

Master Recherche Ecologie Fonctionnelle 2^{ème} année
Année 2006-2007

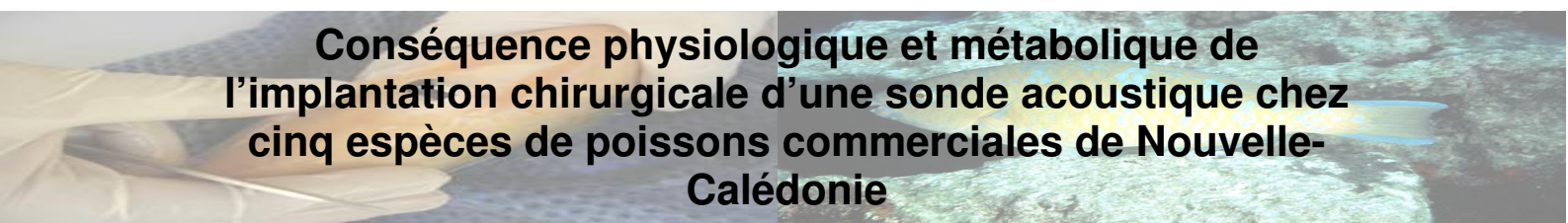
Stage de Recherche



**Utilisation de l'espace et caractéristiques des déplacements
de quatre espèces de Scaridae en zone marine protégée**

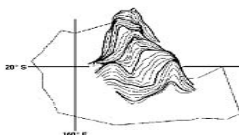
Sous la direction de Mr Laurent WANTIEZ

Projet de Recherche



**Conséquence physiologique et métabolique de
l'implantation chirurgicale d'une sonde acoustique chez
cinq espèces de poissons commerciales de Nouvelle-
Calédonie**

Présenté par Maël IMIRIZALDU



Sommaire

Introduction	- 2 -
Matériel et méthodes	- 2 -
<i>Site d'étude et espèces étudiées.....</i>	<i>- 2 -</i>
<i>Télémetrie acoustique et marquage des poissons</i>	<i>- 4 -</i>
<i>Protocole de suivi.....</i>	<i>- 4 -</i>
<i>Traitement des données.....</i>	<i>- 6 -</i>
Résultats	- 7 -
<i>Utilisation de l'espace.....</i>	<i>- 7 -</i>
<i>Types de déplacements.....</i>	<i>- 10 -</i>
Discussion	- 12 -
<i>Réflexion sur le protocole de suivi</i>	<i>- 12 -</i>
<i>Utilisation de l'espace.....</i>	<i>- 12 -</i>
<i>Mouvements remarquables</i>	<i>- 14 -</i>
Références Bibliographiques.....	- 15 -

Introduction

Les réserves marines sont depuis longtemps utilisées comme moyen de préservation des ressources (Gell et Roberts, 2003 ; Halpern, 2003). Depuis leur création en 1989, les réserves du Parc du Lagon Sud de Nouvelle Calédonie font l'objet d'un suivi régulier des peuplements de poissons coralliens et de l'habitat. Des effets de réserve positifs ont été mis en évidence sur la richesse spécifique, la densité, la biomasse et la structure des communautés (Wantiez et al. 1997). Cependant, l'efficacité d'une réserve pour protéger une population dépend de l'utilisation de l'espace par chaque poisson (Chapman et Kramer, 1999). Une thèse de doctorat en cours de réalisation, « contribution à l'étude du fonctionnement des aires marines protégées en milieu corallien, interactions entre zones protégées et non protégées », a montré que les liens entre les peuplements de poissons des formations coralliennes fragmentées, c'est-à-dire séparées par des fonds meubles, sont beaucoup plus importants que ce qu'il est généralement admis (Holland et al., 1995 ; Zeller et Russ, 1998). L'utilisation de l'espace par un individu peut être considérée comme l'un des facteurs principaux influençant la structuration des populations. L'objectif du travail présenté dans ce rapport a été de quantifier et de caractériser l'utilisation de l'espace chez 4 espèces de Scaridae (poissons perroquets) dans un paysage lagunaire intégrant plusieurs récifs coralliens dont un est une réserve. La famille des Scaridae est une famille commerciale fréquente dans toute la zone intertropicale. Elle n'a fait l'objet que de très peu d'études spécifiques (Lindholm, Knight et al., 2006). Ces résultats contribueront à la compréhension du fonctionnement de l'écosystème et à optimiser la gestion de l'ensemble récifo-lagunaire.

Matériel et méthodes

Site d'étude et espèces étudiées

La zone d'étude est un complexe corallien fragmenté situé dans le Parc du Lagon Sud de Nouvelle Calédonie (Figure 1). Il comprend deux structures espacées de 900 m : l'îlot Larégnère et le récif Larégnère. L'îlot Larégnère (22°19'S, 166°19'E) est un îlot corallien en réserve (8.5 km²) situé au centre du lagon Sud-Ouest à 10.5 km de la côte et 7.4 km du récif barrière. Toute récolte d'organismes y est interdite depuis 1989. Il est entouré d'un récif corallien, moins développé sur la façade Nord-Ouest. Le récif Larégnère est sous influence océanique en face du chenal de passe et est situé hors zone réserve. Ces deux structures sont

séparées de fonds meubles composés d'herbiers de phanérogames, de zones sableuses et de pâtés coralliens.

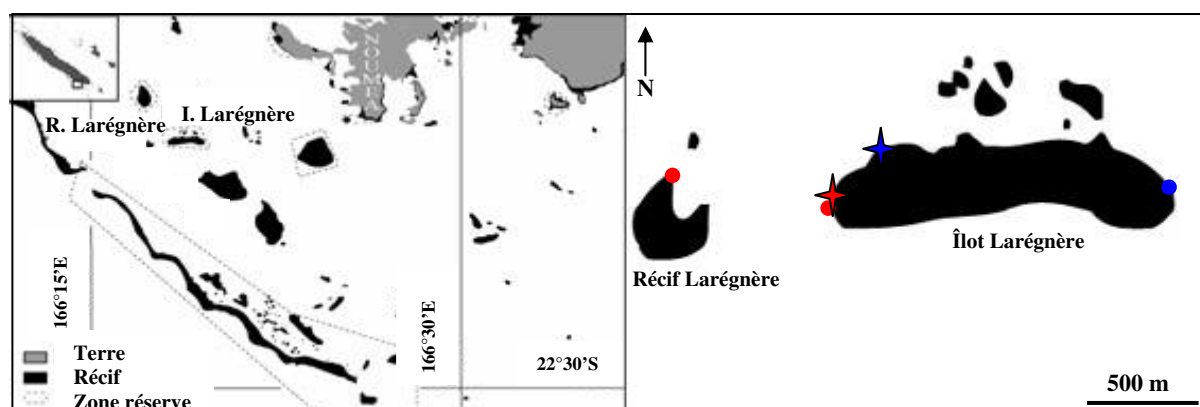


Figure 1. Localisation de la zone d'étude. (●) Première session de pêche (15/03/2007), (★) première zone de relâche, (●) Deuxième session de pêche (26/03/2007), (★) seconde zone de relâche. R. = récif, I. = Îlot.

Les Scaridae sont l'une des principales familles d'herbivores des écosystèmes coralliens (Lindholm, Knight et al., 2006). Ils forment donc un groupe fonctionnel important dans la dynamique et le maintien des récifs coralliens. L'objectif initial était de suivre deux espèces de Scaridae commercialisées en Nouvelle Calédonie : *Scarus ghobban* (Forsskål, 1775) et *Chlorurus microrhinos* (Bleeker, 1854). Les contraintes de terrain n'ont pas permis de pêcher suffisamment d'individus dans le temps imparti à l'étude. Par conséquent, d'autres espèces commerciales ont été ajoutées au suivi : *Scarus niger* (Forsskål, 1775), *Scarus rivulatus* (Valencienne in C & V, 1840) et *Scarus sordidus* (Forsskål, 1775). Au total, 10 individus ont été marqués (Tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques des individus et localisation des zones de pêches et de relâche.

Numéro	Espèce	Longueur à la Fourche (cm)	Session de pêche	Zone de pêche	Zone de relâche	Durée de suivie (J)
1	<i>Chlorurus microrhinos</i>	35	1	Pointe Ouest îlot	zone 1	3
2	<i>Chlorurus microrhinos</i>	39	1	Pointe Ouest îlot	zone 1	7
3	<i>Chlorurus microrhinos</i>	35	1	Pointe Ouest îlot	zone 1	2
4	<i>Scarus rivulatus</i>	35	1	Pointe Ouest îlot	zone 1	1
5	<i>Chlorurus microrhinos</i>	30	2	Récif Larégnère	zone 2	5
6	<i>Scarus niger</i>	34	2	Récif Larégnère	zone 2	5
7	<i>Scarus ghobban</i>	29	2	Récif Larégnère	zone 2	6
8	<i>Scarus niger</i>	28	2	Pointe Est îlot	zone 2	6
9	<i>Scarus rivulatus</i>	28	2	Pointe Est îlot	zone 2	5
10	<i>Scarus sordidus</i>	28	2	Pointe Est îlot	zone 2	5

Télémetrie acoustique et marquage des poissons

Les déplacements à court terme, la taille des territoires et l'utilisation de l'habitat par les Scaridae marqués ont été étudiés par télémetrie acoustique. Cette méthode a déjà été utilisée (Holland et al., 1995 ; Meyer et Holland, 2005) et a donné des résultats satisfaisant. Les marques utilisées ont un diamètre de 0.9 mm et une longueur de 2.0 cm (modèle V9-6L, Vemco). Elles émettent sur des fréquences individuelles différentes (de 63 kHz à 84 kHz) et ont une durée de vie de 20 jours. Les émissions ont été enregistrées à l'aide de deux hydrophones. Le premier est un hydrophone omnidirectionnel (modèle VH165, Vemco) capable de détecter la présence d'une marque sur 360° dans un rayon de 300 m déterminé lors de tests *in situ*. Le second est un hydrophone unidirectionnel (modèle VH100, Vemco) capable de détecter le signal émis dans une direction précise sur une distance de 220 m, déterminée lors de tests *in situ*. Ces hydrophones sont reliés à un récepteur (modèle VR100, Vemco) qui enregistre l'identifiant de la marque, la date et l'heure de la réception du signal ainsi que la position géographique du bateau.

Les poissons ont été capturés de nuit en plongée à l'aide d'épuisettes. Les pêches ont été réalisées la veille de chaque session de traque sur les deux structures coralliennes de la zone d'étude (Figure 1). Les poissons ont été anesthésiés à l'aide d'huile essentielle de clou de girofle (0.2 ml.l⁻¹) qui permet une induction douce et rapide (Potin et Devaharne, 2003). La mise en place de la marque s'est effectuée par implantation intrapéritonéale (Potin et Devaharne, 2003). Une incision est effectuée à 2-3 cm en avant de l'anus sous une écaille par la suite suturée par 2 points avec du fil résorbable (Vycril JV422, Ethicon). Les poissons ont ensuite été placés dans une cage située directement dans le milieu pour le reste de la nuit avant d'être relâchés le lendemain.

Protocole de suivi

Le protocole de suivi a été organisé en deux parties. L'objectif initial était de suivre à chaque session quatre poissons. Chaque individu était suivi par tranche de 2 h afin d'obtenir des données sur une journée de 16 h (de 4 h à 20 h) permettant des répliquas sur l'ensemble de la période (Tableau 2). La première pêche s'est effectuée à la pointe Est du récif Larégnère et a permis la capture de 3 *Chlorurus microrhinos* et un *Scarus rivulatus*. Lors de la première session de suivi (du 16 au 23 Mars 2007), une grande partie des individus ont été perdus (3 poissons sur 4) dès les trois premiers jours, les mauvaises conditions météorologique ne

permettant pas de rechercher les poissons sur l'ensemble de la zone d'étude. Il a donc été décidé de marquer un maximum de poissons lors de la seconde session (du 27 Mars au 09 Avril 2007) afin de prévenir les risques de perte d'individus en cas de météo défavorable. La seconde pêche s'est effectuée au récif Larégnère et à la pointe Ouest de l'îlot. Elle a permis de capturer 1 *Chlorurus microrhinos*, 2 *Scarus niger*, 1 *Scarus ghobban*, 1 *Scarus rivulatus* et 1 *Scarus sordidus*. Le nombre de poissons marqués étant plus important le protocole a été ajusté selon le Tableau 2 de manière à optimiser le suivi et obtenir un maximum de données pour chaque poisson sur chacune des plages horaires. Aucun poisson n'a été perdu pendant la seconde session. En revanche, elle a été interrompue par le passage de la dépression tropicale forte « Becky » (du 29 Mars au 2 Avril 2007).

Tableau 2. Planification du suivi des Scaridae marqués.

Session 1		Session 2	
Plage Horaire	Poissons suivis	Plage horaire	Poissons suivis
4H-6H	N°1(J1,5,9) N°2(J2,6,10) N°3(J3,7,11) N°4(J4,8,12)	5H-8H	N°5 N°6 N°7 N°8 N°9 N°10 (J1 à Jn)
6H-8H	N°2(J1,5,9) N°3(J2,6,10) N°4(J3,7,11) N°1(J4,8,12)	8H-10H	N°6 N°7 N°8 N°9 N°10 N°5 (J1 à Jn)
8H-10H	N°3(J1,5,9) N°4(J2,6,10) N°1(J3,7,11) N°2(J4,8,12)	10H-12H	N°7 N°8 N°9 N°10 N°5 N°6 (J1 à Jn)
10H-12H	N°4(J1,5,9) N°3(J2,6,10) N°2(J3,7,11) N°1(J4,8,12)	12H-14H	N°8 N°9 N°10 N°5 N°6 N°7 (J1 à Jn)
12H-14H	N°1(J1,5,9) N°2(J2,6,10) N°3(J3,7,11) N°4(J4,8,12)	14H-16H	N°9 N°10 N°5 N°6 N°7 N°8 (J1 à Jn)
14H-16H	N°2(J1,5,9) N°3(J2,6,10) N°4(J3,7,11) N°1(J4,8,12)	16H-18H	N°10 N°5 N°6 N°7 N°8 N°9 (J1 à Jn)
16H-18H	N°3(J1,5,9) N°4(J2,6,10) N°1(J3,7,11) N°2(J4,8,12)	18H-20H	N°5 N°6 N°7 N°8 N°9 N°10 (J1 à Jn)
18H-20H	N°4(J1,5,9) N°3(J2,6,10) N°2(J3,7,11) N°1(J4,8,12)		

J correspond aux jours pour lesquelles le poisson est suivi sur la plage horaire correspondante. Jn correspond au dernier jour du suivie

Lors du suivi, la position du poisson été enregistrée toutes les 10 minutes avec une précision de 5 à 20 m. Cette précision était estimée au moins deux fois par jour en comparant l'intensité du signal et la position d'un plongeur en contact visuel avec l'individu (Meyer et Holland, 2005). Par mer calme (force du vent ≤ 10 noeuds), le maximum de réception était atteint pour un poisson présent dans un rayon de 20 m alors que par mer agitée (force du vent > 10 noeuds), le maximum de réception correspondait à la présence d'un poisson dans un rayon de 5 m. Si le poisson présentait un changement distinct de direction ou de vitesse de déplacement, la position était enregistrée plus fréquemment (2 à 5 minutes).

Traitement des données

Les données provenant des premières 24 h de suivi n'ont pas été prises en compte dans les analyses car elles correspondent à un état de récupération de l'animal et à un comportement considéré comme anormal (Zeller, 1997 ; Jepsen et al., 2001 ; Meyer et Holland, 2005). Les poissons n°1, n°3, n°4 (Tableau 1) ayant été perdus rapidement (1 à 3 jours) et les poissons n°5, n°6 et n°10/9 (Tableau 1) n'ayant plus bougé d'un point fixe (poisson probablement mort), ils n'ont pas été retenus dans les analyses. Les mouvements des poissons n°2, n°7, n°8 et n°9/10 ont été analysés à l'aide d'une image satellite géoréférencée et d'un logiciel de système d'information géographique. Le fournisseur n'ayant à disposition pas plus de 5 fréquences différentes en marques continues, deux individus (poisson n°9 et poisson n°10) d'espèce différentes (*Scarus rivulatus* et *Scarus sordidus*) ont été marqués avec la même fréquence. Ces individus ont effectué les mêmes mouvements jusqu'au 07/04/07, date à laquelle l'un n'a plus bougé d'un point fixe (poisson probablement mort) et l'autre a continué ses déplacements. Cet individu n'a pas pu être identifié par la suite en plongée, mais ses déplacements étant remarquables, leur analyse a quand même été effectuée en nommant l'individu « *Scarus sp* » (poisson n°9/10).

Le terme « home range » définit le territoire dans lequel un individu évolue (Chapman et Kramer, 2000). Il peut être rapporté à une stratégie d'alimentation, à un comportement individuel ou à des interactions inter- et intra-spécifique (Parsons et al., 2003). Aucun terme français ne reflétant l'ensemble de ces notions, le terme anglais a été conservé. La méthode du « Minimum Convex Polygon » (MCP) a été utilisée (Jones, 2005 ; Meyer et Holland, 2005) pour identifier les limites de home range. Elle permet d'obtenir, à l'échelle globale du suivi, l'aire maximale utilisée par chaque poisson. Le MCP permet de calculer la « Maximum Linear Distance » (Max Ld) qui correspond à la plus grande diagonale du polygone et la « Minimum Linear Distance » (Min Ld) qui correspond à sa plus grande largeur. Au sein du home range, des « sous-zones » ont été définies. Elles représentent des centres d'activité où le poisson a été détecté de 1 à 7 jours. Enfin, certaines « zones remarquables » ont été décrites. Elles correspondent à des zones fréquentées de manière récurrente au sein d'une sous-zone et toujours de faible superficie (superficie < 5 m²) ou elles correspondent à des excursions du poisson effectuées sur de courtes échelles de temps (2 à 6 h) hors des limites d'une sous-zone. Deux types de mouvements ont été définis. Les excursions sont des mouvements de type « aller-retour ». Les relocalisations sont des mouvements de type « aller simple ». La relocalisation est un changement de home-range. Il correspond au départ définitif d'un

territoire vers une autre zone plus propice au développement de l'individu (Chapman et Kramer, 1999). Dans ce rapport, nous nous attacherons à une définition moins stricte de ce terme. On considérera comme relocalisation, le départ définitif d'une sous-zone pour une autre sous-zone. Chaque jour, la distance minimale parcourue par chacun des individus pour effectuer ces déplacements a été mesurée. La somme de ces distances sur l'ensemble du suivi permet d'avoir une évaluation de la distance minimale totale parcourue par chaque poisson. Les vitesses de déplacement ont été estimées à partir de la durée mise par un individu pour parcourir ces différents trajets.

Différents facteurs environnementaux ont été catégorisés afin d'étudier leurs influences sur l'activité des individus marqués. La journée a été divisée en 4 parties : Début de matinée (5 h - 9 h), fin de matinée (9 h - 12 h), début d'après-midi (12 h - 15 h), fin d'après midi (15 h -19 h). La marée a été différenciée en deux états : descendante ou montante. Enfin, la force du vent a été caractérisée selon l'échelle de Beaufort : Force 1 = 0-3 nœuds, Force 2 = 3-6 nœuds, Force 3 = 6-10 nœuds, Force 4 = 10-15 nœuds, Force 5 = 15-21 nœuds.

Afin de déceler un éventuel lien entre les caractéristiques du home range (taille, Max Ld, Min Ld) et les paramètres de suivi (durée, nombre de points relevés) ou les caractéristiques du poisson (taille), des tests de corrélation ont été réalisés : lorsque la normalité des données était respectée, le test de Pearson a été réalisé. Dans le cas contraire, le test de Spearman a été réalisé. La comparaison des différentes modalités de déplacement des poissons en fonction des paramètres environnementaux ont été réalisée par ANOVA (variances pas significativement différentes ; test de Bartlett, $P > 0.05$) ou par un test de Kruskal-Wallis (variances non homogènes). Pour les variables continues (vent). Dans le cas de variables discrètes (marée, heure) un test de χ^2 a été pratiqué. Dans le cas de tableaux de contingence à faibles nombres de modalités (2 lignes et 2 colonnes) avec des valeurs faibles, un test de Fisher a été réalisé.

Résultats

Utilisation de l'espace

La totalité des données exploitées proviennent de quatre poissons (Tableau 3) suivis sur une durée totale de 10 à 33 h réparties sur 5 à 8 jours.

Tableau 3. Résumé des données du suivi des Scaridae étudiés dans la réserve marine de l'îlot Larégnère.

N° poisson	Espèce	Longueur à la Fourche (cm)	Durée de détection (h)	Points fixes relevés	Minimum Convex Polygon		
					Taille du home range (m ²)	Max Ld (m)	Min Ld (m)
2	<i>Chlorurus microrhinos</i>	39	10	54	1015000	2769	593
7	<i>Scarus ghobban</i>	29	67	87690	617	194	
8	<i>Scarus niger</i>	28	33	45	7971	330	30
9/10	<i>Scarus sp.</i>	28	28	44	240940	852	169

Max Ld = Maximum Linear Distance. Min Ld = Minimum Linear Distance.

Aucune corrélation significative n'existe entre la durée de suivi, le nombre de points fixes relevés et les paramètres du home range (taille du home range, Max Ld, Min Ld) (test de corrélation de Pearson non significatif, $P > 0.05$). L'utilisation de l'espace est très variable d'un individu à l'autre ce qui se ressent dans l'allure des différents home range (taille, forme).

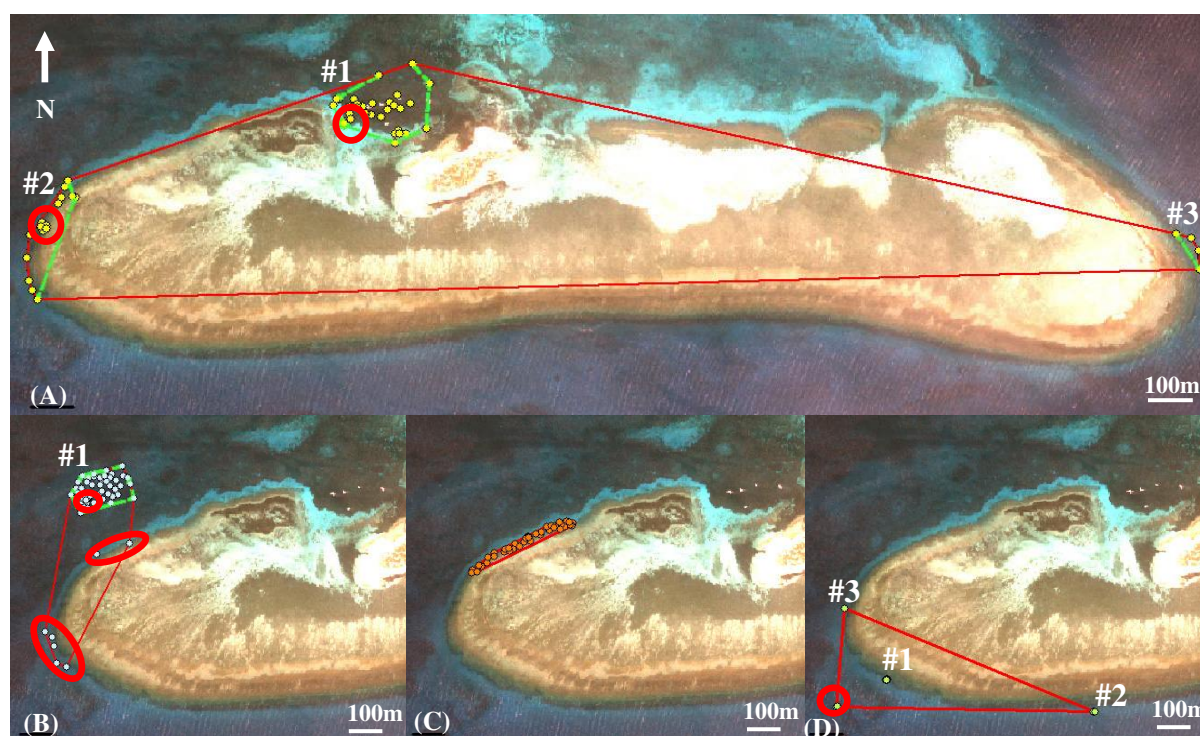


Figure 2. Home ranges des poissons n°2 ((A), *Chlorurus microrhinos*, LF = 390mm), n°7 ((B), *Scarus ghobban*, LF = 290 mm), n°8 ((C), *Scarus niger*, LF = 280 mm), n°9/10 ((D), *Scarus sp.*, LF=280 mm). Les points correspondent aux positions fixes relevées. Les polygones rouges correspondent aux Minimum Convex Polygon (MCP). Les # correspondent aux sous-zones, soulignées par des polygones en lignes vertes interrompues lorsque leur taille est suffisamment grande. ((A)#1 = 31720 m², date : 17-19/03/07 ; (A)#2 = 15160m², date : 20/03/07 ; (A)#3 = 1740m², date : 22-23/03/07 ; (B)#1 = 18990m², date : 04-09/04/07; (D)#1 = < 5m², date : 04-06/04/07; (D)#2 = < 5m², date : 07/04/07; (D)#3 = < 5m², date : 08/04/07). Les cercles rouges correspondent aux zones remarquables.

Le poisson N°2 (*Chlorurus microrhinos*, LF = 390 mm) a été l'individu traqué le plus gros (Tableau 3). Son home range a été le plus grand (1.015 km²) et correspond à un suivi de 7 jours (10 h de détection). Ce home range peut être divisé en trois sous-zones (de 1740 à 31720 m²). Le poisson a été relâché dans la sous-zone 1 (31720 m²) et y a été observé pendant 4 jours (du 16 au 19/03/07). Au sein de cette sous-zone, le poisson a passé 74% du temps de détection dans une zone d'herbier représentant 82% de l'aire totale et s'est éloigné au plus de 134 m par rapport au récif. Il existe au sein de la sous-zone 1 une zone remarquable correspondant à un pâtre corallien où l'individu s'est rendu le 18/03/07 à 17h40, 30 minutes avant le coucher de soleil et où il a été de nouveau détecté le lendemain en début de matinée à 7h46. Le poisson a ensuite quitté la sous-zone 1 pour se rendre à la sous-zone 2 (15160 m²) où il a été repéré au niveau d'une zone remarquable qu'il a fréquenté jusqu'en milieu de matinée (9h39). Il y est resté une journée où il a passé 100% de son temps sur le récif. Ensuite, il n'a plus été détecté pendant 2 jours avant d'être retrouvé au niveau de la sous-zone 3 (1740 m²). Ce *Chlorurus microrhinos* est le seul individu à avoir présenté un phénomène de « homing », c'est-à-dire de retour au lieu où il a été pêché (sous-zone 3).

Le poisson n°7 (*Scarus ghobban*, LF = 290 mm) présente un home range (87690 m²) correspondant à un suivi de 6 jours (32 h de détection). La majorité des points relevés se concentrent au niveau de la sous-zone 1 (18990 m²) à l'écart du récif le l'îlot (entre 110 m et 238 m). Seulement 1% de la sous-zone 1 est constitué de pâtés coralliens isolés, le reste est réparti de manière égale entre fonds de sable et herbiers de phanérogames où le poisson a passé respectivement 39% et 25% de son temps. Une zone remarquable a été identifiée à l'intérieur de la sous-zone 1. Elle est constituée par un pâtre corallien où le poisson a passé 36% de son temps. Il y a été observé notamment le 06/04/06 à 18h38, 46 minutes après le coucher de soleil et le lendemain jusqu'à 9h45. Deux autres zones remarquables ont été mises en évidence hors des limites de la sous-zone 1 et correspondent à des excursions du poisson vers le récif de l'îlot à deux reprises (le 04/04/07 entre 9 h et 15 h et le 07/04/07 entre 14 h et 16 h).

Le poisson n°8 (*Scarus niger*, LF = 280mm) est un individu qui a été relâché sur la portion de récif où il avait été capturé (Tableau 1). Ce poisson est resté le long du récif Ouest de l'îlot durant tout le suivi (33 h de détection sur 6 jours). Son home range est le plus petit (7971 m²) et ne présente pas d'éloignement par rapport au récif de l'îlot où il a passé 100% de son temps. Aucune sous-zone ou zone remarquable n'a pu être mise en évidence et l'individu utilise de manière homogène l'ensemble de la surface du home range.

Les poissons n°9 et n°10 (*Scarus sp.*, LF = 280 mm) ont été relâchés sur la portion de récifs où ils avaient été capturés. Ils ont été détectés ensemble jusqu'au 07/04/07 date à laquelle l'un des deux individus s'est déplacé seul, l'autre étant probablement mort. Le home range du poisson survivant (240940 m²) représente un suivi de 5 jours (28h de détection) et peut être divisé en sous-zones dont les surfaces sont très réduites (< 5 m²). Le *Scarus sp.* a d'abord été détecté dans la sous-zone 1 (du 04/04/07 au 06/04/07). Durant cette période, le poisson a passé 92% de son temps au niveau du récif. La seule zone remarquable détectée pour ce poisson est une excursion vers les herbiers à 168 m du récif le 04/04/07 de 13 h à 17 h. Le poisson a ensuite été détecté au niveau de la sous-zone 2 (07/04/07) où il a passé 100% de son temps au niveau du récif puis au niveau de la sous-zone 3 (08/04/07) avant d'être définitivement perdu.

La fréquentation des zones remarquables dans les limites de sous-zones a été observée chez deux individus (n°2 *Chlorurus microrhinos*, n°7 *Scarus ghobban*). Ces zones remarquables correspondent toujours à des formations coralliennes et sont fréquentées préférentiellement (4 détections sur 6) en début de matinée (Test de chi² significatif, P = 0.001). En revanche, il n'y a pas de liens significatifs avec les autres facteurs environnementaux testés (vent : ANOVA non significative, P = 0,98 ; marée : Test de Chi² non significatif, P = 0,56).

Typologie des déplacements

La distance totale de déplacement mesurée sur les trois individus ayant effectué des déplacements entre sous-zones ou entre sous-zones et zones remarquables varie entre 1303 m, 1626 m et 4088 m respectivement pour le poisson n°7 (*Scarus ghobban*) n°9/10 (*Scarus sp.*) et n°2 (*Chlorurus microrhinos*). Le *Chlorurus microrhinos* (LF = 390 mm) est celui dont la distance totale parcourue est la plus grande. Il existe une corrélation positive entre la distance totale parcourue par un individu et la taille de son home range (test de corrélation de Pearson significatif, P = 0.030 ; R = 0.99).

Deux types de déplacements ont pu être mis en évidence :

- Des déplacements de type « aller/retour » ou excursions ont été observés sur des durées allant de 2 à 6 h chez deux individus. Le poisson n°7 (*Scarus ghobban*) a réalisé 2 excursions en fin de matinée et début d'après midi (le 04/04/07 entre 9 h et 15 h et le 07/04/07 entre 14 h et 16 h). Les distances parcourues ont été respectivement de 710

m et de 593 m. Ces déplacements se font de la zone centrale du home range vers le récif. Chez le poisson n°9/10 (*Scarus sp.*) une seule excursion a été observée (le 04/04/07 entre 13 h à 17 h). Il correspond à un déplacement du récif vers les zones d’herbiers avant un retour au récif en fin d’après midi.

Des déplacements de type « aller simple » ont été observés sur des durées allant de 13 h à 40 h. Ces mouvements correspondent à des changements définitifs de zones et peuvent être qualifiés de relocalisation. Ils ont été effectués par les poissons n°2 (*Chlorurus microrhinos*) et n°9/10 (*Scarus sp.*). Le *Chlorurus microrhinos* a fréquenté 3 sous-zones séparées de 947 m (sous-zone1/sous-zone2) et 3186 m (sous-zone2/sous-zone3) durant son homing. Ces deux relocalisations représentent une distance totale parcourue de 4142 m. Chez le *Scarus sp.*, deux relocalisations similaires ont aussi été enregistrées. Les distances parcourues entre sous-zones ont été respectivement de 609 m et 851 m, soit une distance totale parcourue de 1460 m.

Une relation a pu être mise en évidence entre la vitesse de nage et la distance parcourue lors des deux types de mouvements décrits (laquelle ? où sont les résultats des tests) (Figure 3). Sur l’ensemble des déplacements observés (7 au total), les vitesses de nage lors des excursions sont en moyenne 3 fois plus rapide que lors des relocalisation alors que les distances parcourues sont elles en moyenne 4 fois plus petites (Figure 4).

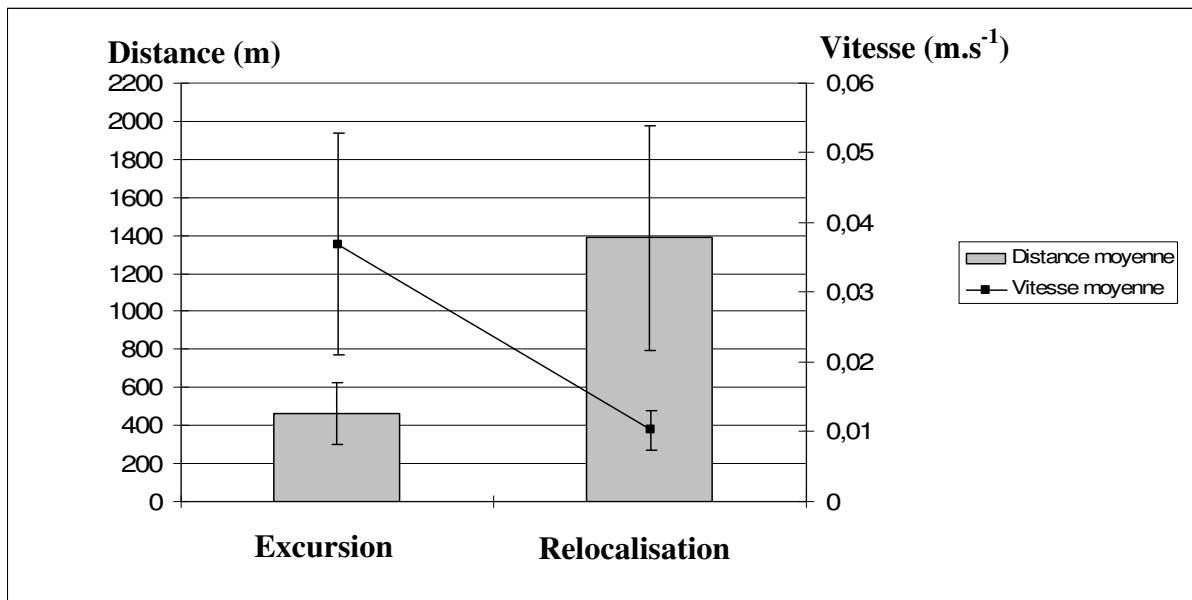


Figure 3. Comparaison entre la vitesse moyenne de déplacement et la distance parcourue pour chaque type de déplacement. Les barres verticales représentent les erreurs standard à la moyenne.

Quelque soit le type de déplacement, les départ ont été significativement plus nombreux entre 12 h et 15 h (test de Chi², P = 0.04) et en marée descendante (71%). Un test de Fisher a été pratiqué afin de déterminer un effet de la marée sur ces déplacements mais celui-ci ne s'est pas révélé significatif (P = 0.1192).

Discussion

Réflexions sur le protocole de suivi

Afin de déterminer les modalités de déplacements et l'utilisations de leur habitats par les poissons perroquets et dans le but d'évaluer l'influence de certains facteurs environnementaux, un suivi continu du même poisson sur toutes les plages horaires de la journée avec des répliquas sur plusieurs jours est nécessaire (Meyer & Holland, 2005). Le suivi de plusieurs poissons sur une même journée augmente considérablement le risque de perte. En effet, les individus les plus actifs sont souvent perdus en cas de mauvaises conditions météorologiques (vent important, forte houle, courant important) qui réduisent les capacités de réceptions des hydrophones (Heupel, Semmens et Hobday, 2006) et les zones où la recherche est possible. Les marques continues n'émettant que pendant une courte période, la solution serait de multiplier les sessions de suivi en ne se concentrant que sur 2 à 3 individus au maximum par suivi, mais cette solution requiert des moyens financiers et humains considérables. Par ailleurs, elle ne permet pas de réaliser des répliquas entre périodes si les conditions météorologiques changent.

La principale difficulté dans le traitement et l'analyse des données au terme de cette expérience vient donc faible nombre d'individus appartenant tous à des espèces différentes et de la non répétitivité des phénomènes observés malgré une cyclicité de certains paramètres testés (marée, heure). Il est donc impossible de généraliser ces résultats à l'échelle de la population des Scaridae de l'îlot Larégnère, et encore moins à l'échelle de l'espèce. Les résultats obtenus ont cependant permis de mettre en avant certaines caractéristiques de déplacement et d'utilisation du substrat chez les Scaridae L'analyse qui suit est donc principalement descriptive et constitue une base utile à l'orientation de futures recherches.

Utilisation de l'espace

De nombreuses études présentent les espèces des récifs coralliens (e.g Carrangidae, Acanthuridae, Serranidae, Scaridae) comme étant territoriales et sédentaires sur des échelles

de temps courtes (1 à 8 mois) (Holland et al., 1995 ; Zeller, 1997 ; Chapman et Kramer, 1999 ; Meyer et Holland, 2005). Le changement de home range est coûteux en énergie et doit être motivée par un facteur important tel que la prédation, la compétition, la recherche de nourriture, un changement ontogénique ou une modification des caractéristiques environnementales (Chapman et Kramer, 1999 ; Parson et al., 2003). Durant la présente étude, le *Scarus niger* a été relâché sur la portion de récif où il avait été capturé. Il y est resté toute la session de suivi. Il est probable que cet individu ait retrouvé le home range qu'il occupait avant la pêche et qu'aucun facteur ne l'ait poussé à délaisser cette zone. *Chlorurus microrhinos* a été relâché à une grande distance (4142m) de son lieu de capture. Il est le seul à y être revenu après un périple de 3 jours. Le homing peut être défini comme étant la capacité d'un animal à retourner vers le territoire ou le site d'origine de sa capture après avoir été déplacé (Jadot et al., 2006). Ce phénomène a déjà été observé et décrit (e.g. *Sarpa salpa*, Jadot et al., 2006 ; e.g. *Mycteroperca microlepis*, Kiel, 2004) mais c'est la première fois que ce type de comportement est observé chez *Chlorurus microrhinos*. *Scarus ghobban* a aussi été relâché à une distance importante de son lieu de capture mais à l'inverse de *Chlorurus microrhinos*, il semble avoir trouvé des conditions favorables à l'établissement d'une nouvelle aire d'activité tout au long du suivi. La perte des individus n°1, n°3, n°4 (*Chlorurus microrhinos*, *Chlorurus microrhinos*, *Scarus rivulatus*) n'ont plus été retrouvés au niveau du récif après 3, 2 et 1 jours malgré un quadrillage minutieux de la zone d'étude à de nombreuses reprises sur toutes les heures de la journée. Cette disparition peut être due à la prédation, à la pêche, mais aussi à un départ définitif de la zone. De telles possibilités de déplacement sont possibles pour l'espèce *Chlorurus microrhinos* chez qui des mouvements inter-récifs ont déjà été observées (O.Chateau comm. pers.)

L'habitat est une composante déterminante à l'établissement d'un home range. Les espèces suivies sont décrites comme étant principalement récifales (Randall, 2005 ; www.Fishbase.org, 2007). L'occupation du substrat des 4 individus étudiés confirme un lien important avec les structures coralliennes (de 36% à 100% du temps total de suivi au niveau des récifs). Les poissons perroquets sont des espèces diurnes qui vont se réfugier dans les cavités coralliennes à la tombée de la nuit (Lindholm, Knight et al., 2006). Les détections répétées d'individus (n°2 *Chlorurus microrhinos*, n°7 *Scarus ghobban*) au niveau de pâtés coralliens préférentiellement en début de matinée et l'observation de ces mêmes individus allant s'y réfugier à la nuit tombée confirment cette idée. En revanche, les formations coralliennes sont peu nombreuses (1%) dans le home range du poisson n°7 (*Scarus ghobban*). Cet individu a passé 36% du temps de suivi sur une surface ne représentant qu'une petite

partie de son home range total. La nécessité de trouver un abri n'implique donc pas la présence d'une grande surface récifale, la présence d'une structure même de petite taille mais offrant une protection satisfaisante semble un point important dans l'établissement d'un home range chez ces poissons.

Les Scaridae sont des brouteurs où plus précisément des racleurs qu'il est possible de trouver la journée dans des zones d'herbiers de phanérogames (Harmelin-Vivien, 1983 ; Kirsch et Valentin, 2002). Les herbiers représentent donc une source potentielle d'alimentation pour les Scaridae (Harmelin-Vivien, 1983). En revanche, il existe une grande disparité entre les individus dans la fréquentation de ce biotope. En effet les poissons n°2 et n°7 (*Chlorurus microrhinos*, *Scarus ghobban*) ont présenté une fréquentation prolongée des herbiers (respectivement 44% et 25% du temps total de suivi), notamment le poisson n°2 dont le centre du home range est situé dans une zone d'herbier à 174 m du récif. A l'inverse, la fréquentation des herbiers ne s'est résumée qu'à une brève excursion le 04/04/07 de 13 h à 17 h avant un retour vers le récif pour le poisson n°9/10, (*Scarus sp.*). Elle a été inexistante pour le poisson n°8 (*Scarus niger*).

Mouvements remarquables

Les excursions correspondent à des mouvements de type « aller-retour », sur une courte distance (maximum 710 m) et durée (maximum 6 h), à l'écart d'une sous-zone et avec un retour systématique au point de départ. Le rôle de ces déplacements est difficilement démontrable. Des excursions ont pu être observées à deux reprises chez *Scarus ghobban* depuis la zone d'herbiers vers le récif de l'îlot. Elles sont difficilement interprétables, impliquent une dépense d'énergie et la traversée de zones sableuses. Toutefois, ces résultats montrent que les fonds meubles ne sont pas des barrières comme cela est décrit pour de nombreuses espèces benthiques récifales notamment les Scaridae (Chapman et Kramer, 1999 et 2000). Une seule excursion a été observée chez *Scarus sp.* du récif vers les herbiers avec un retour vers le récif en fin d'après-midi. Ce comportement semble en accord avec les données récoltées par O.Chateau (comm. pers.) indiquant la présence d'individus de *Chlorurus microrhinos* sur le récif en début de matinée et à la tombée de la nuit mais absents pendant la journée. De plus, ce comportement est similaire à celui du poisson n°2 (*Chlorurus microrhinos*) qui a fréquenté des herbiers pendant la journée avant de se rapprocher du récif en fin de journée. Les vitesses de nage observées pour des excursions sont importantes (moyenne = $0.03 \text{ m.s}^{-1} \pm 0.015 \text{ m.s}^{-1}$) par rapport aux faibles distances parcourues (moyenne =

462 m \pm 168 m). L'obligation de traverser certaines zones dépourvues d'abris pourrait en être la raison.

Les relocalisations ont été observées chez les poissons n°2 et n°9/10 (*Chlorurus microrhinos*, *Scarus sp.*). Ces individus ont quitté des sous-zones définitivement des sous-zones pour d'autres sous-zones distantes de plusieurs centaines de mètres. Ce comportement particulier pourrait s'apparenter à une phase exploratoire où l'individu cherche à établir un home range dans une zone favorable à son développement. En revanche, ce qu'il est intéressant de souligner, c'est que la finalité n'est probablement pas la même chez les deux poissons. En effet, le poisson n°2 (*Chlorurus microrhinos*) est le seul à avoir présenté un homing et le trajet exploratoire observé s'est achevé par un retour au territoire d'origine. A l'inverse, le poisson n°9/10 (*Scarus sp.*) a été relâché sur la portion de récif où il avait été capturé et n'y a plus jamais été détecté. Il est probable que la capture et l'opération aient été un facteur de stress suffisamment important pour inciter l'individu à quitter son home range et explorer le récif. Les vitesses de nages observées concernant les relocalisation sont relativement faibles (moyenne = 0.01 m.s⁻¹ \pm 0.002 m.s⁻¹) pour des distances parcourues importantes (moyenne = 1368 m \pm 588 m). L'animal étant à la recherche d'un nouveau territoire, il est probable que l'exploration soit plus minutieuse qu'une excursion.


L'exploration de différentes sous-zones ou zones remarquables implique le déplacement des poissons sur des distances parfois importantes. Chapman et Kramer (1999) font état de déplacement de Scaridae ne dépassant pas 161 m. Lindholm, Knight et al. (2006) ont enregistré des déplacements d'au maximum 1067 m chez *Scarus taeniopterus* et *Scarus coeruleus*. Dans la présente étude, la distance minimale observée entre sous-zones fréquentées était de 610 m et la distance maximale parcourue s'élève à 4 km. L'ensemble des déplacements observés chez les Scaridae étudiés montre leur capacité à parcourir des distances importantes sur une échelle de temps relativement courte (de quelques heures à quelques jours).

Références Bibliographiques

- Chapman M.R, Kramer D.L (2000). Movements of fishes within and among fringing coral reefs in Barbados. *Environmental Biology of Fishes*, 57, 11-24.
- Chapman M.R, Kramer D.L (1999). Implications of fish home range size and relocation for marine reserve function. *Environmental Biology of Fishes*, 55, 65-79.
- Fishbase (2007) <http://www.fishbase.org>

- Gell F.R, Roberts C.M (2003). Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends in Ecology and Evolution*, 18, 448-455.
- Halpern B.S (2003). The impact of marine reserves: do reserves work and does size matter? *Ecological Applications*, 13, 117-137.
- Harmelin-Vivien M.L (1983). Etude comparative de l'ichtyofaune des herbiers de phanérogames marines en milieux tropical et tempéré. *Revue d'écologie*, 38, 179-210.
- Heupel M.R, Semmens J.M, Hobday A.J (2006). Automated acoustic tracking of aquatic animals: Scales, design and deployment of listening station arrays. *Marine and Freshwater Research*, 57, 1-13.
- Holland K.N, Lowe C.G, Wetherbee B.M (1995). Movements and dispersal patterns of blue trevally (*Caranx melampygus*) in a fisheries conservation zone. *Fisheries research*, 25, 279-292.
- Jadot C, Donnay A, Acolas M.L, Cornet Y, Bégout Anras M.L (2006). Activity patterns, home range size, and habitat utilization of *Sarpa salpa* (Teleostei: Sparidae) in the Mediterranean Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 63, 128-139.
- Jepsen N, Davis L.E, Schrek C.B, Siddens B (2001). The physiological response of chinook salmon to two methods of radio-tagging. *Transactions of the American Fisheries Society*. 130, 495-500.
- Jones K.M.M (2005). Home range areas and activity centres in six species of Caribbean wrasses (Labridae). *Journal of Fish Biology*, 66, 150-166.
- Kiel B.L (2004). Homing and spatial use of gag grouper, *Mycteroperca microlepis*. Thesis, University of Florida, United States of America.
- Kirsch K.D, Valentin J.F (2002). Parrotfish grazing on turtlegrass *Thalassia testudinum*: evidence for the importance of seagrass consumption in food web dynamics of the Florida Keys National Marine Sanctuary. *Marine Ecology Progress Series*, 227, 71-85.
- Lindholm J, Knight A, Kaufmann L, Miller S (2006). Site fidelity and movement of the parrotfishes *Scarus coeruleus* and *Scarus taniopterus* at Conch Reef (northern Florida Keys). *Caribbean Journal of Science*, 42, 138-144
- Mitson R.B (1995). Underwater noise of research vessels – review and recommendations -. *Cooperative research report n° 209t*, International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen, Denmark.
- Meyer C.G, Holland K.N (2005). Movement pattern, home range size and habitat utilization of the bluespine unicornfish, *Naso unicornis* (Acanthuridae) in an Hawaiian marine reserve. *Environmental Biology of Fishes*, 73, 201-210.
- Parsons D.M et al. (2003). Snapper *Pagrus auratus* (Sparidae) home range dynamics: acoustic tagging studies in a marine reserve. *Marine Ecology Progress Series*, 262, 253-265.
- Potin G, Devaharne J (2003). Mise en place d'un protocole d'implantation d'émetteurs acoustiques sur des lots de *Selar crumenophthalmus* et de *Lutjanus kasmira*. Rapport de Stage de Maîtrise, Université de la Réunion, France.
- Randall J.E (2005). *Reef and Shore Fishes of the South Pacific, New Caledonia to Tahiti and the Pitcairn islands* (ed. University of Hawai'i Press), Hawaii, 707pp.
- Wantiez L, Thollot P, Kulbicki M (1997). Effects of marine reserves on coral reef fish communities from five islands in New Caledonia. *Coral Reefs*, 16, 215-224.
- Zeller D.C, Russ G.R (1998). Marine reserves: patterns of adult movement of the coral trout (*Plectropomus leopardus* (Serranidae)). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55, 917-924.
- Zeller D.C (1997). Home range and activity patterns of the coral trout *Plectropomus leopardus* (Serranidae). *Marine Ecology Progress Series*, 154, 65-77.

Projet de Recherche



**Conséquences physiologiques et métaboliques de
l'implantation chirurgicale d'une sonde acoustique chez
cinq espèces de poissons commerciales de Nouvelle-
Calédonie**

Contexte et Objectifs	- 2 -
Méthodologie envisagée	- 3 -
<i>Cicatrisation, osmorégulation et rétention des marques sur 24 mois</i>	- 3 -
<i>Evaluation du niveau de stress et de sa régulation</i>	- 4 -
<i>Performance de nage</i>	- 5 -
Résultats attendus	- 5 -
Développements	- 6 -
Références bibliographiques	- 7 -

Contexte et Objectifs

La télémétrie acoustique est un outil très répandu dans le domaine de l'écologie marine depuis une vingtaine d'année (Jepsen et al., 2001) car il permet d'étudier le déplacement d'espèces aquatiques au sein de leur habitat à des échelles d'espace et de temps variables. Le principe de la télémétrie est relativement simple : une marque va émettre un signal sur une fréquence donnée qui va ensuite être capté par un récepteur (hydrophone). La marque doit être associée à un individu pour refléter ses déplacements. Une technique communément utilisée est l'implantation intrapéritonéale consistant à insérer une marque acoustique dans la cavité abdominale. Cette opération nécessite une intervention chirurgicale et implique l'exposition à un stress et une manipulation prolongée de l'individu. Afin d'étudier le déplacement de poissons sur des échelles de temps pouvant aller de 2 semaines à 2 ans, il est indispensable de s'assurer que le comportement et les capacités des individus marqués restent identiques à celles de leurs congénères non marqués. Sur certaines espèces de poissons (e.g. *Stizostedion luciperca*, *Ameirus nebulosus*, *Caranx melampygus*) un rejet de la marque par expulsion transintestinale ou transcutanée a été observé au bout de quelques mois (Jepsen, 2003 ; Meyer, 2005 ; Sakaris et Jesien, 2005). Il est évident que ce genre d'évènement peut compromettre le suivi d'individus sur de longues échelles de temps.

La majorité des études menées jusqu'à présent sur l'évolution physiologique, histologique, morphométrique et comportementale des poissons marqués s'est intéressée aux poissons d'eau douce ou anadromes (Robertson, Scruton et Brown, 2003 ; Martinelli, Hansel et Shively, 1998 ; Sakaris et Jesien, 2005). Ce n'est que récemment que certains auteurs se sont penchés sur des espèces marines (e.g. *Caranx melampygus*, Meyer, 2005). L'utilisation de ce type de matériel est de plus en plus répandue, notamment dans le domaine tropical.

Le projet de recherche proposé a pour objectif d'évaluer le taux de mortalité, la cicatrisation, les capacités osmorégulatrices, le taux de rejet, le niveau de stress, le taux de croissance et les performances de nage de 5 espèces commerciales de Nouvelle Calédonie ayant déjà fait l'objet de nombreuses études dans le domaine de l'écologie : *Plectropomus leopardus* (Lacepède, 1802), *Naso unicornis* (Forsskål, 1775), *Lethrinus nebulosus* (Forsskål, 1775), *Scarus microrhinos* (Bleeker, 1854), *Caranx melampygus* (Cuvier, 1833). La finalité sera d'apporter des connaissances approfondies permettant d'améliorer les protocoles des études futures et de limiter au maximum les biais expérimentaux résultant de paramètres mal maîtrisés actuellement.

Choix Méthodologiques

L'ensemble du projet se décompose en 3 groupes d'expériences et nécessite un effort d'échantillonnage important.

Les individus marqués seront opérés selon le protocole décrit par Parsons et al (2003). L'anesthésie s'effectuera à l'aide d'huile essentielle de clou de girofle (0,3 ml.l⁻¹) car son action est caractérisée par une induction douce et rapide (Cappiot, 2002). Chaque poisson opéré sera mesuré et pesé. Les marques insérées chez les poissons seront des simulacres en résine d'époxy de taille, poids et formes identiques aux marques de type VEMCO V8SC-2L-R04K et seront codées afin de déterminer dans le cas d'une expulsion de quel individu elles proviennent.

La température de l'eau est un facteur essentiel influant sur la cicatrisation, l'osmorégulation et l'évolution du stress chez les poissons (Jepsen et al, 2002 ; Cooke et al, 2003). Ce paramètre sera pris en compte et l'ensemble des expériences sera réalisées, à deux températures définies comme étant températures d'hiver et d'été respectivement de 22° et 28° (Météorologie Nationale NC).

Les intervalles de mesures pour les différentes expériences menées sont inspirées de la bibliographie et sont résumés dans le Tableau 4

Tableau 4. Intervalles de mesures concernant les différents paramètres testés après ou avant opération.

	Minutes			Heures								Jours										
Osmorégulation (1)	5	20	60			2	4	6			12				1							
Stress (2)				0	1	2	4	6	8	10	12	36	-24	-1	1	2	3	5	8	9		
Nage (3)															1			5			10	

(1) Soivio, Keijo et Nynolm, 1975 ; (2) Lower et al. 2005 ; (3) Robertson, Scruton et Brown, 2003

Cicatrisation, osmorégulation et rétention des marques sur 24 mois

Après capture et avant opération, les poissons seront disposés dans des cuves de 1000 litres en circuit ouvert propres à chaque espèce. L'opération chirurgicale engendrant une potentielle entrée d'ions et sortie d'eau pour ces poissons hypoosmorégulateurs, les prélèvements sanguins permettront par analyseurs automatiques de déterminer la concentration en électrolytes sanguins (Na⁺, CL⁻) témoins d'une perturbation de l'osmorégulation. Après l'opération, les poissons seront placés dans un premier temps dans

des réceptacles individuels limitant leur possibilité de nage. Une canulation de l'aorte caudale similaire à celle pratiqué par Soivio, Nyholm et Westman (1975) devrait permettre un prélèvement sanguin (500 mL) répété le Tableau 4. Les poissons seront ensuite relâchés dans les cuves initiales et les prélèvements sanguins suivant se feront au niveau du pédoncule caudal une fois par jour jusqu'à stabilisation des concentrations. Un lot de poissons non opérés mais subissant les prélèvements successifs servira groupe contrôle.

Sur toute la durée de l'étude, les taux de mortalité et de rejets, exprimés en pourcentage, seront suivis. La cicatrisation sera surveillée tous les deux jours jusqu'à fermeture complète de la cicatrice et disparition de l'inflammation. Elle sera évalué selon l'échelle décrite par Cooke et al (2003) : 0, incision close sans inflammation ; 1, incision close avec inflammation; 2, incision pas tout à fait close, inflammation faible à modérée ; 3, incision pas tout a fait close, les bords bougent si le poisson bouge, inflammation modérée ; 4, incision partiellement ouverte, inflammation modérée à forte ; 5, 50% de l'incision est ouverte, modéré à forte inflammation ; 6, incision complètement ouverte avec forte inflammation.

Le taux de croissance sera évalué d'après la formule utilisée par Sakaris et Jesien (2005) :

$(\text{Poids/Taille Final} - \text{Poids/Taille initial}) / \text{Poids/Taille initiale} * 100.$

L'indice de condition sera calculé selon la formule : $(\text{Poids})/(\text{Longueur})^3 * 100.$ Le taux de croissance ainsi que l'indice de conditions seront évalués sur tout les lots de poissons toutes les semaines jusqu'à cicatrisation complète (Sakaris et Jesien, 2005), puis ils seront évalués une fois par mois jusqu'à la fin de l'expérience.

Au terme des 24 mois, les poissons seront euthanasiés (forte dose d'anesthésiant), passés aux rayons x afin de déterminer la position de la marque et une nécropsie sera pratiquée afin de déterminer son niveau d'encapsulation ainsi que d'éventuels infection, hémorragie et dommages des organes internes (Sakaris et Jesien, 2005).

Evaluation du niveau de stress et de sa régulation

La sécrétion d'hormones suite à un stress va entraîner chez le poisson la modification des paramètres physiologiques pouvant à terme engendrer une réponse globale de l'organisme et si le stress se prolonge, l'épuisement et enfin la mort de l'animal. La cortisol est communément considérée comme la principale hormone de stress et s'avère être un bon indicateur de l'état de l'animal (Lower et al., 2005).

La méthode d'analyse du stress est celle préconisée par Ellis et al. (2004) puis reprise par Lower et al. (2005). Elle permet la mesure non invasive, c'est-à-dire sans sacrifice de l'animal, du taux de cortisol relâché dans le milieu par les branchies. Plusieurs mesures peuvent donc être effectuées chez le même individu. Trois lots de poissons seront différenciés :

- « Contrôle négatif » correspondant aux individus non manipulés ;
- « Contrôle positif » correspondants aux individus manipulés et anesthésiés ;
- « Marqués » correspondant aux individus manipulés, anesthésiés et opérés.

Les poissons seront placés dans des bacs individuels opaques à circuit ouvert, dans une pièce insonorisée afin de minimiser les sources de stress. La quantité de cortisol sera dosée d'après Lower et Al (2005) dans un prélèvement de 700ml d'eau aux intervalles prévus dans le Tableau 4. A la fin de l'expérimentation, les poissons seront euthanasiés, une nécropsie sera pratiquée sur les individus marqués et le taux de croissance sera évalué.

Performance de nage

Il est généralement admis que la marque insérée dans la cavité intrapéritonéale ne doit pas excéder 2% du poids de l'individu afin de ne pas perturber son activité de nage (Jepsen et al., 2002). Afin de tester cet effet, 1 lot contrôle, 1 lot opéré mais non marqués et 1 lot marqué seront suivis. Les tests seront effectués dans des chambres de nages équipées de respiromètres comme décrit dans Robertson et al. (2003) et Brown et al. (2006). A chaque expérience, 2 poissons seront pris au hasard dans chacun des lots. La performance de nage sera évaluée selon la formule de Brett : $U_{crit} = U_i + T_i (T_{ii}U_{ii})$ (Brown et al., 2006) U_i représente la vitesse maximale maintenu sur la période de nage (cm/s), U_{ii} est l'augmentation de vitesse (cm/s), T_i est le temps pendant lequel l'individu a nagé à la vitesse maximal (min) et T_{ii} est la durée totale de l'expérience (min).

Résultats attendus

Les expériences menées permettront de mettre en avant les effets à court, moyen et long termes de l'opération chirurgicale et de l'implantation d'une marque chez les différentes espèces étudiées.

A court terme, l'évaluation du niveau du cortisol permettra de mettre en avant l'impact de l'anesthésie puis de l'opération chez les individus ainsi que le délais nécessaire à la régulation de ce stress (Lower et al., 2005). L'ouverture du poisson créant une voie d'entrée, les concentrations en électrolytes sanguins (NaCl) seront calculées afin de déceler un potentiel trouble osmotique et déterminer à nouveau le délai nécessaire à sa régulation.

A moyen terme, les performances de nage et la cicatrisation seront évaluées sur 3 à 10 semaines. Il a été souvent reporté une cicatrisation plus rapide à température élevée. On peut supposer que la cicatrisation, l'indice de condition et les performances de nages soient étroitement liés. A long terme, sur une période allant jusqu'à 24 mois, le taux de rétention et l'indice de condition du poisson seront évalués. Aucune étude n'ayant été menée auparavant sur ces espèces, aucun résultat particulier n'est attendu. Il est probable d'obtenir des différences interspécifiques du taux de rétention ainsi qu'un impact de la température sur l'indice de condition.

Les hautes températures favorisent la cicatrisation ainsi que la croissance des individus. La durée du trouble osmotique et du stress engendré étant moins longue, l'énergie allouée à leur régulation peut donc de nouveau être mise à disposition de la croissance (Jepsen et al., 2002 ; Bauer et Loupal ; 2006). En revanche, les hautes températures favorisent la prolifération bactérienne, l'infection de la plaie et un taux de mortalité plus élevé. Les résultats attendus seront donc dépendants principalement de la température.

Développements

Les résultats apportés au terme de cette étude représenteront une base de données initiale concernant les cinq espèces étudiées.

Le matériel utilisé lors du suivie acoustique étant relativement coûteux, il est nécessaire d'optimiser au maximum le protocole d'étude afin de minimiser les pertes d'individus et à for surie de matériel.

Les données obtenues aux différentes températures pour plusieurs classes de tailles et chez des espèces différentes permettront de déterminer sur quels délais et période de l'année, les phases opératoires (capture, conditionnement, opération, relâché) doivent s'effectuer afin de garantir un taux de survie optimal et la pleine réussite des études envisagées

Références bibliographiques

- Bauer C, Loupal G (2007). Common carp tissue reactions to surgically implanted radio tags with external antennas. *Journal of Fish Biology*. 70, 292-297.
- Brown R.S, Geist D.R, Deters K.A, Grassell A (2006). Effects of surgically implanted acoustic transmitters >2% of body mass on the swimming performance, survival and growth of juvenile sockeye and chinook salmon. *Journal of Fish Biology*. 69, 1626-1638.
- Cappiot N (2002). Implantation de simulacres d'émetteurs acoustiques individuels sur un lot de *Lutjanus argetimaculatus*, Rapport de Stage, DESS, Université de Perpignan, France.
- Cooke S.J, Graeb B.D.S, Suski C.D, Ostrand K.G (2003). Effects of suture material on incision healing, growth and survival of juvenile largemouth bass implanted with miniature radio transmitters: case study of a novice and experienced fish surgeon. *Journal of Fish Biology*. 62, 1366-1380.
- Ellis T et Al. (2004) A non-invasive stress assay based upon measurement of free cortisol released into the water by rainbow trout. *Journal of Fish Biology*. 65, 1233-1252.
- Jepsen N (2003). Long-term retention of surgically implanted radio transmitters in pikeperch. *Journal of Fish Biology*. 63, 260-262.
- Jepsen N, Koed A, Thorstad E.B, Baras E (2002). Surgical implantation of telemetry transmitters in fish: how much have we learned?. *Hydrobiologia*. 483, 239-248.
- Jepsen N, Davis L.E, Schrek C.B, Siddens B (2001). The physiological response of chinook salmon to two methods of radio-tagging. *Transactions of the American Fisheries Society*. 130, 495-500.
- Lower N, Moore A et Al (2005). A non-invasive method to assess the impact of electronic tag insertion on stress levels in fishes. *Journal of Fish Biology*. 67, 1202-1212.
- Martinelli T.L, Hansel H.C, Shively R.S (1998). Growth and physiological responses to surgical and gastric radio transmitter implantation techniques in subyearling chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Hydrobiologia*. 371/372, 79-87.
- Meyer C.G (2005). Transintestinal expulsion of surgically implanted dummy transmitters by bluefin trevally – implications for long-term movement studies. *Transactions of the American fisheries society*. 134, 602-606
- Parsons D.M et al. (2003). Snapper *Pagrus auratus* (Sparidae) home range dynamics: acoustic tagging studies in a marine reserve. *Marine Ecology Progress Series*, 262, 253-265.
- Robertson M.J, Scruton D.A, Brown J.A (2003). Effects of surgically implanted transmitters on swimming performance, food consumption and growth of wild atlantic salmon parr. *Journal of fish biology*. 62, 673-678.
- Sakarlis P.C, Jesien R (2005). Retention of surgically implanted ultrasonic transmitters in the brown bullhead catfish. *North American Journal of Fisheries Management*. 25, 822-826.
- Soivio A, Nynolm K, Westman K (1975). A technique for repeated sampling of the blood of individual resting fish. *Journal of Experimental Biology*. 62, 207-217.

Résumé. La présente étude a été réalisée au sein d'une réserve marine du lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie, le récif de l'îlot Larégnère (8.5 km²). L'expérience menée par télémétrie acoustique a permis de quantifier les déplacements individuels de quatre espèces (*Chlorurus microrhinos*, *Scarus ghobban*, *Scarus niger*, *Scarus* sp.) de poissons perroquets (Scaridae) et de déterminer l'utilisation de l'habitat sur de courtes échelles de temps (5 à 8 jours). Trois individus (n°2, *Chlorurus microrhinos*, n°7 *Scarus ghobban*, n°8 *Scarus niger*) ont montré une forte territorialité, notamment le poisson n°2 qui est retourné à son lieu de capture distant de plus de 4 km du lieu de relâche. L'ensemble des individus présente une forte attache aux structures coralliennes (de 36% à 100% du temps total de suivi) même si la surface de récif au sein du territoire peut être de très petite taille (poisson n°7, *Scarus ghobban* = 1% de la surface total du home range). Les poissons n°2 et n°7 ont été observés regagnant des formations coralliennes isolées en fin de journée avant d'en repartir qu'en début de matinée indépendamment des autres facteurs environnementaux testés (vent, marée). Le suivie actif a permis de caractériser deux types de mouvements. Les excursions, caractérisées par des vitesses de nages rapides (moyenne = $0.03\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \pm 0.015 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) sur de courtes distances (moyenne = $462 \text{ m} \pm 168 \text{ m}$) et de courtes échelles de temps (2 h à 6 h) avec retour systématique vers le lieu de départ. Les relocalisations caractérisées par des vitesses de nages lentes (moyenne = $0.01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \pm 0.002 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) sur de longues distances (moyenne = $1368 \text{ m} \pm 588 \text{ m}$) et de longues échelles de temps (13 h à 40 h) avec départ définitif. La majorité des départs (5 sur 7) s'est effectué en marée descendante entre 11 heures et 15 heures.

Abstract. The present study was conducted in a marine protected area, Larégnère Islet (8.5 km²), in the South-West Lagoon of New Caledonia. Acoustic telemetry was used to quantify the fish movement patterns and the habitat use of four parrotfish species (Scaridae: *Chlorurus microrhinos*, *Scarus ghobban*, *Scarus niger*, *Scarus* sp.) at a small temporal scale (5 to 8 days). A strong territoriality was observed for three fish (n°2, *Chlorurus microrhinos*, n°7 *Scarus ghobban*, n°8 *Scarus niger*) with a homing for fish n°2 who returned to his site of capture located 4 km from where it was released. All fish showed a strong association with reefs (from 36% to 100% of the total track duration) even if the reef area was sometime very small (fish n°7, *Scarus ghobban* = 1% of the total home range area). Fish n°2 and n°7 moved to patch reefs at the end of the day and left the reef the next morning independently of the environmental factors (wind, tide). Active tracking showed two movement patterns. Foraging movements are characterized by fast swimming speeds (mean = $0.03\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \pm 0.015 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), short distances (mean = $462 \text{ m} \pm 168 \text{ m}$), short time scales (from 2 h to 6 h) and a systematic return to the initial site. Relocation are characterized by slower swimming speeds (mean = $0.01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \pm 0.002 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), longer distances (mean = $1368 \text{ m} \pm 588 \text{ m}$) and longer time scales (from 13 h to 40 h). The majority of departure (5 on 7) was observed on downward tide between 11a.m and 15p.m.

Mots clés : télémétrie acoustique, Scaridae, home range, mouvements, aire marine protégée.