteurs remercient Y. Chancerelle pour son aide et sa collaboration sur le terrain ainsi que R. Galzin et les référés pour les nombreux commentaires apportés au manuscrit.

RÉFÉRENCES

- Amesbury S.S. (1981). Effect of turbidity on shallow water reef fish assemblages in Truk, Eastern Caroline Island. *Proc. 4th Intern. Coral Reef Symp.* **1**, 155-159.
- Bell J. et R. Galzin (1984). Influence of live coral cover on coral reef fish communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **15**, 265-274.
- Bohnsack J.A. et D.L. Sutherland (1985). Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. *Bull. Mar. Sci.* **30**, 11-39.
- Galzin R. (1987a). Structure of fish communities of French Polynesian coral reefs. II. Temporal scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **78**, 137-145.
- Galzin R. (1987b). Structure of fish communities of French Polynesian coral reefs. I. Spatial scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **78**, 129-136.
- Grigg R.W. et S.J. Dollar (1990). Natural and anthropogenic disturbance on coral reefs. In : *Coral Reefs, Ecosystem of the World*, Z. Dubinsky, ed. Elsevier Press, 439-452.
- Harmelin-Vivien M.L. (1992). Impact des activités humaines sur les peuplements ichthyologiques des récifs coralliens de Polynésie française. *Cybium* **16**, 279-289.
- Johannes R.E. (1975). Pollution and degradation of coral reef communities. In : *Tropical marine pollution*, E.J.F. Wood et R.E. Johannes, eds. Elsevier Press, 13-50.
- Klima E.F. et D.A. Wickham (1971). Attraction of coastal pelagic fishes with artificial structures. *Trans. Am. Fish. Soc.* **100**, 86-99.
- Planes S., A. Lefevre, P. Legendre et R. Galzin (1993). Spatio-temporal variability in fish recruitment to a coral reef (Moorea, French Polynesia). *Coral Reefs* **12**, 105-113.
- Salvat B. (1987). *Human impacts on Coral Reefs: Facts and Recommendations*. Antenne Museum/EPHE, French Polynesia, 253 p.
- Wickham D.A. et G.M. Russell (1974). An evaluation of mid-water artificial structures for attracting coastal pelagic fish. *Fish. Bull.* **72**, 181-191.
- Zar J.H. (1984). *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey, 718 p.