

Etude préliminaire des effets potentiels de l'extraction de sable sur les peuplements de poissons

Michel KULBICKI, Gérard MOU THAM et Pierre THOLLOT

ORSTOM
BP A5 Nouméa
Nouvelle-Calédonie

+ Ajouter 1 AFC et hiérarchie
+ Annexe 3 = ajouter groupes ↑ si espèces
présentes (éventuellement leur
contribution)

Table des matières

Introduction	37
Matériels et méthodes	37
Résultats	38
1 - Caractéristiques physiques des stations.....	38
2 - les peuplements de poissons	40
2.1 - composition spécifique.....	40
2.2 - la densité.....	41
2.3 - Biomasse et poids moyens.....	42
2.4 - Les structures trophiques	44
2.5- Structure démographique.....	45
Discussion.....	46
1 - Validité des méthodes	46
2 - Comparaison avec d'autres récifs du lagon SW.....	47
2.1 - composition spécifique.....	47
2.2- densité.....	47
2.3 - taille moyenne et biomasse.....	47
2.4- Structure trophique.....	47
2.5 - Structure démographique.....	48
2.6 - les variations temporaires	49
3 - Conséquences possibles de l'extraction de sable sur les peuplements de poissons	50
3.1- effets sur les oeufs, larves et juvéniles	50
3.2- effets sur les adultes.....	51
3.2.1 - effets directs	51
3.2.2 - les effets indirects.....	51
4 - Suggestions concernant une exploitation du sable.....	52
Bibliographie	53
Annexes.....	55

Introduction

Les poissons ^{du lagon de NC} de lagon ont été étudiés en Nouvelle-Calédonie par l'ORSTOM depuis 1980. Initialement cet institut a analysé les peuplements d'appâts vivants utilisés par la pêche thonière à la canne (Conand, 1988; Hallier et Kulbicki, 1985), puis à partir de 1984 s'est consacré aux poissons récifaux (Kulbicki, 1987, 1988a, 1988b, 1992; Kulbicki et Grandperrin, 1988; Kulbicki et al. 1987, 1992), aux poissons de fonds meubles (Kulbicki et Wantiez, 1990a, 1990b; Wantiez et Kulbicki, 1992; Wantiez, in prep.) et de mangroves (Thollot, 1988, 1989, 1992a, 1992b). Dans le lagon SW, l'échantillonnage de ces poissons a été réalisé sur une région s'étendant de la baie de Prony jusqu'à la baie de St Vincent, cette dernière zone ayant fait l'objet d'études plus approfondies. L'ORSTOM dispose en particulier du suivi mensuel sur un an de trois stations récifales dans le voisinage de Ténia (figure 1).

Les études de l'ORSTOM montrent qu'il existe peu de relations entre les peuplements côtiers, les peuplements des fonds meubles et ceux des récifs. Chacun de ces peuplements possède des structures spécifiques, trophiques et démographiques particulières et caractéristiques. Il existe ^{également} ~~cependant~~ des variations importantes de ces structures au sein d'un même peuplement. En particulier, ~~il a été démontré qu'il existe~~ un gradient côte-récif et nord-sud de ces structures. Un changement dans ces structures peut être assez facilement décelé et serait le signal d'une modification du peuplement. Il existe de nombreuses causes possibles pour de tels changements: climat, pêche et pollution étant les causes majeures. Les connaissances actuelles permettent de prédire dans une certaine mesure si une modification des structures d'un peuplement aura des effets à court ou à long terme. L'analyse des structures existantes d'un peuplement permet aussi d'en déterminer la robustesse et les points faibles. La présente étude se propose donc:

- a) d'analyser les structures des peuplements de poissons existant à proximité du site d'exploitation des sables ;
- b) de montrer si une telle exploitation pourrait avoir des effets néfastes sur ces peuplements ;
- c) de proposer, si nécessaire, des solutions aux problèmes que pourrait engendrer une telle exploitation sur les peuplements de poissons.

Matériels et méthodes

La zone d'étude (figure 2) a été définie en tenant compte des courants principaux. Cette zone a été divisée en trois sous-zones: le récif barrière, les fonds blancs (ou zone d'extraction) et le récif intérieur (banc du Curieux). Au total 20 stations ont été réparties sur la zone suivant 5 radiales d'orientation NW-SE.

Sur chaque station un transect de 50 m a été posé. Deux plongeurs, un de part et d'autre du transect, ont décompté les poissons. Chaque poisson observé a été identifié, sa taille et sa distance au transect estimées. Les tailles sont données par classes de 1 cm pour les poissons de moins de 10 cm, par classes de 2 cm pour les poissons entre 10 et 30 cm, par classes de 5 cm pour les poissons de 30 à 70 cm et par classes de 10 cm pour les poissons au-delà de 70 cm. Les distances sont estimées au mètre près. Les densités et les biomasses sont ensuite calculées par la méthode de Burnham et al. (1980). Les structures trophiques sont déterminées en utilisant la méthode et les tableaux de conversion donnés par Kulbicki et al. (in press). Neuf catégories trophiques ont été utilisées: piscivores, macrocarnivores (proies de plus de 2 cm), microcarnivores (proies inférieures à 2 cm), zooplancivores, phytophages, herbivores (microalgues), brouteurs (macrophytes), corallivores et détritivores. Les structures démographiques sont estimées suivant la méthode présentée par Kulbicki et al. (1992). Six classes de stratégies démographiques (Annexe 1) ont été retenues, notées de 1 à 6, 1 indiquant des poissons ayant une croissance très rapide, un effort reproductif important et une forte mortalité, 6 indiquant l'autre extrême, c.à.d. des poissons de grande taille, ayant un effort reproductif faible, une croissance lente et une faible mortalité.

Un troisième plongeur note la nature du fond par tranche de 10 m et sur une largeur de 5 m de part et d'autre du transect. Les sédiments sont classés suivant l'échelle donnée par le tableau 1. Le plongeur estime à vue le pourcentage de couverture des différents constituants du substrat. Les organismes recouvrants (algues, coraux, spongiaires) sont également notés et leur pourcentage de couverture est évalué indépendamment du substrat.

Tableau 1: classification des éléments du substrat utilisée pour l'étude des peuplements de poissons

Nomenclature	Définition et taille approximative des éléments
Sables vaseux et très fins	< 0.125 mm
Sables fins	0.125 à 0.250 mm
Sables moyens	0.250 à 0.50 mm
Sables grossiers	0.5 à 2 mm
Graviers	2 mm à 1 cm
Débris	1 à 5 cm de diamètre
Petits blocs	5 à 30 cm de diamètre
Gros blocs	30 à 100 cm de diamètre
Roche	roche massive d'origine organique ou non
Dalle	couche horizontale indurée
Corail et pâtés coralliens	formations coralliennes masquant le substrat ou bloc corallien supérieur à 1 m de diamètre

Résultats

1 - Caractéristiques physiques des stations

Les principales caractéristiques physiques des stations sont regroupées dans le tableau 2, les résultats bruts étant consignés dans l'annexe 2.

Les stations du récif barrière se distinguent par des sables grossiers blancs (25%), des graviers (10%) provenant de la destruction des coraux, des petits blocs d'origine corallienne (10%) et de la dalle (10%), cette dernière étant présente par petites plaques de quelques m² chacune. Le pourcentage de roche (28%) est plus faible que sur le récif intérieur. La couverture en corail vivant (15%) est similaire

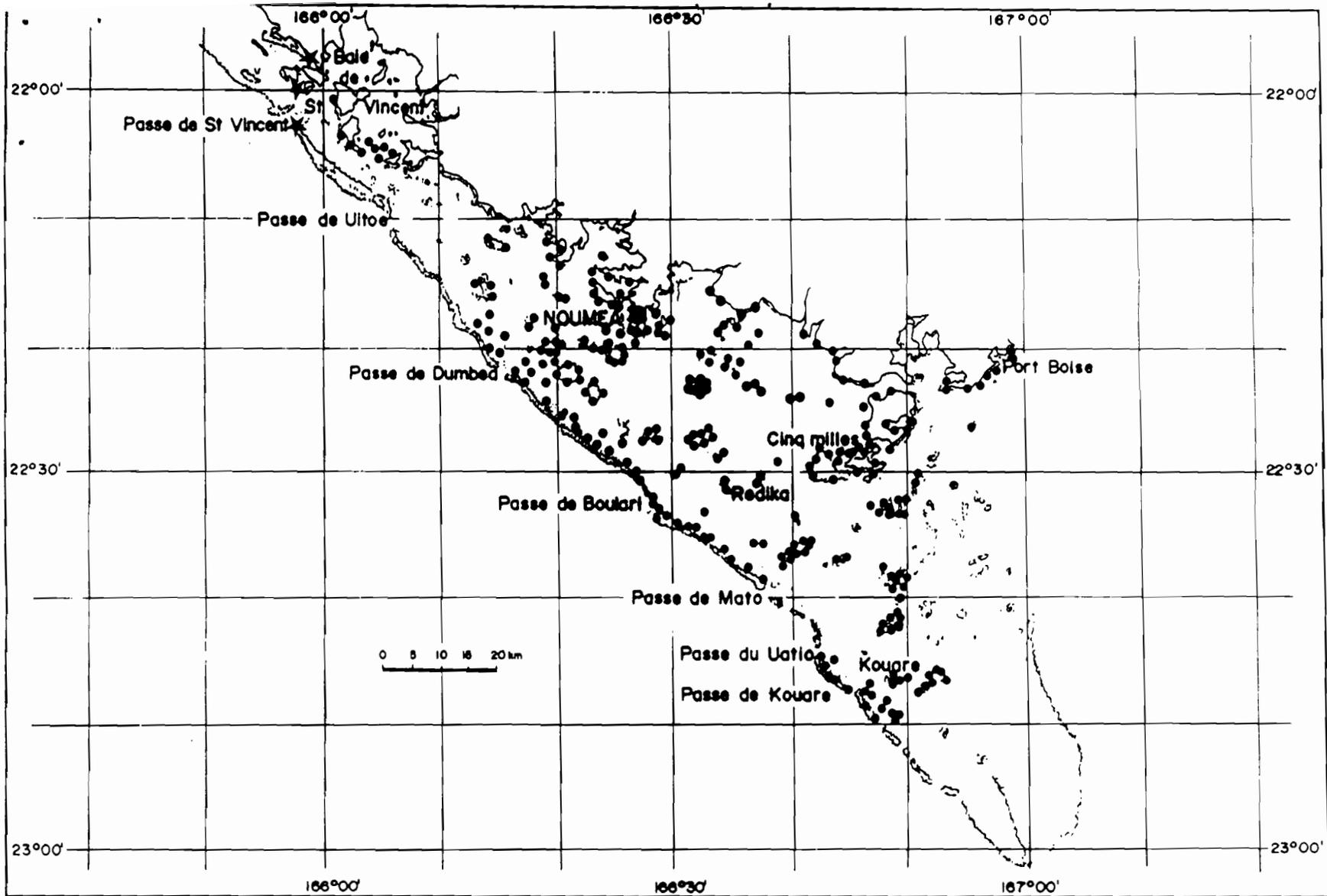


Figure 1: emplacement des stations étudiées par l'ORSTOM pour l'évaluation des peuplements de poissons récifaux du lagon SW. Chaque point représente 2 stations. Les étoiles représentent les stations suivies sur un an.

à celle observée sur le récif intérieur (9-19%). En revanche la couverture algale est presque inexistante, ce qui contraste avec le récif intérieur où la couverture algale est par endroit très importante.

La zone d'extraction est presque entièrement couverte par du sable grossier blanc, avec, à proximité des récifs, des pâtés coralliens n'excédant pas 2-3 m de diamètre. Les cyanophycées forment des taches de tailles très variables pouvant recouvrir plusieurs milliers de m². Ces taches sont toutefois absentes dès que l'on se rapproche de formations rocheuses ou coralliennes, ~~du fait que ces algues sont mangées par des invertébrés (mollusques et échinodermes) et certains poissons qui trouvent refuge dans ces formations. Il convient également de noter que les sables comportent généralement (5 stations sur 6) de très nombreux tests d'oursins et des coquilles de mollusques fraîchement brisées.~~ Sur les stations 9 et 10 existent de nombreuses dépressions dans le sable causées par le fouissage de raies.

Le récif intérieur présente une zonation nord-sud. On note des sables grossier gris sur l'ensemble de ce récif, ~~mais~~ la proportion diminue à mesure que l'on se rapproche de la zone d'extraction. Ces sables grossiers sont associés à des sables très fins ou vaseux. L'importance de ces derniers étant plus importante sur les abords du plateau récifal, là où l'eau est plus profonde et donc moins soumise à l'effet du vent. Une autre caractéristique du récif intérieur est la forte proportion de roche (37 à 53 %) comparée au récif barrière (28 %). La couverture corallienne est légèrement supérieure sur les marges du plateau récifal, ~~mais le fait principal est la composition de ce corail.~~ Contrairement au récif barrière où les coraux ont des formes essentiellement massives, les coraux observés sur le récif intérieur sont en grande partie des *Acropora* branchus. Le centre du récif intérieur est occupé par de la dalle recouverte de débris et de petites formations coralliennes. La couverture algale y est constituée de cyanophycées qui par endroit recouvrent presque totalement le substrat. Il est très important de noter (Annexe 2) que les sables vaseux et les algues ne s'observent pas sur les mêmes stations. Pour la suite de l'exposé, le récif intérieur sera divisé en trois parties: le tombant (stations 1-4-5-6), le plateau central (stations 3-8-15) et l'arrière récif (stations 2-7-14).

Tableau 2: résumé des caractéristiques physiques des sous-zones étudiées. Les chiffres donnés sont des pourcentages de couverture. Les organismes recouvrants sont considérés indépendamment du substrat.

Stations	Récif intérieur			Zone d'extraction	Récif barrière
	2-7-14	3-8-15	1-4-5-6	9-10-11-18-19-20	12-13-16-17
Substrat					
Sable vaseux gris	2	-	7	-	-
Sable grossier gris	17	6	3	-	-
Sable grossier blanc	-	-	-	100	25
Gravier	1	-	-	-	10
Débris	16	19	11	-	16
Petits blocs	1	5	3	-	10
Gros blocs	<1	1	2	-	1
Roche	47	37	53	<1	28
Dalle	2	26	-	-	10
Corail et pâté corallien	12	13	21	-	15
Organismes recouvrants					
Algues (cyanophycées)	11	26	-	8	-
Corail	19	9	14	-	15
Alcyonnaire	1	1	-	-	<<1

Tableau 3: composition par famille des peuplements de poissons. Les chiffres indiquent le nombre d'espèces par famille.

Stations	Récif intérieur			Zone d'extraction	Récif barrière	TOTAL
	2-7-14	3-8-15	1-4-5-6	9-10-11-18-19-20	12-13-16-17	
Myliobathidae				1	1	1
Clupeidae				1		1
Synodontidae	1	1	1	2	1	2
Holocentridae	1	1	2		2	3
Aulostomidae			1		1	1
Serranidae	2	1	4	1	3	8
Apogonidae				1	2	2
Carangidae	1		1	1	1	3
Lutjanidae	1		7	2	5	8
Caesionidae	2		3	1	1	4
Lethrinidae	4	5	3	3	7	8
Nemipteridae		1	1	1	2	2
Mullidae	4	4	5	3	5	10
Chaetodontidae	10	10	15		19	22
Pomacanthidae	1		4		3	5
Pomacentridae	17	11	23	2	20	30
Sphyraenidae			2			2
Labridae	23	21	25	2	29	41
Scaridae	11	10	18	1	16	19
Pinguipedidae	1	1	1	1	4	4
Blenniidae	2	1	1		1	3
Gobiidae	3	1	1	2	3	3
Acanthuridae	8	5	10	1	10	13
Siganidae	6	6	8	1	4	8
Zanclidae		1	1		1	1
Monacanthidae	1		1		2	2
Balistidae		2	1	1	1	2
Ostraciidae			1			1
Tetraodontidae	1	1	1	1	1	2

2 - les peuplements de poissons

2.1- composition spécifique

Au total, 210 espèces, réparties en 28 familles, ont été recensées. Les familles les mieux représentées sont les Labridae (41 espèces), les Pomacentridae (30 espèces), les Chaetodontidae (22 espèces), les Scaridae (19 espèces), les Acanthuridae (13 espèces) et les Mullidae (10 espèces) (Tableau 3). La diversité est maximale sur le récif barrière et le tombant du récif intérieur (Tableau 4), la diversité étant très faible sur les fonds blancs. Les espèces ne se répartissent pas de la même façon suivant les zones (Tableau 3- Annexe 3). Ainsi, le récif barrière se caractérise par une grande diversité de Labridae, Scaridae, Pomacentridae, Chaetodontidae et Lethrinidae (Tableau 3), alors que sur le récif intérieur on observe une zonation des familles, les Chaetodontidae, Lutjanidae et les Scaridae étant mieux représentés sur le tombant que sur le platier récifal. Sur ce dernier, la zone centrale est la moins diversifiée, en particulier, les Pomacentridae, les Lutjanidae, les Caesionidae et les Chaetodontidae sont mal ou non représentés.

Il existe un certain nombre d'espèces observées exclusivement sur chaque zone (Tableau 4). Ce nombre est nul sur les fonds blancs, faible sur l'arrière et le centre du récif intérieur et important sur le tombant du récif intérieur et sur le récif barrière. Elles sont nombreuses sur le tombant du ... faible ... Aucune espèce n'a été vue uniquement sur les fonds blancs.

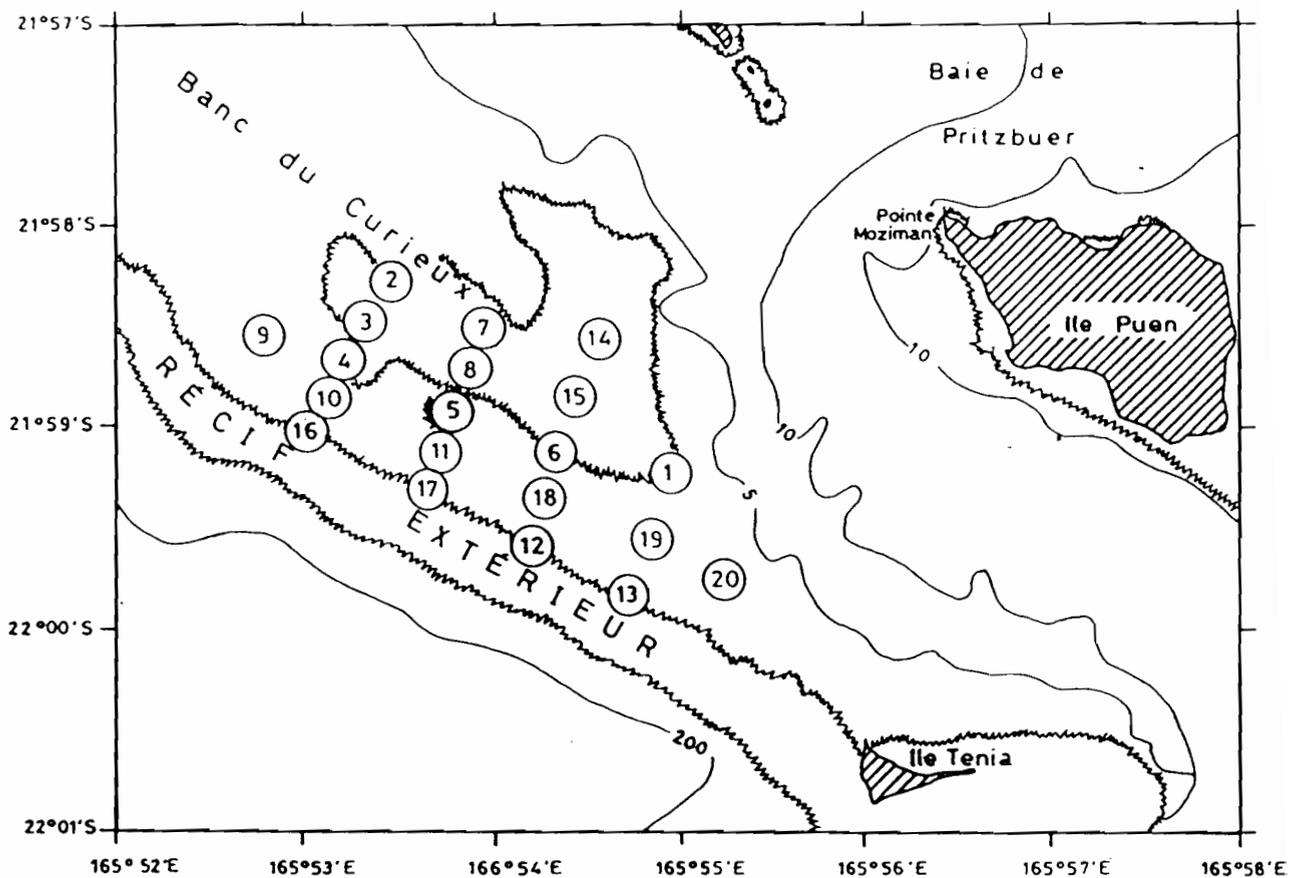


Figure 2: emplacement des stations étudiées. Les nombres représentent les numéros de station.

Tableau 4: caractéristiques principales des peuplements de poissons. Les densités sont données en poissons/ha, les biomasses en g/ha. ND: non disponible

	Récif intérieur			Zone d'extraction	Récif barrière	TOTAL
	2-7-14	3-8-15	1-4-5-6	9-10-11-18-19-20	12-13-16-17	
Nombre d'espèces	100	83	139	28	145	210
Espèces/station	64	50	82	5	83	48
Espèces exclusives	9	5	32	-	31	
Densité	3.88	2.76	3.72	< 0.05	2.90	2.27
Densité espèces exclusives	0.030	0.038	0.88	-	0.252	
Biomasse	174	141	528	ND	329	216
Biomasse espèces exclusives	1.14	1.88	93.3		42.2	
Poids moyen (g)	44.8	50.7	142	ND	113	95.1

2.2 - la densité

(Tab4). Elle est plus faible au
 Le tableau 4 indique que la densité est approximativement la même sur le tombant et l'arrière du récif intérieur (3.77 et 3.88 poissons/m²) et supérieure à la densité du centre du récif intérieur (2.76 poissons/m²) ou le récif barrière (2.90 poissons/m²). Sur les fonds blancs les densités sont très faibles et réparties de façon très irrégulière. En effet, sur le sable même on observe que de rares poissons (Synodontidae, Lethrinidae, Labridae et raies) avec parfois le passage de bancs de poissons pélagiques (Clupeidae, Carangidae), mais que la moindre formation rocheuse ou corallienne abrite une faune en poissons parfois très riche. Ces formations "rocheuses" isolées, malgré leur nombre et surface restreints, sont très importantes car elles forment des refuges relais entre le récif barrière et le récif intérieur et permettent aux poissons récifaux de se déplacer plus facilement entre ces 2 récifs. *ont observés*

Les poissons dont les densités sont importantes (Tableau 5) sont pour la plupart des espèces grégaires (Pomacentridae, Scaridae, Acanthuridae, Siganidae) avec toutefois l'exception des Labridae et des Chaetodontidae qui sont abondants mais dispersés. L'importance des Clupeidae et des Sphyraenidae est due à la rencontre d'un banc important de chacun de ces groupes. Il est très probable que leur importance réelle est moindre que celle estimée. *essentiellement* Suivant les familles les densités varient avec les zones (Tableau 5). Parmi les poissons ayant une importance économique on note que le récif barrière supporte de fortes densités de Lutjanidae et d'Acanthuridae, le tombant du récif intérieur comporte les densités les plus élevées de Siganidae et Acanthuridae, le plateau du récif intérieur a des densités importantes de Lethrinidae et de Labridae et l'arrière du récif intérieur comporte surtout des Labridae. Les Scaridae ont de fortes densités sur l'ensemble des formations récifales. D'autres poissons (Pomacentridae, Chaetodontidae, Gobiidae, Caesionidae) n'ont pas d'intérêt économique mais une importance écologique, par exemple en tant que maillon intermédiaire entre la production primaire ou secondaire et les piscivores (cas des planctonophages), ou en tant qu'agents de conservation du milieu (Certains Pomacentridae, Gobiidae et Chaetodontidae). Les Pomacentridae présentent de grandes concentrations dans les formations coralliennes de l'arrière du récif intérieur. Les Chaetodontidae, qui sont de bons indicateurs de la richesse corallienne, sont les plus abondants sur le grand récif intérieur.

Les espèces exclusives d'une zone (Tableau 4) ne participent de façon importante à la densité totale que sur le tombant du récif intérieur (23.6%) et sur le récif barrière (8.7%) et sont négligeables sur les autres zones.

Les variations de densité ne peuvent être calculées sur les
 Il convient de remarquer que sur les fonds blancs (zone d'extraction) il n'est pas possible de donner de chiffre pour les densités. Ceci est dû à l'extrême dispersion des poissons dans ce milieu. Il est également probable que ce milieu soit surtout fréquenté de nuit par des poissons se nourrissant sur le fond (Lethrinidae essentiellement). Ces poissons proviennent des milieux avoisinants où ils trouvent refuge durant la journée. Ces espèces sont celles ayant la plus grande importance économique. Vu

leur caractère migrateur, il convient de considérer leur densité sur l'ensemble de la zone, sans cependant ignorer l'importance écologique des zones de refuge. En d'autres termes, ces espèces ont besoin de l'ensemble des habitats pour se maintenir.

Tableau 5: densité (poissons/ m²) par famille des peuplements de poissons

Stations	Récif intérieur			Zone d'extraction	Récif barrière	TOTAL
	2-7-14	3-8-15	1-4-5-6	9-10-11-18-19-20	12-13-16-17	
Myliobathridae					.0004	<.0001
Clupeidae						.0500
Synodontidae	.0046	.0134	.0080		.0010	.0054
Holocentridae	.0080	.0194	.0044		.0160	.0072
Aulostomidae			.0046		.0016	.0012
Serranidae	.0356	.0240	.0174		.0234	.0160
Apogonidae					.0066	.0014
Carangidae	.0006		.0006		.0012	.0004
Lutjanidae	.0014		.0192		.1872	.0392
Caesionidae	.0146		.0980		.0014	.0292
Lethrinidae	.0122	.2408	.0148		.1202	.0626
Nemipteridae		.0014	.0040		.0176	.0044
Mullidae	.0222	.0360	.0122		.0686	.0288
Chaetodontidae	.0940	.0644	.0966		.1438	.0686
Pomacanthidae	.0042		.0236		.0902	.0226
Pomacentridae	2.095	1.074	1.120		.8236	.8102
Sphyraenidae			.6872			.1376
Labridae	.5674	.5108	.2632		.3720	.2664
Scaridae	.7124	.5668	.5688		.6256	.4186
Pinguipedidae	.0066	.0086	.0020		.0252	.0064
Blenniidae	.0122	.066	.0118		.0010	.0050
Gobiidae	.0894	.0122	.0024		.0160	.0172
Acanthuridae	.1278	.0616	.3258		.3040	.1516
Siganidae	.0526	.1000	.4022		.0286	.1034
Zanclidae		.0008	.0074		.0002	.0016
Monacanthidae	.0038		.0014		.0114	.0032
Balistidae		.0122	.0014		.0114	.0032
Ostraciidae			.0006			.0002
Tetraodontidae	.0216	.0026	.0156		.0030	.0034

2.3 - Biomasse et poids moyens

Le tombant du récif intérieur supporte la biomasse la plus importante (528 g/ m²), comme pour la densité (Tableau 4). Ceci est dû à la conjugaison de fortes densités et de poids moyens élevés. Sur le récif barrière la biomasse (329 g/ m²) est 40 % plus faible que sur le tombant du récif intérieur (Tableau 4), en raison d'une densité et des poids moyens plus faibles. Sur le plateau et l'arrière du récif intérieur les biomasses sont similaires (141 et 174 g/ m²) ce qui est relativement faible (entre 25 et 50 %) par rapport aux 2 autres zones. La cause en est des poissons plus petits. Ces différences de taille proviennent d'une part de la présence de petites espèces (Pomacentridae, *Thalassoma* spp.) mais surtout de l'abondance de juvéniles de Scaridae et Labridae (Annexe 3). On note en particulier des jeunes de *Cheilinus undulatus* et de *Bolbometopon muricatum*, 2 espèces commercialisables pouvant atteindre des poids considérables (plus de 50 kg). Il convient de remarquer que c'est la première fois que des jeunes de *Bolbometopon muricatum* sont observés en Nouvelle Calédonie et peut-être dans le Pacifique.

La biomasse d'intérêt commercial (Serranidae, Lutjanidae, Lethrinidae, Scaridae, Labridae, Acanthuridae, Siganidae) on remarque que la plupart ont des biomasses importantes (> 10 g/ m² soit 10 tonnes / km²) et se situent soit sur le récif barrière soit sur le tombant du récif intérieur (Tableau 6). Les Scaridae (227 g/ m²), Acanthuridae (110 g/ m²) et Siganidae (52 g/ m²) atteignent les plus fortes biomasses sur le tombant du récif intérieur, les Lutjanidae (54 g/ m²) et Labridae (20 g/ m²)

sur le récif barrière. ~~En revanche,~~ la biomasse de poissons écologiquement importants (Pomacentridae, Chaetodontidae, Caesionidae) se répartit aussi sur le plateau et l'arrière du récif intérieur.

Le tableau 4 montre que les espèces spécifiques d'une zone ne constituent une part importante de la biomasse que sur le tombant du récif intérieur (93 g/ m² soit 18 % de la biomasse) et sur le récif barrière (42 g/ m² soit 13%). Sur le plateau et l'arrière du récif intérieur la biomasse est presque exclusivement constituée d'espèces ubiquistes.

Comme pour la densité, il n'est pas possible de donner de chiffre de biomasse pour les sables blancs (zone d'extraction). Les poissons qui la fréquentent sont en général de taille importante (Raies, Lethrinidae, Carangidae, quelques Lutjanidae) avec cependant l'exception des bancs d'appâts vivants (*Spratelloides* spp.).

Tableau 6: biomasse par famille des peuplements de poissons pour les différentes zones étudiées. Les chiffres sont en g / m² ou tonnes / km².

Stations	Récif intérieur			Zone d'extraction	Récif barrière	TOTAL
	2-7-14	3-8-15	1-4-5-6	9-10-11-18-19-20	12-13-16-17	
Myliobathidae					7.68	0.77
Clupeidae						0.05
Synodontidae	0.20	0.66	0.99		0.22	0.33
Holocentridae	0.51	1.94	0.91		1.27	0.72
Aulostomidae			0.37		0.06	0.07
Serranidae	5.16	2.44	10.33		4.28	3.42
Apogonidae					0.02	0.003
Carangidae	0.18		0.06		10.33	2.10
Lutjanidae	0.34		16.16		53.60	13.44
Caesionidae	3.00		3.38		0.08	1.36
Lethrinidae	3.88	35.2	7.34		29.60	12.68
Nemipteridae		0.16	0.34		1.40	0.36
Mullidae	2.87	4.74	2.22		9.70	3.26
Chaetodontidae	3.89	2.38	2.80		4.04	2.16
Pomacanthidae	0.07		0.43		1.22	0.32
Pomacentridae	40.40	31.04	13.26		8.58	15.14
Sphyraenidae			62.90			12.58
Labridae	18.80	12.43	17.41		20.10	12.62
Scaridae	57.62	37.54	227.6		104.7	79.94
Pinguipedidae	0.04	0.13	0.02		1.16	0.24
Blenniidae	0.14	0.01	0.03		0.001	0.02
Gobiidae	0.93	0.29	0.03		0.47	0.22
Acanthuridae	29.50	3.28	109.6		64.48	39.80
Siganidae	5.52	7.32	51.94		1.68	12.30
Zanclidae		0.04	0.36		0.001	0.06
Monacanthidae	0.01				2.00	0.50
Balistidae	0.01	1.42	0.22		2.65	0.64
Ostraciidae			0.01			0.001
Tetraodontidae	0.08	0.08	0.06		0.01	0.04

Tableau 7: répartition des juvéniles d'importance commerciale suivant les zones. % D : pourcentage de la densité totale observée pour l'ensemble des stations pour l'ensemble des individus de l'espèce considérée.

Stations	Arrière Récif Int.	Plateau Récif Int.	Tombant Récif Int.	Récif barrière
	2-7-14	3-8-15	1-4-5-6	12-13-16-17
Espèces	% D	% D	% D	% D
<i>Cheilinus undulatus</i>	15	30	31	0
<i>Cheilinus trilobatus</i>	3	37	7	3
<i>Bolbometopon muricatum</i>	20	60	0	0
Scaridae	36	22	15	20
<i>Monotaxis grandoculis</i>	8	0	6	3
<i>Siganus argenteus</i>	10	0	32	1

A l'époque où a été réalisé le recensement des poissons (mai) il a été possible de décompter les juvéniles de certaines espèces. Seules les espèces ayant une importance économique sont données dans le tableau 7. Outre *Cheilinus undulatus* et *Bolbometopon muricatum*, déjà mentionnés, il apparaît que le récif intérieur joue un rôle très important pour les juvéniles de *Scaridae*, *Cheilinus trilobatus* et de *Siganus argenteus*. A l'exception des *Cheilinus*, tous ces poissons sont des herbivores. Il est probable que d'autres juvéniles d'espèces commerciales fréquentent ces zones, en particulier les jeunes Lethrinidae qui se concentrent sur ce type de biotope plus tôt dans l'année (Décembre à février).

2.4 - Les structures trophiques

Les poissons ont été répartis en 9 catégories trophiques. Le nombre d'espèces, la densité et la biomasse ont été estimées pour chacune de ces catégories (Tableau 8).

La structure trophique est stable d'une zone à l'autre ^(en nombre d'espèces) (Tableau 8). Les 2 principales catégories sont les brouteurs (24%) et les macrocarnivores (27%). Si l'ensemble des carnivores (piscivores, micro et macrocarnivores) ~~est regroupé~~ ^{ils} forment plus de 50% des espèces. ~~On note qu'il n'y a pas de phytoplanctivores.~~ ^{les} ~~pages~~ ^{font} ~~abond~~

~~L'analyse de la structure trophique en densité (Tableau 8) montre d'une part qu'elle est notablement différente de celle donnée en composition spécifique et d'autre part qu'elle varie, parfois considérablement, d'une zone à l'autre. La catégorie la plus importante est constituée par les brouteurs (43%), les zooplanctivores étant le second groupe (20%) en abondance. Ces derniers se concentrent sur l'arrière du récif intérieur. Contrairement à la structure trophique par espèce on constate certains gradients. Ainsi les piscivores et les herbivores augmentent de l'arrière du récif intérieur jusqu'au tombant de ce récif. À l'inverse les microcarnivores, surtout constitués par de petits Labridae, diminuent entre l'arrière récif intérieur et le récif barrière. Les brouteurs, la catégorie dominante, ont une importance à peu près constante d'une zone à l'autre.~~ ^{constituent la catégorie dominante}

(1) phyto et zoo planctophages et non pas voies.

Tableau 8: structure trophique. Tous les chiffres sont des pourcentages (par colonne).

Stations		Récif intérieur			Récif barrière	TOTAL
		2-7-14	3-8-15	1-4-5-6	12-13-16-17	
Catégories						
Piscivores	Espèces	6.7	5.5	9.7	7.5	10.2
	Densité	1.2	3.6	16.1	4.0	7.3
	Biomasse	2.4	7.8	13.8	9.4	10.5
Macrocarivores	Espèces	21.1	26.7	21.7	25.9	27.0
	Densité	6.6	17.2	7.5	18.4	11.4
	Biomasse	11.5	30.6	7.9	30.9	17.1
Microcarivores	Espèces	18.1	18.2	15.4	16.5	15.3
	Densité	14.8	13.0	7.8	9.8	10.4
	Biomasse	8.2	5.9	1.9	3.5	3.4
Zooplancivores	Espèces	8.6	6.1	11.3	7.3	10.4
	Densité	27.5	14.1	19.7	13.9	20.4
	Biomasse	5.3	2.8	1.4	0.9	2.1
Phytoplancivores	Espèces	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Densité	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomasse	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Herbivores	Espèces	3.9	3.9	2.7	2.8	2.6
	Densité	1.3	2.3	6.3	1.7	3.2
	Biomasse	2.8	1.9	7.9	6.1	6.3
Brouteurs	Espèces	31.1	30.0	30.1	27.7	24.3
	Densité	44.7	45.8	38.9	45.5	42.9
	Biomasse	63.8	47.1	63.5	45.5	56.6
Corallivores	Espèces	8.4	8.4	7.5	10.7	8.4
	Densité	1.8	1.6	2.0	4.4	2.4
	Biomasse	1.9	2.0	0.5	1.2	1.0
Détritivores	Espèces	2.2	1.2	1.6	1.6	1.8
	Densité	2.2	2.4	1.8	2.3	2.1
	Biomasse	4.1	2.0	3.0	2.5	2.9

La structure trophique en biomasse, ~~comme celle en densité~~, diffère de la structure trophique en espèces et varie considérablement d'une zone à l'autre. Les brouteurs sont toujours la catégorie principale (57 %) et ne montrent pas de variations interzone particulières (Tableau 8), ~~contrairement aux herbivores~~ qui sont plus importants sur le récif barrière et le tombant du récif intérieur. Le second groupe est constitué par les macrocarivores (17%). ~~Comme pour la densité~~, les piscivores augmentent d'importance de l'arrière du récif intérieur jusqu'à son tombant. ~~En revanche~~, les microcarivores et les zooplancivores représentent des pourcentages croissants du récif barrière vers l'arrière du récif intérieur.

2.5- Structure démographique

Chaque espèce de poisson a une stratégie démographique qui lui est propre. Par exemple, certaines espèces ont une croissance très rapide, une forte mortalité et un effort de reproduction très intense. C'est le cas de beaucoup de petites espèces pélagiques (Clupeidae) ou de certains groupes récifaux (certains Gobiidae, Chromis spp., Anthiinae...). A l'inverse, d'autres espèces ont une croissance très lente, une faible mortalité et un effort reproductif très étalé dans le temps. Ce sont surtout de grandes espèces (requins, *Cheilinus undulatus*, *Bolbometopon muricatum*, la plupart des grands Serranidae...). Il existe un grand nombre de stratégies intermédiaires. Il est possible de classer ces stratégies en grands groupes ou types et de catégorier chaque espèce. Ce rangement est donné dans l'annexe 4. La proportion de poissons dans chaque groupe définit la structure démographique.

Il est possible, comme pour la structure trophique, de considérer la structure démographique en fonction de la composition spécifique, de la densité ou de la biomasse (Tableau 9).

La structure démographique en espèces (Tableau 9) varie peu d'une zone à l'autre. Le groupe 2 est le plus diversifié (41% des espèces). Il s'agit d'espèces de taille assez petite, de croissance rapide

avant la reproduction et ayant une longévité de 2 à 4 années en moyenne. Le groupe 4 est également bien diversifié (20% des espèces) et comporte des poissons de taille similaire au groupe précédent mais ayant une espérance de vie supérieure, une croissance plus lente et une reproduction plus tardive. ~~Il convient de noter le~~ peu d'espèces du groupe 6, poissons ayant une durée de vie très longue, ~~est présente~~.

La structure démographique en densité est également dominée par les poissons de type-2. Ces derniers forment plus de 50% de l'abondance sauf sur le tombant du récif intérieur. La présence d'un grand banc de *Sphyraena obtusata* (type 1) a biaisé les proportions dans cette zone ~~en faveur du groupe~~. Le groupe 3 est le second en abondance, ces poissons étant de taille moyenne et de croissance rapide. On note que les poissons de grande taille (groupes 5 et 6) ont des abondances très faibles.

Tableau 9: structure démographique par zone des peuplements de poissons. Tous les chiffres sont des pourcentages (par colonne).

Stations	Catégories	Récif intérieur			Récif barrière	TOTAL
		2-7-14	3-8-15	1-4-5-6	12-13-16-17	
1	Espèces	4.0	2.4	5.8	3.4	6.2
	Densité	8.7	0.5	28.1	9.0	14.3
	Biomasse	0.5	0.04	12.0	0.3	6.1
2	Espèces	45.0	43.4	37.4	45.5	41.4
	Densité	52.0	50.6	29.2	52.1	43.8
	Biomasse	16.9	42.4	4.7	18.2	13.5
3	Espèces	17.0	15.7	18.0	16.6	15.7
	Densité	19.8	20.8	26.0	23.3	22.8
	Biomasse	35.1	19.9	40.5	32.0	35.6
4	Espèces	18.0	26.5	20.1	20.0	20.4
	Densité	17.4	24.9	9.2	10.7	14.4
	Biomasse	12.3	23.7	3.6	3.7	8.1
5	Espèces	11.0	8.4	15.1	11.0	12.4
	Densité	1.7	2.9	5.2	4.3	3.7
	Biomasse	15.8	11.0	23.0	34.2	24.4
6	Espèces	5.0	3.6	3.6	3.4	3.8
	Densité	0.5	0.3	2.2	0.5	1.0
	Biomasse	6.5	2.9	16.2	11.5	12.4

La structure démographique en biomasse est dominée par les groupes 3 (35%) et 5 (24%). Ces poissons constituent l'essentiel des poissons d'intérêt commercial. A cause de leur croissance assez faible ils ne constituent cependant pas une part importante de la productivité, cette dernière étant dominée par les poissons du groupe 2 et dans une moindre mesure du groupe 1. Ces derniers ont un turnover rapide et leur biomasse reste faible, cependant si leur densité venait à chuter, cela affecterait de façon très importante la productivité en poisson de ces récifs.

Discussion

1 - Validité des méthodes

Les méthodes employées sont très efficaces sur les récifs et donnent pour ce type de milieu des résultats très fiables. En revanche, ~~sur les fonds blancs~~ il est très difficile d'obtenir des estimations des densités et des biomasses. En effet, la plupart des espèces fréquentant ce biotope sont nocturnes et se réfugient sur les récifs avoisinants ou ~~dans~~ les fonds meubles plus profonds durant la journée. Les densités et biomasses obtenues pour ces poissons pour l'ensemble du secteur étudié sont sans doute sous-estimées. Pour ces raisons on se référera à des études faites par l'ORSTOM sur les fonds blancs du

lagon SW (Kulbicki et al., 1987) ^{de l'étude} pour l'analyse des effets potentiels de l'extraction de sable sur les poissons ~~utilisant~~ les fonds blancs aux environs de Tenia.

2 - Comparaison avec d'autres récifs du lagon SW

2.1- composition spécifique

Les récifs du secteur étudié ont des peuplements de poissons dont les caractéristiques en espèces sont très proches de celles observées pour des récifs similaires dans le lagon SW.

Le nombre d'espèces pour des stations (environ 1000m²) de récif intérieur varie de 98 à 140 pour le reste du lagon SW (83 à 139 pour la présente étude) et de 120 à 135 sur les récifs barrière (145 pour la présente étude) (Kulbicki, 1992). La composition spécifique du récif intérieur et du récif barrière ne présente pas d'espèces qui n'aie déjà été rencontrée sur des récifs similaires dans le lagon SW.

2.2- densité

Les densités sur les récifs de milieu de lagon varient de 1.0 à 2.6 poissons / m² et de 1.1 à 3.7 sur les récifs barrière (figure 3) pour le reste du lagon SW ce qui est comparable avec les observations faites sur le récif intérieur et le récif barrière de la présente étude. En revanche, la biomasse notée sur le tombant du récif intérieur (528g/m²) et sur le récif barrière (329 g/m²) est supérieure à la moyenne notée pour ces types de récif à proximité (301g/m² à Puen et 244 g/m² à la Passe de St Vincent, Kulbicki, 1992) ou dans le reste du lagon SW (figure 3). Les espèces responsables de cette différence sont essentiellement des Acanthuridae (*Acanthurus blochi*), des Lutjanidae (*Aprion virescens*, *Lutjanus bohar*), mais surtout des Scaridae (*Scarus gibbus*, *Scarus altipinnis*, *S. ghobban*). Ces espèces, à l'exception de *L.bohar*, ont toutes une importance économique et récréative indéniable. expliquant

2.3 - taille moyenne et biomasse

La taille moyenne des poissons est sensiblement supérieure sur le tombant du récif intérieur (142 g) et sur le récif barrière (113g) comparés à des récifs similaires proches (88 g à Puen et 72 g à la Passe de St Vincent, Kulbicki, 1992). En revanche, on a observé un nombre très important de juvéniles sur l'ensemble du récif intérieur et plus particulièrement sur le plateau et la partie arrière. Les jeunes y trouvent un refuge facile contre les prédateurs, mais également, pour tous les juvéniles de brouteurs (Scaridae et Siganidae) une nourriture abondante. De telles concentrations de juvéniles sont inhabituelles et n'ont pas été notées dans le lagon SW. Il est probable que ce rôle de protection et de nursery du récif intérieur est encore plus important du fait que les jeunes des espèces telles que les Lethrinidae fréquentent ce type de biotope plus tôt dans l'année (décembre à février). La cause d'une telle concentration n'est pas claire. Il est vraisemblable que la proximité de la passe de St Vincent, la direction des courants principaux et l'étroitesse du lagon sont en grande partie responsables de cet état de fait. Le scénario le plus probable est le suivant. Les larves de la très grande majorité des poissons récifaux (> 99%) sont pélagiques. Il est prouvé qu'elles se déposent sur le premier substrat favorable qu'elles rencontrent en venant du large (Doherty et Williams, 1988), mais évitent les zones à trop fort courant (récif barrière en particulier). Dans ces conditions le récif du Banc du Curieux serait un capteur idéal de tout le flux de larves entrant par la passe de St Vincent. La présence de juvéniles d'espèces telles que *Cheilinus undulatus* et *Bolbometopon muricatum* en font un lieu privilégié. a été observé
ça oui!
ne pas divulguer
cette info au Tahitien

2.4- Structure trophique

La structure trophique en espèces est très semblable à celle observée ^{sur} pour des récifs proches (Puen et passe de St Vincent)(Kulbicki, 1992) ou des récifs analogues du lagon SW (Kulbicki, 1992).

En particulier, partout on observe la dominance des espèces macro, ^{des} et microcarnivores ainsi que des brouteurs ^{dominant partout}

En densité, les zooplanctivores (52 à 60 %) et les brouteurs (14 à 23%) sont les catégories les mieux représentées sur les récifs similaires du lagon SW à ceux de la présente étude (Kulbicki, 1992). Le secteur étudié présente donc une structure trophique particulière en densité puisque les proportions de ces 2 catégories trophiques sont presque ~~l'inverse de ce qui s'observe sur le reste du lagon SW~~ (43% de brouteurs et 20% de zooplanctivores). Ceci est dû à la très grande abondance de jeunes Scaridae, à la présence de coraux branchus abritant de fortes populations de *Stegastes* spp. (des brouteurs) sur le récif intérieur, à l'absence de Pomacentridae planctonophages (en particulier les *Abudefduf* spp. et *Chromis* spp. et *Caesionidae*) qui sont habituellement abondants dans ce type de biotope. Les *Caesionidae* préfèrent cependant des fonds un peu plus importants et surtout la présence de pâtés coralliens isolés de grande taille qui font défaut dans ce secteur. La corne de l'îlot Tenia qui abrite le récif barrière des vents de SE est peut-être responsable d'un flux d'eau océanique moindre et en conséquence d'une production de zooplancton faible dans ce secteur. La densité remarquable des brouteurs est en revanche facilement expliquée par des couvertures de cyanophycées très importante sur l'ensemble du récif intérieur, en particulier le plateau.

La structure trophique en biomasse du secteur étudié est également assez différente de celle observée sur des récifs similaires dans le lagon SW. Ainsi à Tenia la biomasse est dominée par les brouteurs (61%), ces derniers ne représentant que 30% sur les récifs similaires du lagon SW. ~~Comme noté précédemment cette prépondérance des brouteurs est liée à l'abondance des cyanophycées. Autre différence, le peu d'importance des zooplanctivores (2%) à Tenia comparé au reste du lagon SW (de 10 à 33%). La petite taille des planctonophages observés à Tenia est à mettre en cause pour cette proportion si faible. Il est intéressant de noter également que les espèces concernées (*Dascyllus* spp.) sont non seulement petites mais ont un turnover très lent, ce qui est tout l'opposé des espèces planctonophages les plus couramment rencontrées sur ce type de récif (*Chromis* spp., *Caesionidae*). Ceci tendrait à montrer que la production planctonique sur ces récifs est plus faible ou moins bien utilisée que sur des récifs similaires dans le lagon SW. En revanche, les macrocarnivores et les piscivores ont une place équivalente sur l'ensemble du lagon SW et Tenia.~~

2.5 - Structure démographique

La structure démographique en espèces est presque identique à celle observée sur les récifs similaires du lagon SW (Kulbicki, 1992) avec en particulier dominance du groupe 2 et dans une moindre mesure du groupe 4.

En revanche, la structure démographique en densité diffère fondamentalement de ce qui est observé dans le reste du lagon SW où les groupes 1 (50 à 60%) et 2 (25 à 35%) dominent alors qu'à Tenia ce sont les groupes 2 (44%) et 3 (23%) qui sont les plus abondants. Ceci a de sérieuses répercussions sur la réponse potentielle des peuplements de poissons des récifs de Tenia à une perturbation. Dans le cas des autres récifs du lagon SW la majorité des poissons étant du groupe 1 les peuplements peuvent subir des perturbations sévères (genre cyclone) de courtes durée sans que cela n'affecte trop la composition du peuplements, les poissons ayant une possibilité de récupération très rapide. A Tenia ce type de poisson est peu représenté, cédant la place à des espèces ayant des cycles beaucoup plus longs et complexes. En cas de perturbation, le retour à la normale pourrait être très long (plusieurs années) voire impossible.

La structure démographique en biomasse est également nettement différente de celle qui est connue du reste du lagon SW (Kulbicki, 1992). En particulier on note à Tenia une importance particulière des espèces du groupe 5 et 6, qui sont essentiellement des poissons commercialisables de grande taille (gros Serranidae, Scaridae et Labridae), ces 2 groupes comptant pour 36% de la biomasse alors que sur les récifs analogues du lagon SW ils ne comptent que pour 3 à 20%. Cette différence de structure a des conséquences non négligeables sur la réponse des peuplements à des perturbations. Ces espèces participent peu à la productivité mais constituent un facteur de stabilité dans le peuplement.

- Leur disparition serait sans doute très longue à remédier sauf si des migrations de récifs voisins intervenaient. En fait, il est vraisemblable que ces poissons se réfugierait dans une zone voisine en cas de perturbation (ce que ne feront pas la plupart des autres espèces) et reviendront une fois la perturbation passée si celle-ci est brève. Cependant, il est probable que la faune n'ayant pas fui aurait à souffrir de cette perturbation, soit directement (qualité de l'eau inadéquate), soit indirectement (disparition de nourriture ou de refuge). Ceci affecterait en retour la faune mobile et il est difficile d'en prévoir les conséquences. Si cette faune mobile est durement touchée, c'est l'ensemble des peuplements qui seront affectés de façon très durable.

Dur
à comp.
mais pas
clair

2.6 - les variations temporaires ? temporelles ?

Il n'a pas été possible de tenir compte des variations temporaires des peuplements dans la présente étude. Ces variations sont sensibles à trois niveaux:

- a) le très court terme: il s'agit des variations nyctémérales. Elles sont importantes si on considère une petite zone. En effet, les poissons peuvent se classer en 2 grandes catégories: les poissons diurnes et les poissons nocturnes, quelques espèces étant cependant actives à tout moment. Les poissons nocturnes sont difficiles à repérer de jour ~~durant lequel ils se cachent~~ dans les abris du récif. Ces abris sont donc essentiels à la survie de ces espèces qui comprennent un grand nombre d'espèces commerciales (Lethrinidae, Lutjanidae, Haemulidae) ou d'intérêt écologique (Holocentridae et Apogonidae). La nuit tombée la plupart de ces poissons restent à proximité des récifs à l'exception notable des Lethrinidae qui vont se nourrir sur les fonds blancs. Il est donc important de préserver ce type de fond, même si ces poissons n'y sont pas détectés de jour, leur présence nocturne étant attestée par de nombreuses coquilles de mollusques ou des tests d'oursins brisés. La plupart des poissons diurnes restent sur le récif ou sont pélagiques. De nuit ils se réfugient également dans des abris sur le récif, occupant souvent les caches laissées vacantes par les poissons nocturnes. Pour cette raison, la notion de "volume habitable" d'un récif est très importante et ce volume doit être préservé pour maintenir une certaine stabilité au peuplement ichthyologique.

- b) le moyen terme: ~~à l'échelle de l'année on observe~~ des variations saisonnières. ~~Celles-ci concernent d'une part l'arrivée des juvéniles puis leur grossissement (augmentation de la biomasse en hiver), mais aussi des migrations de poissons d'un récif à l'autre. Ces migrations sont encore mal connues mais portent en moyenne sur 30% des espèces. Elles concernent en particulier les poissons planctonophages vivant en bancs (Caesionidae), les brouteurs de grande taille (Acanthuridae, Siganidae et Scaridae) ainsi que la plupart des gros carnassiers (Serranidae, requin, raies, Lethrinidae, Lutjanidae). Ces migrations sont d'une part d'ordre trophique, mais aussi pour la reproduction. Il existe des aires de concentration pour la reproduction, encore mal connues pour la plupart des espèces néocalédonniennes, cependant des concentrations reproductives sont fréquemment observées aux abords des passes (certains Serranidae, *Aprion virescens*), tandis que les Lethrinidae se concentrent sur les petits fonds à proximité des récifs. Ces migrations sont essentielles à la survie de ces espèces et il convient d'être très vigilant à tout phénomène qui pourrait les perturber.~~ Elles sont observées

- c) le long terme: ~~à l'échelle de plusieurs années on observe~~ des variations dans le peuplement des poissons du lagon SW. En particulier, autour de Nouméa on assiste à un appauvrissement des espèces d'intérêt commercial ou récréatif et à l'augmentation de poissons de rejet (rémora, Tetraodontidae, Balistidae). A l'échelle du lagon SW les structures trophiques ou démographiques sont extrêmement stables au niveau spécifique mais montrent de légères variations au niveau densité ou biomasse. En particulier, on note une augmentation des poissons du groupe 1 ainsi qu'une diminution des brouteurs. Ces variations ne sont pas encore expliquées, mais pourraient être le signal d'un changement graduel des peuplements face aux modifications apportées par l'homme, pêche et pollution en particulier.

3 - Conséquences possibles de l'extraction de sable sur les peuplements de poissons

Comme l'a démontré le paragraphe précédent, les peuplements piscicoles concernés ont ~~des~~ ^{certains} caractéristiques très particulières qui ne se retrouvent pas sur les récifs avoisinants ou sur ceux du lagon SW. L'exploitation du sable peut avoir les conséquences suivantes sur l'environnement de ces peuplements:

- a) augmentation momentanée de la turbidité
- b) présence de particules fines en abondance dans l'eau et sur le substrat
- c) changement du régime des courants
- d) changement de la configuration du fond

Ces effets primaires auront des effets secondaires ^{qui sont} ~~qu'il est~~ pour l'instant difficiles de prévoir, cependant certains événements sont très probables, seule leur intensité étant inconnue:

- e) ~~changement~~ ^{diminution} de la couverture en cyanophycées et de la production planctonique
- f) ~~modification~~ ^{modification} de la couverture corallienne sur le récif intérieur
- g) ~~à long terme~~ ^{à long terme} modification du substrat du récif intérieur, en particulier des abris

Les conséquences sur les peuplements de poissons peuvent être multiples et complexes. Les répercussions les plus vraisemblables sont:

3.1- effets sur les oeufs, larves et juvéniles

Les oeufs, les larves et les juvéniles de poissons sont particulièrement sensibles aux particules en suspension. Les poissons récifaux pondent pour la plupart des quantités d'oeufs très importantes. La saison de ponte s'étale de juillet à décembre suivant les espèces, les espèces d'intérêt commercial (Lethrinidae et Serranidae) pondant en général en début de saison. Il existe cependant des pontes secondaires toute l'année pour la plupart des espèces. Ces dernières sont faibles en quantité mais permettent, ~~certaines années particulières~~, d'assurer un recrutement en cas d'échec de la ponte principale. Les oeufs ont un développement ~~soit~~ ^{soit} benthique, ~~soit~~ ^{soit} pélagique. Les oeufs à développement benthique, à l'exception des Siganidae ~~peuvent~~ ^{peuvent} des espèces non commerciales, ~~certaines ayant~~ ^{certaines ayant} cependant une importance écologique considérable (Pomacentridae, Apogonidae). Ces oeufs seront sans doute ~~beaucoup plus~~ sensibles aux particules fines qui risquent de se déposer sur le fond et les étouffer ou gêner leur développement, ~~que les oeufs à développement pélagique (la plupart des espèces commerciales)~~. Le développement de l'oeuf donne pour la très grande majorité des espèces (>99%) des larves pélagiques. Celles-ci ont une durée qui varie de 3 à 10 semaines, la plupart des espèces ayant une ~~durée~~ ^{durée} larvaire de 6 semaines. Ces larves sont océaniques et ne seraient donc pas affectées par l'exploitation du sable. En revanche, dès que ces larves reviennent dans le lagon, elles peuvent subir l'influence de certains des événements engendrés par cette exploitation:

a) les larves sont portées par les courants et ne peuvent sélectionner le site où elles vont s'établir que lorsqu'elles sont proches (quelques centaines de m) de celui-ci. Une modification des courants risque donc de modifier le recrutement larvaire. La turbidité ou la teneur en particules fines peuvent signaler à certaines espèces qu'il ne convient pas de s'installer dans cette zone. Il a été démontré pour les espèces sédentaires (Pomacentridae, certains Labridae et Serranidae) que les populations adultes d'un récif sont très étroitement corrélées aux recrutements des années antérieures. Une modification à long terme du recrutement pourrait donc changer radicalement et durablement la structure des peuplements.

b) les larves dès qu'elles s'installent sur le récif se transforment en juvéniles. Ces derniers sont très fragiles et très vulnérables aux prédateurs. Un taux élevé en particules fines peut avoir des effets très divers: fragiliser les juvéniles (colmatage des branchies); raréfier la nourriture de certaines espèces (surtout celles se nourrissant sur le fond) ou au contraire en augmenter éventuellement la disponibilité (pour les planctonophages); diminuer la prédation (par augmentation de la turbidité).

c) une modification du substrat (couverture corallienne, morphologie du substrat) aura également des conséquences sur le choix des sites par les larves

d) une modification de la couverture algale ou corallienne peut aussi avoir des conséquences sur la survie des juvéniles, la première comme source primaire et secondaire d'aliments pour les juvéniles (Scaridae, Acanthuridae, Siganidae), la seconde comme abri et source d'aliment secondaires (Pomacentridae, Serranidae et Labridae).

en gros important
si peu ⇒ modif. sur le récif environnant (brûle bois) si b de juvéniles

32- effets sur les adultes

Les poissons adultes pourraient être affectés au niveau de leur alimentation et de leur comportement. La plupart de ces effets seraient néfastes, avec cependant pour certaines espèces la possibilité d'effets bénéfiques. Les effets directs seront sans doute plus spectaculaires mais probablement moins importants écologiquement que les effets indirects.

3.2.1 - effets directs

En enlevant le sable on assistera à la disparition des mollusques, échinodermes et crustacés qui sont la base de l'alimentation des Lethrinidae et de certaines raies. Ces poissons iront sans doute se nourrir sur d'autres fonds, ou pourraient même disparaître de cette zone, la compétition sur les autres aires d'alimentation étant trop importante, ou l'éloignement (des aires de repos et de refuge) trop grand.

en gros important

3.2.2 - les effets indirects

Ces effets sont beaucoup plus nombreux et complexes que les effets directs. Leurs conséquences seront sans doute plus longues à apparaître, mais les effets pourraient être beaucoup plus durables.

a) la modification de la couverture algale est l'événement le plus probable et celui qui aurait les conséquences les plus importantes. En effet, les brouteurs non sédentaires ne fréquenteraient plus le récif intérieur et les brouteurs sédentaires auraient sans doute des densités beaucoup plus faible. Sachant que ces poissons représentent le groupe trophique le plus important en densité et biomasse du peuplement actuel, cela résulterait sans doute en une modification profonde de l'ensemble de la structure du peuplement et de son fonctionnement. La modification de la couverture algale aurait sans doute aussi des effets secondaires, beaucoup d'invertébrés (copépodes, amphipodes, mollusques) vivant de ces algues et servant par la suite de nourriture aux poissons carnivores qui représentent le troisième groupe en densité et biomasse dans le peuplement actuel.

b) il est possible que l'extraction de sable en augmentant les teneurs de certains éléments dans l'eau favorise la production planctonique, qui semble peu importante, ou tout au moins mal utilisée dans cette zone. Si cet événement survenait il faut en attendre une augmentation des planctonophages. Ceci modifierait la structure des peuplements à 2 titres. D'une part au niveau trophique (les planctonophages sont au second rang en densité et biomasse), mais aussi au niveau démographique car la plupart des planctonophages sont des poissons du groupe 1 (vie courte, croissance rapide, petite taille). On aboutirait à une structure vraisemblablement plus instable (et peut-être plus productive) que celle qui existe actuellement, mais également plus proche de ce qui s'observe sur les récifs du lagon SW. On peut aussi envisager un effet secondaire tel que l'augmentation des piscivores dont les proies sont en général des planctonophages.

c) les modifications de comportement sont essentiellement liés à la morphologie du substrat. Une diminution de la couverture corallienne entrainerait à terme une diminution des refuges qui sont essentiel pour la plupart des poissons. Il existe des migrations importantes entre le récif intérieur et le récif barrière, et entre ces récifs et les fonds blancs, ces migrations étant favorisées par les petits fonds et la présence de petites formations coralliennes entre les deux récifs. L'augmentation de la profondeur et la disparition de ces petites formations pourraient nuire à ces migrations.

d) une forte teneur en particules, des courants différents, des modifications du substrat peuvent gêner la reproduction de certaines espèces en modifiant les lieux de rassemblement des géniteurs.

ou dispartier?

e) les espèces sédentaires seront affectées à court terme beaucoup plus que les espèces à large rayon d'action. Ces dernières peuvent sortir de la zone si les conditions deviennent défavorables. La plupart de ces espèces ont des stratégies démographiques incluant une longue durée de vie, une croissance assez lente et des tailles importantes, beaucoup de ces poissons ayant un intérêt commercial ou récréatif. Un tel déplacement de population peut avoir des conséquences difficiles à estimer, les plus probables étant un enrichissement temporaire des zones avoisinantes (avec compétition pour la nourriture et les refuges, une plus grande vulnérabilité à la pêche) et un taux de prédation moindre sur les populations sédentaires.

y en a-t-il avec les mêmes caractéristiques?

La liste des effets que nous venons de donner n'est pas exhaustive. Il peut survenir des événements en cascade dont l'enchaînement est peu prévisible à l'heure actuelle. La structure actuelle du peuplement le rend très fragile à des modifications portant sur le long terme. Il est également évident que le récif intérieur joue un rôle particulièrement important comme nursery pour l'ensemble des formations récifales du nord de St Vincent. Modifier la structure actuelle revient à s'exposer à remettre en question ce rôle de nursery et les conséquences pourraient avoir des répercussions géographiques beaucoup plus vastes que ne le suggèrent les surfaces directement concernées. Ceci ne signifie pas pour autant que toute extraction de sable soit impossible, le paragraphe suivant donnant quelques suggestions qui devraient atténuer les effets potentiels de cette exploitation.

4 - Suggestions concernant une exploitation du sable

à dévaster fortement

a) il serait sans doute beaucoup moins dommageable d'extraire le sable dans une zone située plus au nord. Cela modifierait moins la courantologie, les particules fines ne menaceraient plus (ou peu) le récif intérieur, zone qu'il convient de protéger en premier chef.

en gros

b) l'extraction devrait se faire de façon intermittente. Cela devrait permettre aux poissons et à leur source de nourriture et d'abri de récupérer, la plupart des espèces pouvant supporter des dérangements temporaires analogues aux perturbations d'origine naturelle, mais étant incapables de supporter des modifications de leur milieu sur le long terme

c) il pourrait être envisagé d'extraire le sable à des emplacements qui changent d'une fois sur l'autre. Une telle action pourrait être bénéfique en empêchant des modifications rapides en un point des fonds blancs. En revanche, il pourrait y avoir un effet néfaste car d'une part les particules fines se trouvent essentiellement en surface et d'autre part cela détruirait une plus grande surface de fonds blancs (source de nourriture de Lethrinidae)

je ne suis pas sûr. ça remue la "mêlée" sur la plus grande surface.

d) une exploitation limitée dans le temps serait sans doute plus appropriée entre le mois d'août et novembre. En effet, le recrutement larvaire principal est alors terminé et les juvéniles ont atteint une taille à laquelle ils sont moins fragiles. Les espèces commerciales auront également pondu en grande partie à cette époque (surtout après septembre). En revanche, il faut éviter une exploitation entre janvier et mai, période du maximum de recrutement larvaire

ou le beau des Caraïbes? = novembre

e) il serait préférable de choisir des jours où les vents sont assez forts (plus de 15 noeuds) de façon à ce que les particules fines puissent être rapidement dispersées et sur une aire aussi vaste que possible (pour éviter des concentrations locales). Dans la mesure du possible choisir des jours ou des heures où les régimes de vent ne poussent pas les particules fines vers le récif intérieur.

à y en a-t-il?

f) les effets potentiels sur les poissons étant de 2 ordres (court et long terme) il serait utile d'échantillonner sur 4 stations (3 échelonnées sur le récif intérieur, une sur le récif barrière) une fois par trimestre pour suivre les changements de la structure du peuplement (qui nous renseignera sur l'évolution potentielle des populations) et une fois par an échantillonner les juvéniles sur ces mêmes stations. Tout changement significatif de la structure (surtout de la structure démographique) serait un signal indiquant un effet probable de l'exploitation et il faudrait alors en évaluer les conséquences à terme.

ds m

c'est le régime qui va être perturbé, ça lui fera une rentrée de ... s'il diminue la ...

Bibliographie

- Burnham K.P., D. Anderson and J.L. Laake 1980 Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs* 72: 202 p
- Conand F. 1987 Biologie et écologie des poissons pélagiques du lagon de Nouvelle Calédonie utilisables comme appât thonier. Thèse Doct. Biologie Marine UBO . *ORSTOM Paris Etudes et Thèses*: 239 pages
- Doherty P. et D.McB Williams 1988 Are local populations of coral reef fishes equilibrial assemblages? The empirical data base. *Proc. 6th Int. Coral Reef Symp. Townsville aug. 1988* 1: 131-139
- Hallier JP et M. Kulbicki 1985 Analyse des résultats de la pêche à la canne de Nouvelle Calédonie *ORSTOM Nouméa Rapport Scientifique et technique Sciences de la Mer* 36: 136 pp
- Kulbicki M. 1987 Experimental survey of coralline fishes by bottom longline in the lagoon of New Caledonia *XVI Cong. Pac. Sci. Ass. Seoul 20-30 Aug. 1987* 1: 34
- Kulbicki M. 1988 a Patterns in the trophic structure of fish populations in the south-west lagoon of New Caledonia. *Proc. 6th Int. Coral Reef Symp. Townsville 8-12 aug. 1988* 2: 89-94
- Kulbicki M. 1988 b Correlation between catch data from bottom longlines and fish census in the south-west lagoon of New Caledonia *Proc. 6th Int. Coral Reef Symp. Townsville 8-12 aug. 1988* 2:305-312
- Kulbicki M, 1992 a Present knowledge of the structure of coral reef fish assemblages in the Pacific . *UNEP Coastal resources and systems of the Pacific basin: investigation and steps toward prospective management. UNEP Regional Seas Report and Studies* 147: 31-54
- Kulbicki M. 1992 b Distribution of the major life-history strategies of coral reef fishes across the Pacific Ocean. *Proc. 7th Int. Coral Reef Congress Guam june 1992* : 14 p
- Kulbicki M. et R. Grandperrin 1988 Survey of the soft bottom carnivorous fish populations using bottom longline in the south-west lagoon of New Caledonia. *SPC Workshop on coastal fishing resources of the Pacific Nouméa 14-25 march 1988* BP 15: 25 p
- Kulbicki M. , G. MouTham, G. Bargibant, JL Menou, P. Tirard 1987 Résultats préliminaires des pêches expérimentales à la palangre dans le lagon sud-ouest de Nouvelle Calédonie. *ORSTOM Nouméa Rapport Scientifique et Technique Sciences de la Mer* 49: 102 p
- Kulbicki M., J. Parrish, P.Thollot et L. Wantiez in prep. Main food types of lagoon fishes from New Caledonia: 70 pp
- Kulbicki M., Thollot P; et P. Thollot 1992 Life-history strategies of fish assemblages from reefs, soft bottoms and mangroves from New Caledonia . *Proc. 7th Int. Coral Reef Congress Guam june 1992* : 12 P
- Kulbicki M., L. Wantiez 1990 Variation in the fish catch composition in the Bay of St Vincent, New Caledonia, as determined by experimental trawling. *Aust. J. Mar. Fresh. Res.* 41: 121-144
- Thollot P. 1988 Importance des mangroves pour l'ichtyofaune du lagon de Nouvelle Calédonie. *SPC Workshop on coastal fishing resources of the Pacific Noumea 14-25 mar. 1988* BP 22: 15 p

Kulbicki M., Mou Tham G. & Thollot P.

Thollot P. 1989 Les poissons de mangrove de Nouvelle Calédonie: caractérisation du peuplement et relations avec les autres communautés ichthyologiques du lagon. Résultats préliminaires: mangrove de Déama. *ORSTOM Nouméa Rapport Scientifique et Technique Sciences de la Mer* 52: 58 p.

Thollot P. 1992 a Importance of mangroves for pacific reef fish species, myth or reality? *Proc. 7th Int. Coral Reef Congress Guam june 1992* : 14 p

Thollot P. 1992 b Les poissons de mangrove du lagon SW de Nouvelle Calédonie - écologie des peuplements, relations avec les communautés ichthyologiques côtières. *Thèse de doctorat Université Aix-Marseille II* : 406 pp

Wantiez L. 1992 Importance of reef fishes among the soft bottom fish assemblages of the North lagoon of new Caledonia. *Proc. Seventh Int. Coral Reef Symp. Guam june 1992* : 6 P

Wantiez L. et M. Kulbicki 1991 Les pêches exploratoires au chalut en baie de St Vincent (Nouvelle Calédonie). *ORSTOM Nouméa Rapport Scientifique et Technique Sciences de la Mer* 60: 73 p

Annexe 1: définition des 6 stratégies démographiques utilisées pour définir la structure démographique. D'après Kulbicki et al. (1992b).

La durée de vie peut être considérée comme l'espérance de vie (LC50 au recrutement)

Groupe	Taille	Reproduction	Comportement	Croissance	Mortalité	Durée de vie
1	Petit à moyen < 30 cm	Très précoce Index gonado-somatique ou effort de reproduction très élevé	La plupart des espèces en banc Comportement sexuel simple	Très rapide	Forte	0.5 à 3 ans
2	Petite à moyenne < 30 cm	1-3 ans à la première reproduction Index gonado-somatique élevé	Souvent en bancs. Peut être territorial Comportement sexuel parfois complexe	Initialement très rapide	Moyenne	3 à 7 ans
3	Moyenne à grande > 30 cm	2-3 ans à la première reproduction Index gonado-somatique élevé	Souvent en bancs Rarement territorial Comportement sexuel simple	Rapide initialement et parfois toute la vie durant	Moyenne	3 à 7 ans
4	Petite à moyenne < 30 cm	Tardive Normalement > 50 % taille maximale à la 1ère reproduction Index gonado-somatique moyen	Rarement en bancs Souvent territorial	lente après la 1ère reproduction. Initialement souvent rapide	Faible	7 à 12 ans
5	Moyenne à grande > 30cm usually >50cm	Tardive Normalement > 60% taille maximale à la 1ère reproduction Index gonado-somatique bas	Rarement en bancs Souvent territorial	lente après la 1ère reproduction Initialement souvent rapide	Faible	7-12 ans
6	Grande à très grande > 50 cm usually > 1m	Très tardive Normalement > 60% taille maximale à la 1ère reproduction Souvent ovovivipare Index gonado-somatique bas	Très rarement en bancs sauf pour la reproduction	Très lente surtout après la 1ère reproduction	Très faible	> 12 ans

Annexe 2: caractéristiques physiques des stations. Les chiffres sont les pourcentages moyens de couverture. La couverture par les organismes est indépendante de celle des éléments du substrat.

Numéro de Stations	Prof. (m)	Substrat	%	Organismes recouvants	%
Récif intérieur					
1	4	sable moyen gris sable grossier gris débris petits blocs gros blocs roche corail	17 10 14 7 5 40 6	corail	7
2	1.7	sable grossier gris graviers débris petits blocs gros blocs roche corail	27 4 7 3 1 39 19	corail	27
3	1.5	sable grossier gris débris petits blocs gros blocs dalle	<1 17 2 2 78	algues (cyanophycées) corail	18 <1
4	2.8	sable fin gris sable grossier gris débris petits blocs gros blocs roche corail	8 2 7 5 5 60 10	corail	24
5	2.6	sable vaseux gris débris roche corail	2 12 60 28	corail	8
6	2.2	sable vaseux gris débris roche corail	2 10 50 38	corail	18
7	1.9	sable grossier gris débris petit blocs gros blocs roche corail	15 36 1 1 32 15	algues (cyanophycées) corail	33 12
8	1.9	sable grossier gris débris petits blocs gros blocs roche corail	8 18 2 1 50 21	algues (cyanophycées) corail	26 25
14	1.6	sable vaseux gris sable grossier gris débris roche dalle	5 10 6 71 7	corail alcyonaires	15 3
15	1	sable grossier gris débris petits blocs gros blocs roche	8 21 10 1 60	algues (cyanophycées) corail alcyonaires	34 2 2
Zone d'extraction					
9	4	sable grossier blanc	100	cyanophycées	<1
10	3	sable grossier blanc	100	cyanophycées	6
11	3	sable grossier blanc	100	cyanophycées	13

18	2.5	sable grossier blanc	100	cyanophycées	3
19	3.8	sable grossier blanc	100	cyanophycées	3
20	3	sable grossier blanc roche	99 1	cyanophycées	25
Récif barrière					
12	1	sable grossier blanc graviers débris petits blocs roche dalle	14 11 16 18 32 7	corail	20
13	2.4	sable grossier blanc débris petits blocs gros blocs roche corail dalle	43 11 7 2 26 6 3	corail alcyonaires	17 <1
16	2.6	sable grossier blanc gravier débris petits blocs gros blocs roche dalle	30 12 14 6 2 38 1	corail	12
17	2	sable grossier blanc gravier débris petit blocs roche dalle	7 14 23 9 15 30	corail	12

Annexe 3: principales caractéristiques des espèces du peuplement.

Radiales: nombre de radiales où l'espèce a été observée

Nbre/Occ.: nombre de poissons par occurrence (indique la taille des bancs)

Taille: taille moyenne en cm

Densité: densité en poissons/m²

Poids: poids moyen en g

Biomasse: biomasse en g/m² (ou tonnes/km²)

ESPECES	Radiales	Nbre/Occ.	Taille (cm)	Densité	Poids (g)	Biomasse
<i>Aetobatus narinari</i>	1.	1.00	120.000	0.0001	20000.	1.5385
<i>Sprat spp.</i>	1.	500.00	5.000	0.0500	1.0	0.0500
<i>Synodus variegatus</i>	8.	1.00	16.400	0.0033	94.8	0.3160
<i>Synodus hoshinonis</i>	2.	1.00	10.000	0.0020	8.0	0.0160
<i>Neoniphon sammara</i>	7.	1.29	16.148	0.0059	90.7	0.5335
<i>Sargocentron diadema</i>	2.	1.00	14.333	0.0013	65.7	0.0844
<i>Sargocentron spiniferum</i>	1.	1.00	28.000	0.0002	525.0	0.1050
<i>Aulostomus chinensis</i>	5.	1.00	35.625	0.0011	67.8	0.0774
<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	1.	1.00	38.000	0.0003	800.0	0.2667
<i>Cephalopholis urodeta</i>	1.	1.00	22.000	0.0000	179.0	0.0085
<i>Epinephelus fasciatus</i>	1.	1.00	20.000	0.0001	127.0	0.0181
<i>Epinephelus maculatus</i>	2.	1.00	32.333	0.0004	491.7	0.1924
<i>Epinephelus merra</i>	14.	1.01	18.403	0.0139	106.6	1.4851
<i>Epinephelus microdon</i>	1.	1.00	25.000	0.0001	243.0	0.0347
<i>Plectropomus laevis</i>	3.	1.00	45.750	0.0004	1827.0	0.6644
<i>Plectropomus leopardus</i>	2.	1.00	53.333	0.0003	2430.3	0.7542
<i>Apogon sp.</i>	1.	1.00	6.000	0.0003	3.0	0.0010
<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	1.	5.00	7.000	0.0010	5.0	0.0050
<i>Caranx ignobilis</i>	1.	1.00	70.000	0.0002	9305.0	2.0678
<i>Pseudocaranx dentex</i>	1.	2.00	18.000	0.0001	116.0	0.0136
<i>Scomberoides tol</i>	1.	1.00	35.000	0.0001	307.0	0.0279
<i>Aprion virescens</i>	1.	2.33	45.357	0.0016	1432.3	2.2823
<i>Lutjanus bohar</i>	5.	4.44	58.325	0.0018	4335.4	7.7765
<i>Lutjanus fulviflammus</i>	4.	9.00	16.833	0.0043	95.5	0.4059
<i>Lutjanus fulvus</i>	1.	1.00	19.000	0.0002	153.0	0.0255
<i>Lutjanus kasmira</i>	2.	8.50	15.824	0.0138	74.1	1.0200
<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	3.	16.20	16.802	0.0165	97.1	1.6049
<i>Lutjanus russelli</i>	2.	2.40	29.417	0.0010	426.8	0.4125
<i>Macolor niger</i>	1.	1.00	25.000	0.0001	284.0	0.0149
<i>Caesio spp.</i>	1.	20.00	10.000	0.0017	14.0	0.0233
<i>Pterocaesio trilineata</i>	1.	30.00	13.000	0.0150	37.0	0.5550
<i>Pterocaesio diagramma</i>	3.	26.00	15.192	0.0084	63.1	0.5307
<i>Pterocaesio tile</i>	3.	10.83	14.138	0.0042	59.7	0.2514
<i>Gnathodentex aurolineatus</i>	8.	17.56	18.146	0.0517	145.1	7.5058
<i>Lethrinus harak</i>	3.	1.00	22.333	0.0003	222.3	0.0572
<i>Lethrinus lentjan</i>	2.	1.00	24.000	0.0003	278.0	0.0927
<i>Lethrinus mahsena</i>	6.	1.12	29.611	0.0016	663.7	1.0289
<i>Lethrinus ramak</i>	2.	1.33	20.500	0.0006	173.8	0.0993
<i>Lethrinus rubrioperculatus</i>	1.	1.00	30.000	0.0003	496.0	0.1653
<i>Lethrinus semicinctus</i>	1.	25.00	13.000	0.0016	35.0	0.0547
<i>Monotaxis grandoculis</i>	10.	1.56	27.000	0.0060	612.8	3.6909
<i>Scolopsis bilineatus</i>	5.	1.25	15.600	0.0024	88.6	0.2110
<i>Scolopsis trilineatus</i>	4.	1.62	15.095	0.0020	77.5	0.1532
<i>Mulloides flavolineatus</i>	6.	10.31	14.915	0.0093	82.8	0.7723
<i>Mulloides vanicolensis</i>	1.	5.50	16.818	0.0047	98.0	0.4561
<i>Parupeneus barberinoides</i>	1.	1.00	15.333	0.0008	66.3	0.0543
<i>Parupeneus barberinus</i>	5.	1.00	29.077	0.0013	520.9	0.6521
<i>Parupeneus cyclostomus</i>	4.	1.00	18.600	0.0009	251.6	0.2330
<i>Parupeneus dispilurus</i>	4.	1.14	23.500	0.0010	315.1	0.3056
<i>Parupeneus pleurospilos</i>	1.	1.00	12.000	0.0001	35.0	0.0050
<i>Parupeneus trifasciatus</i>	14.	1.18	13.773	0.0104	71.1	0.7370
<i>Upeneus tragula</i>	2.	1.00	21.500	0.0003	181.0	0.0452
<i>Upeneus sp.</i>	1.	1.00	7.000	0.0001	5.0	0.0003
<i>Chaetodon auriga</i>	13.	1.34	10.787	0.0064	36.2	0.2309
<i>Chaetodon bennetti</i>	6.	1.00	9.375	0.0012	32.0	0.0394
<i>Chaetodon citrinellus</i>	6.	1.50	8.000	0.0036	14.6	0.0525
<i>Chaetodon ephippium</i>	12.	1.46	15.000	0.0044	126.2	0.5500
<i>Chaetodon flavirostris</i>	8.	1.93	10.259	0.0046	38.2	0.1775

<i>Chaetodon lineolatus</i>	6.	1.00	13.875	0.0009	90.1	0.0824
<i>Chaetodon lunula</i>	1.	1.00	10.000	0.0002	30.0	0.0060
<i>Chaetodon melannotus</i>	4.	1.00	8.400	0.0008	19.4	0.0147
<i>Chaetodon mertensii</i>	7.	1.44	8.615	0.0035	16.2	0.0571
<i>Chaetodon pelewensis</i>	4.	1.54	7.350	0.0041	12.2	0.0498
<i>Chaetodon plebeius</i>	12.	1.08	7.372	0.0081	11.8	0.0964
<i>Chaetodon rafflesi</i>	2.	1.67	10.400	0.0006	35.4	0.0197
<i>Chaetodon reticulatus</i>	1.	1.00	13.000	0.0010	74.0	0.0740
<i>Chaetodon trifascialis</i>	1.	1.00	10.000	0.0008	30.5	0.0244
<i>Chaetodon trifasciatus</i>	13.	1.79	8.567	0.0183	19.6	0.3589
<i>Chaetodon ulietensis</i>	7.	1.50	9.389	0.0031	25.9	0.0807
<i>Chaetodon unimaculatus</i>	1.	2.00	13.000	0.0002	74.0	0.0135
<i>Chaetodon vagabundus</i>	5.	1.47	10.360	0.0033	31.0	0.1013
<i>Forcipiger flavissimus</i>	3.	1.80	10.222	0.0019	25.0	0.0471
<i>Forcipiger longirostris</i>	2.	1.50	10.000	0.0002	22.0	0.0044
<i>Heniochus chrysostomus</i>	6.	1.50	11.222	0.0013	47.3	0.0609
<i>Heniochus monoceros</i>	1.	1.00	16.000	0.0002	128.0	0.0256
<i>Centropyge bicolor</i>	1.	1.50	8.333	0.0018	18.3	0.0330
<i>Centropyge bispinosus</i>	6.	1.74	7.475	0.0152	13.1	0.1986
<i>Centropyge flavissimus</i>	5.	1.40	8.048	0.0028	15.9	0.0444
<i>Centropyge tibicen</i>	6.	1.33	8.167	0.0027	18.2	0.0484
<i>Pomacanthus imperator</i>	1.	1.00	7.000	0.0001	8.0	0.0009
<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	9.	6.67	9.419	0.0094	27.1	0.2559
<i>Amblyglyphidod curacao</i>	5.	1.89	7.250	0.0060	11.5	0.0690
<i>Amblyglyphidod leucogaster</i>	2.	2.20	8.091	0.0019	16.7	0.0311
<i>Amphiprion akindynos</i>	7.	1.90	6.368	0.0025	7.2	0.0181
<i>Amphiprion clarkii</i>	1.	1.00	5.500	0.0003	5.0	0.0014
<i>Amphiprion melanopus</i>	2.	2.75	6.636	0.0019	8.3	0.0159
<i>Chromis atripectoralis</i>	4.	8.67	6.808	0.0069	9.4	0.0650
<i>Chromis atripes</i>	1.	2.00	6.000	0.0003	6.0	0.0017
<i>Chromis caerulea</i>	10.	34.06	5.169	0.0848	4.4	0.3710
<i>Chrysiptera biocellata</i>	8.	3.33	7.623	0.0277	10.6	0.2938
<i>Chrysiptera cyanea</i>	12.	3.54	5.159	0.0364	2.7	0.0966
<i>Chrysiptera rollandi</i>	4.	2.44	4.682	0.0051	2.4	0.0122
<i>Dascyllus aruanus</i>	13.	9.21	4.633	0.2144	4.1	0.8842
<i>Dascyllus reticulatus</i>	2.	2.29	5.688	0.0056	10.1	0.0560
<i>Dascyllus trimaculatus</i>	3.	2.00	4.500	0.0007	6.5	0.0043
<i>Paraglyphidodo nigroris</i>	5.	1.77	8.282	0.0108	17.1	0.1839
<i>Plectroglyphi dicki</i>	1.	1.00	6.000	0.0010	4.0	0.0040
<i>Plectroglyphid johnstonianus</i>	2.	1.00	7.500	0.0003	9.0	0.0026
<i>Plectroglyphid lacrymatus</i>	6.	2.73	7.533	0.0081	9.2	0.0749
<i>Pomacentrus amboinensis</i>	12.	4.29	5.777	0.0592	6.5	0.3843
<i>Pomacentrus bankanensis</i>	2.	2.00	5.500	0.0010	5.5	0.0055
<i>Pomacentrus coelestis</i>	1.	3.00	4.000	0.0006	1.0	0.0006
<i>Pomacentrus melanopterus</i>	1.	2.00	6.000	0.0020	5.0	0.0100
<i>Pomacentrus philippinus</i>	1.	2.00	5.000	0.0007	2.0	0.0013
<i>Pomacentrus sp.</i>	13.	4.61	7.299	0.0880	9.4	0.8301
<i>Pomacentrus taeniometopon</i>	3.	2.25	6.778	0.0026	8.8	0.0229
<i>Pomacentrus vaiuli</i>	5.	2.73	6.667	0.0106	9.3	0.0981
<i>Stegastes gascoyni</i>	4.	3.62	8.621	0.0061	26.7	0.1641
<i>Stegastes nigricans</i>	14.	6.78	9.417	0.1691	37.1	6.2790
<i>Stegastes lividus</i>	7.	9.55	13.652	0.0464	105.9	4.9092
<i>Sphyræna barracuda</i>	1.	1.00	45.000	0.0001	585.0	0.0650
<i>Sphyræna obtusata</i>	3.	288.00	23.188	0.1373	91.1	12.5166
<i>Anampses spp.</i>	1.	1.00	15.000	0.0001	43.0	0.0061
<i>Anampses femininus</i>	2.	1.00	7.000	0.0013	5.3	0.0069
<i>Anampses geographicus</i>	8.	1.00	13.889	0.0020	38.2	0.0755
<i>Anampses neoguinaicus</i>	7.	1.52	11.257	0.0066	21.9	0.1434
<i>Bodianus axillaris</i>	3.	1.00	20.143	0.0012	147.9	0.1767
<i>Bodianus laxozonus</i>	4.	1.00	16.444	0.0015	81.6	0.1246
<i>Bodianus perditio</i>	1.	1.00	10.000	0.0002	17.0	0.0034
<i>Cheilinus chlorourus</i>	14.	1.04	14.273	0.0143	90.7	1.2960
<i>Cheilinus diagrammus</i>	2.	1.00	25.000	0.0002	241.0	0.0536
<i>Cheilinus fasciatus</i>	3.	1.00	24.083	0.0018	340.9	0.5987
<i>Cheilinus spp.</i>	1.	1.00	16.000	0.0001	70.0	0.0100
<i>Cheilinus trilobatus</i>	10.	1.00	16.519	0.0052	113.9	0.5971
<i>Cheilinus undulatus</i>	7.	1.00	29.692	0.0015	1281.5	1.9511
<i>Cheilio inermis</i>	5.	1.00	23.333	0.0019	157.0	0.2957
<i>Coris aygula</i>	5.	1.08	26.556	0.0030	356.9	1.0532
<i>Coris dorsomacula</i>	1.	1.00	10.000	0.0002	13.0	0.0026
<i>Coris gaimard</i>	4.	1.08	17.643	0.0020	112.0	0.2240

<i>Coris variegata</i>	1.	1.00	12.000	0.0001	24.0	0.0034
<i>Epibulus insidiator</i>	7.	1.00	16.909	0.0014	129.1	0.1795
<i>Gomphosus varius</i>	13.	1.11	11.588	0.0121	21.8	0.2649
<i>Halichoeres biocellatus</i>	1.	1.00	9.000	0.0010	11.0	0.0110
<i>Halichoeres hortulanus</i>	3.	1.00	12.333	0.0013	30.0	0.0386
<i>Halichoeres nebulosus</i>	1.	1.00	8.000	0.0010	7.0	0.0070
<i>Halichoeres trimaculatus</i>	11.	2.12	9.545	0.0393	16.9	0.6643
<i>Hemigymnus fasciatus</i>	10.	1.00	17.200	0.0022	136.7	0.3046
<i>Hemigymnus melapterus</i>	14.	1.58	19.043	0.0145	167.5	2.4369
<i>Hologymnosus doliatus</i>	4.	1.00	26.857	0.0009	116.4	0.1037
<i>Labrichthys unilineatus</i>	1.	1.00	13.000	0.0001	23.0	0.0026
<i>Labroides bicolor</i>	2.	1.00	9.000	0.0030	7.3	0.0220
<i>Labroides dimidiatus</i>	8.	1.16	7.045	0.0056	2.9	0.0161
<i>Labropsis australis</i>	4.	1.00	10.800	0.0015	14.2	0.0209
<i>Pseudocheilinu hexataenia</i>	4.	1.25	6.000	0.0013	3.0	0.0039
<i>Stethojulis bandanensis</i>	10.	2.11	7.347	0.0241	5.0	0.1199
<i>Stethojulis interrupta</i>	1.	2.00	7.000	0.0020	4.0	0.0080
<i>Stethojulis strigiventer</i>	7.	3.50	6.816	0.0147	3.8	0.0559
<i>Thalassoma hardwicke</i>	14.	1.54	10.765	0.0246	18.1	0.4449
<i>Thalassoma janseni</i>	4.	1.59	12.302	0.0083	26.9	0.2243
<i>Thalassoma lunare</i>	12.	2.33	9.168	0.0431	12.9	0.5559
<i>Thalassoma lutescens</i>	14.	1.26	11.634	0.0201	26.1	0.5262
<i>Xirichthys pavo</i>	3.	1.00	9.000	0.0004	10.5	0.0040
<i>Scarus spp.</i>	7.	11.54	26.780	0.0113	677.7	7.6429
<i>Scarus sp. juvenile</i>	14.	10.18	10.481	0.2569	35.9	9.2281
<i>Scarus sp. "gris"</i>	10.	3.91	14.864	0.0188	107.6	2.0274
<i>Bolbometopon muricatum</i>	3.	1.00	32.000	0.0006	1293.6	0.7888
<i>Cetoscarus bicolor</i>	4.	1.00	38.692	0.0011	1619.2	1.8122
<i>Hipposcarus longiceps</i>	9.	1.90	30.311	0.0066	774.9	5.1431
<i>Scarus altipinnis</i>	12.	5.61	30.779	0.0143	731.1	10.4397
<i>Scarus chameleon</i>	8.	1.26	25.042	0.0027	543.7	1.4842
<i>Scarus fasciatus</i>	9.	4.73	26.606	0.0103	457.9	4.6940
<i>Scarus frenatus</i>	3.	1.33	24.250	0.0006	474.0	0.2709
<i>Scarus ghobban</i>	15.	2.26	26.679	0.0212	469.4	9.9682
<i>Scarus globiceps</i>	2.	1.00	19.000	0.0002	121.5	0.0243
<i>Scarus gibbus</i>	7.	4.05	36.848	0.0136	1155.1	15.7488
<i>Scarus longipinnis</i>	2.	1.20	21.500	0.0011	233.3	0.2625
<i>Scarus niger</i>	5.	1.29	26.864	0.0023	552.1	1.2429
<i>Scarus oviceps</i>	4.	1.00	20.600	0.0006	315.8	0.1926
<i>Scarus psittacus</i>	4.	1.50	18.867	0.0029	151.3	0.4420
<i>Scarus schlegeli</i>	12.	1.40	25.917	0.0082	410.9	3.3692
<i>Scarus sordidus</i>	14.	2.69	15.462	0.0452	114.6	5.1750
<i>Parapercis cylindrica</i>	6.	1.00	10.095	0.0044	15.2	0.0665
<i>Parapercis multiplicata</i>	1.	1.00	11.000	0.0003	16.0	0.0053
<i>Parapercis polyophtalma</i>	3.	1.00	19.111	0.0015	120.9	0.1780
<i>Parapercis sp. 1</i>	1.	2.00	8.000	0.0002	6.0	0.0011
<i>Atrosalarias fuscus</i>	1.	1.00	10.000	0.0010	18.0	0.0180
<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	6.	1.44	6.462	0.0030	2.5	0.0073
<i>Plagiotremus tapeinosoma</i>	1.	1.00	10.000	0.0010	5.0	0.0050
<i>Amblygobius albimaculatus</i>	7.	1.57	9.278	0.0104	15.4	0.1596
<i>Istigobius spp.</i>	4.	2.50	6.900	0.0053	3.9	0.0205
<i>Valenciennesa strigatus</i>	2.	1.50	11.000	0.0016	27.2	0.0445
<i>Acanthurus spp.</i>	1.	3.00	25.000	0.0002	430.0	0.0992
<i>Acanthurus mata</i>	1.	2.00	18.750	0.0004	155.5	0.0553
<i>Acanthurus gahm</i>	4.	1.56	23.643	0.0014	415.9	0.5823
<i>Acanthurus blochii</i>	11.	11.67	25.037	0.0414	562.2	23.2827
<i>Acanthurus nigrofuscus</i>	15.	2.45	12.557	0.0391	66.0	2.5802
<i>Acanthurus pyroferus</i>	1.	1.00	16.000	0.0005	219.0	0.1095
<i>Acanthurus triostegus</i>	1.	1.00	10.000	0.0001	30.0	0.0033
<i>Ctenochaetus binotatus</i>	2.	1.50	10.667	0.0013	34.0	0.0437
<i>Ctenochaetus striatus</i>	11.	2.32	13.242	0.0115	73.7	0.8465
<i>Naso tuberosus</i>	2.	1.00	42.500	0.0002	1696.5	0.3085
<i>Naso unicornis</i>	12.	1.48	32.870	0.0070	940.2	6.6285
<i>Zebrasoma scopas</i>	12.	2.05	9.942	0.0323	33.1	1.0686
<i>Zebrasoma veliferum</i>	14.	2.76	21.809	0.0163	261.1	4.2588
<i>Siganus argenteus</i>	5.	55.64	18.464	0.0784	115.8	9.0754
<i>Siganus corallinus</i>	1.	1.00	15.000	0.0007	95.5	0.0637
<i>Siganus doliatus</i>	9.	1.65	21.047	0.0041	241.5	0.9990
<i>Siganus oramin</i>	1.	4.20	9.810	0.0034	21.0	0.0716
<i>Siganus puellus</i>	6.	1.62	22.769	0.0019	220.0	0.4131
<i>Siganus punctatus</i>	5.	1.45	23.688	0.0019	344.9	0.6690

<i>Siganus spinus</i>	9.	2.28	14.143	0.0145	60.1	0.8709
<i>Siganus vulpinus</i>	5.	1.56	16.571	0.0017	86.1	0.1430
<i>Zanclus cornutus</i>	6.	1.31	13.647	0.0016	50.3	0.0786
<i>Aluterus scriptus</i>	1.	1.00	60.000	0.0002	4387.0	0.8774
<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	5.	2.29	6.438	0.0040	3.6	0.0143
<i>Rhinecanthus aculeatus</i>	2.	1.20	17.167	0.0007	143.7	0.0995
<i>Sufflamen chrysopterus</i>	5.	1.08	14.846	0.0016	103.4	0.1696
<i>Ostracion cubicus</i>	1.	1.00	8.000	0.0001	21.0	0.0023
<i>Arothron hispidus</i>	1.	1.00	25.000	0.0001	468.0	0.0275
<i>Canthigaster valentini</i>	11.	1.24	5.385	0.0068	4.2	0.0286

Annexe 4: classification des principaux taxa de poissons de récif en fonction de leur stratégie démographique

Stratégie	Principaux taxa
1	<i>Ambassis</i> spp., petits Apogonidae, Clupeidae, Spratellidae, Atherinidae, petits <i>Chromis</i> spp., petits Gobiidae, petits Blenniidae, Tripterygiidae, Leiognathidae, <i>Neopomacentrus</i> spp., <i>Pseudochromis</i> spp., <i>Upeneus</i> spp., <i>Ptereleotris</i> spp., les plus petits Syngnathidae
2	petits <i>Abudefduf</i> spp., petits Acanthuridae, les plus grands Gobiidae, les plus grands Blenniidae, <i>Amphiprion</i> spp., les plus grands Apogonidae, petits Antennariidae, la plupart des <i>Anampses</i> spp., petits <i>Bodianus</i> spp., la plupart des Caesionidae, <i>Canthigaster</i> spp., grands <i>Chromis</i> spp., <i>Dascyllus</i> spp., petits <i>Coris</i> spp., Gerreidae, la plupart des <i>Halichoeres</i> spp., la plupart des Nemipteridae, la plupart des Mugiloididae, la plupart des Syngnathidae, petits <i>Parupeneus</i> spp., petits Scorpaenidae, <i>Synodus</i> spp., petits <i>Siganus</i> spp., Callyonimidae, petits <i>Thalassoma</i> spp., <i>Centropyge</i> spp., petits Chaetodontidae, la plupart des <i>Pomacentrus</i> spp. et Anthiinae
3	moyens Acanthuridae, moyens <i>Arothron</i> spp., moyens Balistidae, la plupart des <i>Carangoides</i> spp and <i>Caranx</i> spp., petits Pomacanthinae, la plupart des Lethrinidae et Lutjanidae, <i>Naso</i> spp. pélagiques, la plupart des Scaridae, la plupart des Siganidae, moyens Sphyraenidae, Belonidae
4	les plus grands <i>Abudefduf</i> , grands <i>Anampses</i> spp., grands Antennariidae, la plupart des Chaetodontidae, <i>Choerodon</i> spp., petits Serranidae, la plupart des <i>Myripristis</i> spp., <i>Hologymnosus</i> spp., <i>Paraglyphidodon</i> spp., <i>Pterois</i> spp., <i>Rhinecanthus</i> spp., <i>Sargocentron</i> spp., <i>Scorpaenopsis</i> spp., moyens Platycephalidae, petits Muraenidae
5	grands Acanthuridae, grands Lutjanidae, grands <i>Arothron</i> spp., la plupart des <i>Cephalopholis</i> spp., moyens Epinephelinae, moyens Murenidae, Kyphosidae, grands Lethrinidae, grands <i>Naso</i> spp., la plupart des <i>Plecthorhynchus</i> spp., <i>Plectropomus</i> spp., grands <i>Pomacanthus</i> , grands Sphyraenidae, grands Balistidae, grands Scaridae, grandsst Carangidae
6	la plupart des requins, la plupart des raies, les plus grands Muraenidae, Serranidae, Scaridae, Balistidae, Labridae, Lutjanidae et Lethrinidae

Kulbicki Michel, Mou-Tham Gérard, Thollot Pierre.

Etude préliminaire des effets potentiels de l'extraction de sable sur les peuplements de poissons.

In : Chevillon Christophe (coord.). Projet d'extraction de sable lagonaire à proximité de l'îlot Tenia : étude des caractéristiques du milieu (hydrologie, sels nutritifs, peuplements benthiques et pélagiques).

Nouméa : ORSTOM, 1993, p. 35-64.