



UNIVERSITE DE LA REUNION



INSTITUT DE RECHERCHE
POUR LE DEVELOPPEMENT



UNIVERSITE DE TOLIARA
INSTITUT HALIEUTIQUE ET DES SCIENCES MARINES

THESE en co-tutelle

UNIVERSITE DE LA REUNION, FRANCE
&
L'UNIVERSITE DE TOLIARA, MADAGASCAR

pour l'obtention du Titre de Docteur de l'Université de La Réunion
Discipline : Biologie marine
&
du Titre de Docteur de l'Université de Toliara,
Spécialité : Océanologie appliquée

Présentée et soutenue publiquement le 07 juin 2011, par

Jamal MAHAFINA

Perception et comportement des pêcheurs pour une gestion durable de la biodiversité et de la pêche récifale : application au niveau des réserves marines temporaires du Sud Ouest de Madagascar

Sous la co-direction de : Jocelyne Ferraris (IRD)
Pascale Chabanet (IRD)
RaliJaona Christian (IH.SM)

Jury :

Eulalie Ranaivoson (IHSM)	Professeur à l'IH.SM (Université de Toliara)
Jocelyne Ferraris (IRD)	Directeur de recherche IRD
Pascale Chabanet (IRD)	Charge de recherche HDR
Christian RaliJaona (IHSM)	Directeur de thèse associé
Gérard Lasserre (Université de Montpellier)	Professeur à l'Université de Montpellier
Mara Edouard Remanevy (IH.SM)	Professeur à l'IH.SM
Guy Fontenelle (Agrocampus Rennes Ouest)	Professeur au Pole Halieutique
Lala Ranaivomanana (IH.SM)	Maître de conférences à l'IH.SM
Pierre Labrosse (Université de Djibouti)	Docteur HDR à l'Université de Djibouti

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Jocelyne Ferraris (Directrice de recherche à l'IRD-UR227) et Pascale Chabanet (chargée de recherche HDR à l'IRD-UR227) pour m'avoir soutenu, guidé et accueilli dans leurs laboratoires respectifs au cours de ces trois années de recherche. Merci à vous de m'avoir fait confiance et d'avoir fait le maximum pour que je puisse mener dans de bonnes conditions mes trois années de recherche. Vous m'avez offert tout ce dont peut rêver un thésard : des finances pour mon fonctionnement, une intégration au sein du monde scientifique (colloques, etc), une disponibilité à toute épreuve et des conseils avisés. Votre dynamisme, volonté et ténacité enjouée furent une large source d'admiration et d'inspiration pendant toutes ces années sous votre direction.

Mes remerciements s'adressent aussi tout spécialement à Christian Ralijaona, Maître de Conférences à l'IH.SM (Université de Toliara) et Secrétaire Général au Ministère de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique à Madagascar pour m'avoir toujours soutenu depuis mon stage de DEA et sans qui je n'aurais pas pu réaliser ma candidature à l'appel d'offres de bourse de thèse du Département Soutien et Formation des communautés scientifiques du Sud de l'IRD. Il a toujours consacré de temps pour corriger et donner des précieux conseils afin d'affiner d'avantage le contenu de ce travail malgré ses nombreuses occupations.

Mes remerciements vont également au Département Soutien et Formation de l'IRD pour la bourse de thèse qu'il m'a accordée. Cette bourse m'a permis de réaliser mes séjours en alternance dans l'UR CoRéUs à Perpignan, à Banyuls sur mer et à La Réunion (France). Ces séjours m'ont permis d'acquérir des connaissances bibliographiques plus poussées ainsi que de bonnes bases pour mes analyses de données.

Je tiens aussi à remercier Gérard Lasserre, Man Wai Rabenevanana pour leurs conseils et aide pendant la réalisation de cette thèse. Ils ont été toujours disponibles pour répondre à mes questions.

Ma reconnaissance et mon amitié vont à toute l'équipe de l'Institut Halieutique et des Sciences Marines, de l'UR 227 de l'IRD de Banyuls sur mer, de l'IRD à La Réunion, et de ECOCEAN.

Je tiens aussi à exprimer ma profonde reconnaissance envers les personnes qui m'ont accompagné et guidé sur le terrain, en particulier Nery Gaston, Tsipy Romano, et Parosy. Sachez que je n'oublie pas que je vous dois énormément.

Enfin, je voudrais remercier mes parents, ma femme pour leur soutien inconditionnel et leurs encouragements tout au long de cette épreuve.

Merci à vous tous.

Table des matières

1. INTRODUCTION	10
1.1. Caractéristiques des écosystèmes coralliens et des pêcheries récifales.....	10
1.2. Outils de gestion de la pêche.....	11
1.3. Gestion durable des écosystèmes marins et de la pêche récifale dans le Sud Ouest de Madagascar	13
1.4. Qu'est ce qu'une Aire Marine Protégée ?	15
1.5. Problématique.....	17
• <i>Peu d'analyses réalisées sur la perception des AMPs par les pêcheurs</i>	17
• <i>Risque d'augmentation de la pression de pêche dans les zones ouvertes</i>	17
• <i>Enjeux socio-écologiques liés aux activités de conservation mal connus</i>	18
• <i>Indicateurs d'acceptabilité des AMPs à rechercher pour le Sud Ouest malgache</i>	19
• <i>Insuffisance d'alternative à la pêche</i>	19
• <i>Hypothèse de recherche</i>	22
1.6. Objectifs de l'étude.....	26
2. MATERIELS ET METHODES	29
2.1. Zone et sites d'étude	29
2.1.1. <i>Choix de la zone et du site d'étude</i>	29
2.1.2. <i>Situation de la zone d'étude</i>	29
2.1.3. <i>Description éco-biologiques de la zone</i>	31
2.1.4. <i>Ressources marines et leurs exploitations</i>	34
2.1.5. <i>Caractéristiques socio-culturelles des populations</i>	38
2.1.6. <i>Réserves marines dans les sites d'étude</i>	39
Sarodrano.....	43
Ifaty	45
2.2. Approche utilisée pour la collecte et l'analyse des données	47
2.2.1. <i>Perceptions et comportements des pêcheurs</i>	47
Démarche suivie.....	47
Méthodes d'échantillonnage utilisées.....	48
2.2.2. <i>Identification d'indicateurs de perception et estimation des indices</i>	51
2.2.3. <i>Faisabilité de la PCC et potentialité en post-larve de la zone</i>	52
Capture des post-larves (PCC).....	52
Présentation de la méthode et période de capture	53
2.3. Analyses des données	56
2.3.1. <i>Analyses univariées et bivariées</i>	56
2.3.2. <i>Analyses multivariées</i>	57
2.3.3. <i>Application des méthodes d'analyses</i>	58
Données des enquêtes de perception	58
Données des activités de suivi	58
Données des captures larvaires et données environnementaux.....	59
2.4. Présentation du schéma d'analyse générale	61

3. RESULTATS	63
3.1. Analyse des captures et des comportements des pêcheurs	63
3.1.1. <i>Village de Sarodrano</i>	64
3.1.2. <i>Village d'Ifaty</i>	70
3.2. Perception des pêcheurs	75
3.2.1. <i>Perception d'impact des réserves marines de pêche</i>	75
3.2.2. <i>Perception de la méthode de capture par les pêcheurs</i>	78
3.3. Confrontation des perceptions avec les résultats de suivi	78
3.3.1. <i>Analyse sur l'abondance des captures</i>	79
3.3.2. <i>Analyse sur la fréquentation des lieux de pêche</i>	80
3.3.3. <i>Liens entre capture et consommation</i>	82
3.3.4. <i>Synthèse</i>	84
3.4. Indicateurs de perception identifiés et proposés pour suivre l'évolution de la perception des réserves marines de pêche	84
3.4.1. <i>Indicateur de perception d'impact des réserves sur la production de pêche</i>	85
3.4.2. <i>Indicateur de perception sur le respect de la réglementation « le Dina »</i>	87
3.5. Expérimentation sur la capture en post-larves de poissons : potentialité de la PCC dans la zone d'étude	87
3.5.1. <i>Abondance et variabilité de la capture en post-larves de poissons</i>	87
3.5.2. <i>Paramètres environnementaux durant la période d'expérimentation</i>	91
3.5.3. <i>Analyse des paramètres environnementaux influençant la variabilité de la capture</i>	94
3.5.4. <i>Synthèse</i>	96
4. DISCUSSIONS	98
4.1. Perceptions des réserves marines de pêche par les pêcheurs	98
4.1.1. <i>Perception de l'impact des RMTs au niveau des villages étudiés</i>	98
4.1.2. <i>Perception de l'impact des RMTs par pratique de pêche</i>	99
4.1.3. <i>Perception de l'impact des RMTs sur d'autres aspects des comportements des pêcheurs</i>	100
4.1.4. <i>De la perception à l'acceptabilité des pêcheurs face aux RMTs, et leurs durabilités</i>	101
4.1.5. <i>Rôle de la sensibilisation, de l'éducation et de l'expérience dans la perception des RMTs par les pêcheurs</i>	102
4.2. Méthode d'identification et de validation de perception des pêcheurs	103
4.2.1. <i>Forces de la méthode</i>	103
4.2.2. <i>Limites de l'étude</i>	104
4.2.3. <i>Précaution à prendre</i>	105
4.3. Indicateurs pour le suivi de l'évolution de la perception des réserves marines de pêche par les pêcheurs	106
4.4. Méthode PCC comme outil potentiel pour diversifier les alternatives à la pêche	109
4.4.1. <i>Potentialité en post-larves de la zone : diversité et abondance des captures</i>	109
4.4.2. <i>Influence des paramètres environnementaux sur les captures</i>	110
4.4.3. <i>Faisabilité et appropriation de la méthode par les pêcheurs</i>	111
4.4.4. <i>Proposition d'adaptation de la PCC</i>	113
4.5. Limites de l'étude et recommandations	115

5. CONCLUSION	119
6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	123
7. LISTE DES PUBLICATIONS	138
8. ANNEXES	168

Liste des figures

Figure 1 : Schéma synthétique des hypothèses de travail proposé.	25
Figure 2 : Localisation des réserves marines et des villages de pêcheurs concernés par la mise en réserve dans la baie de Ranobe. Sur la Figure, NTZ (No Take Zone) indique les réserves marines déjà mise en place depuis 2008.....	31
Figure 3 : Cartographie des habitats coralliens de la baie de Ranobe et de la baie de Toliara (cité comme étant baie de St Augustin dans la figure) (Andrefouët <i>et al.</i> , 2009).....	32
Figure 4 : Coupe montrant la répartition des habitats au niveau du Grand Récif de Toliara d'après Vasseur in (Harmelin-Vivien, 1979).	33
Figure 5 : Diminution de la diversité spécifique en poissons (%) dans la baie de Toliara entre 1970 et 1995 (Pichon, 1972; Vasseur <i>et al.</i> , 1988; Rasoarimalala, 2001).....	34
Figure 6 : Photos montrant les pratiques de pêche (à gauche) et les engins de pêche utilisés (à droite) dans la zone d'étude.	36
Figure 7 : Réserves marines mises en place jusqu'en 2010 dans le Sud Ouest malgache et insérées dans le cadre du PACP.	40
Figure 8 : Etapes de la procédure de mise en place des réserves marines de pêche du PACP..	42
Figure 9 : Carte de zones de pêche dans la baie de Toliara fréquentées par les pêcheurs du village de Sarodrano. Les chiffres en gras indiquent les principales zones de pêche du village et les chiffres en rouge indiquent leurs RMTs.	44
Figure 10 : Carte de zones de pêche dans la baie de Ranobe fréquentées par les pêcheurs du village d'Ifaty. Les chiffres en gras indiquent les principales zones de pêche du village d'Ifaty et le chiffre en rouge indique leur RMT.	46
Figure 11 : Chronologie de réalisation des activités et les périodes de fermeture des réserves marines au niveau des villages de Sarodrano et d'Ifaty (Sud Ouest Madagascar).....	47
Figure 12 : Schématisation de la démarche suivie.	48
Figure 13 : Cycle de vie des poissons récifaux.	53
Figure 14 : Localisation des sites de capture : Ankolatse (S ₁) pour le village d'Ankiembe et Rakaivo (S ₂) pour le village de Sarodrano.....	54
Figure 15 : Schéma d'un CARE (piège lumineux) et de sa fixation en mer.	55
Figure 16 : Schéma d'analyse de l'étude.	61
Figure 17 : Familles de poissons capturés et nombre d'individus par famille durant la période de suivi (d'octobre 2009 à avril 2010) au niveau du village de Sarodrano.	65
Figure 18 : Répartition des captures en fonction des pratiques de pêche pour les 10 familles dominantes au niveau du village de Sarodrano.....	66
Figure 19 : Graphes des ANOVA factorielles montrant la variation de la CPUE en poissons, poulpes, calmars en fonction du statut de la réserve ainsi que de la saison. La couleur rouge indique les fermetures et le bleu indique les ouvertures.	68

Figure 20 : Familles de poissons consommés et nombre d'individus consommés par famille durant la période de suivi au niveau du village de Sarodrano. P1 correspond à la période comprise entre 18 octobre 2009 à 14 décembre 2010, P2 de 15 décembre 2009 à 5 février 2010, P3 de 06 février à 01 avril 2010, P4 de 02 avril à 01 mai 2010.....	69
Figure 21 : Nombre de sorties en fonction des lieux de pêche dans le village de Sarodrano lors du suivi (d'octobre 2009 à avril 2010).....	70
Figure 22 : Familles de poissons capturés et nombre d'individus par familles durant la période de suivi (d'octobre 2009 à avril 2010) au niveau du village d'Ifaty.	71
Figure 23 : Répartition des captures en fonction des pratiques de pêche pour les 10 familles dominantes au niveau du village d'Ifaty.	71
Figure 24 : Graphes des ANOVA factorielles montrant la variation de la CPUE en poissons, poulpes, calmars en fonction du statut de la réserve ainsi que de la saison à Ifaty. La couleur rouge indique les fermetures et le bleu indique les ouvertures.....	73
Figure 25 : Familles de poissons consommés et nombre d'individus consommés par famille durant la période de suivi au niveau du village d'Ifaty. P1 correspond à la période comprise entre 27 octobre 2009 à 30 novembre 2010, P2 de 01 décembre 2009 à 14 janvier 2010, P3 de 15 janvier à 27 février 2010, P4 de 28 février à 29 mars 2010.	74
Figure 26 : Nombre de sortie de pêche des 20 premiers lieux de pêche dans le village d'Ifaty.	75
Figure 27 : Projection des individus et des modalités sous le logiciel R pour chaque variable de perception et variable supplémentaire sur le plan factoriel de l'analyse en correspondances multiples (ACM). Les coordonnées de chaque individu et modalité des variables sont détaillées en annexe 6 et 7.....	76
Figure 28 : Fréquentation des zones de pêche durant les quatre périodes de suivi. P1 indique l'ouverture, P2 et P3 la fermeture et P4 la réouverture des réserves. Les chiffres en abscisse indiquent le nombre moyen de pirogues par jour dans les différentes zones de pêche dans la totalité de pirogue échantillonné par jour durant le suivi. A. Sarodrano, B. Ifaty.	81
Figure 29 : Fréquentation exprimé en nombre de pirogue au niveau des 4 principales zones de pêche du village d'Ifaty durant la période de suivi (octobre 2009 à mars 2010). S1, S2, ..., S23 représentent les semaines de suivi.	82
Figure 30 : Plan factoriel de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) entre capture et consommation en poissons au niveau du village de Sarodrano.	83
Figure 31 : Plan factoriel de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) entre capture et consommation en poissons au niveau du village d'Ifaty.	84
Figure 32: Abondance relative du nombre d'individus capturés par famille par rapport au nombre total d'individus capturés. L'axe x indique l'abondance relative (en %) pour toutes les familles de poissons et l'axe y donne la liste des familles capturées durant l'expérimentation en ordre décroissant.....	89
Figure 33 : Répartition des familles de poissons récifaux capturés en fonction de leur importance économique.	90
Figure 34: Nombre d'individus capturés par nuit de pêche durant l'expérimentation pour les 5 familles de poissons dominantes. L'axe des ordonnées indique à gauche le nombre des Siganidae et à droite le nombre des Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae et Apogonidae ($N \times 10^{-1}$).	90

Figure 35 : Fluctuations des paramètres environnementaux durant une période d'expérimentation (15 novembre 2008 à 15 février 2009).	93
Figure 36 : Analyse en Correspondances Principales (ACP) entre les paramètres environnementaux (température, houle, turbidité) et les 5 familles de poissons dominantes capturées (Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae, Apogonidae).	95
Figure 37 : Plan des observations journalières de l'Analyse en Correspondance Principale (ACP) réalisées entre les variables environnementales (température, houle, turbidité) et les 5 familles dominantes capturées (Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae, Apogonidae). Les nombres en gras indiquent le numéro de jour d'observation et les indices indiquent le site de pêche dont l'indice 1 indique celle du site 1 et l'indice 2 indique celle du site 2.	95
Figure 38 : Schéma de répartition des tâches des acteurs en fonction des étapes de la PCC. Les flèches en bleues indiquent « <i>peu agir sur</i> ».	114
Figure 39 : Synthèse de l'évolution de la perception vers l'appropriation ou le rejet des mesures de gestion en fonction du contexte général. CET indique la Connaissance Ecologique Traditionnelle.	121

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nombre d'individus capturés (moyenne et écart-type) par pêcheur et par sortie de pêche (CPUE) lors des périodes d'ouvertures, de fermeture des réserves marines temporaires au niveau du village de Sarodrano.....	66
Tableau 2 : Tableau d'ANOVA factorielle montrant l'effet des facteurs (statut, saison) et leur interaction sur la CPUE en poissons, poulpes, et calmars à Sarodrano. La couleur rouge indique l'existence d'effet significatif. SC indique la somme des carrés des écarts et p indique les probabilités.	68
Tableau 3 : Moyennes de l'abondance des captures en poissons et en céphalopodes lors des ouvertures et fermeture des réserves marines temporaires au niveau du village d'Ifaty...	72
Tableau 4 : Tableau d'ANOVA factorielle montrant l'effet des facteurs (statut, saison) et leur interaction sur la CPUE en poissons, poulpes, et calmars à Ifaty. La couleur rouge indique l'existence d'effet significatif. SC indique la somme des carrés des écarts et p indique les probabilités.	73
Tableau 5 : Synthèse des tests de Chi-2 entre les variables analysées dans l'ACM.	78
Tableau 6 : Réponses obtenues lors des enquêtes par variable considérée au niveau du village de Sarodrano et d'Ifaty.....	86
Tableau 7 : Réponses obtenues lors des enquêtes sur le respect de la réglementation « Dina » au niveau du village de Sarodrano et d'Ifaty.....	87
Tableau 8 : Nombre de post-larves capturés par nuit de pêche au niveau du site 1 (Ankolatse) et site 2 (Rakaivo) autour des nouvelles lunes (27 Novembre 2008, 27 Décembre 2008, et 26 Janvier 2009).	88
Tableau 9 : Représentativité de certaines familles dans les captures par nuit de pêche. +: $N < 10\%$, ++: $10\% \leq N < 50\%$, et +++: $N > 50\%$ (N: nombre d'individus par famille par rapport à la totalité des individus capturés).....	91

1. Introduction

1. Introduction

1.1. Caractéristiques des écosystèmes coralliens et des pêcheries récifales

Les récifs coralliens sont des écosystèmes côtiers qui comptent parmi les plus diversifiés de la planète (Connell, 1978), fournissant biens et services aux populations associées aux zones côtières (David, 1999; Balmford *et al.*, 2002). La forte augmentation démographique tout particulièrement près des côtes entraîne la dégradation de ces écosystèmes suite à la surexploitation des ressources marines (McManus, 1997; McManus *et al.*, 1997) et à la pollution (Green *et al.*, 1997; Lapointe, 1997; Lapointe *et al.*, 1997; Edinger *et al.*, 1998). De plus, des changements globaux à l'échelle planétaire entraînent un réchauffement des eaux de surface responsable de perturbations à grande échelle des récifs coralliens (Graham *et al.*, 2006; McClanahan *et al.*, 2006a). Aussi les prévisions sont alarmantes et l'Initiative Internationale sur les Récifs Coralliens (ICRI) estime que 20% des récifs du monde ont déjà été détruits, 24% sont actuellement en grave danger et 26% supplémentaires le seront à l'horizon 2050 (Wilkinson, 1999). Face à ces constats, les écosystèmes coralliens font l'objet d'un intérêt croissant de la part de la communauté internationale qui souligne régulièrement l'urgence de mettre en place des mesures de protection face à l'ampleur des perturbations qui touchent ces écosystèmes et tout particulièrement les activités liées au secteur de la pêche récifale.

Depuis 1980, les pêcheries au niveau mondial font face à une surexploitation des ressources marines dans la plupart des régions du monde (Pauly *et al.*, 2002). La pêche récifale, associée à l'exploitation des ressources récifales dans les pays tropicaux, n'échappe pas à ce constat. Cette surexploitation est due à la croissance démographique et à l'exploitation qui augmentent au fil du temps afin de maintenir et/ou d'augmenter les rendements de pêche, à tel point que le milieu n'arrive plus à se régénérer. De plus, les techniques d'exploitation ne cessent de se perfectionner et tendent de plus en plus vers un usage destructeur vis-à-vis du milieu, dégradant l'habitat et les communautés associées. Ainsi une diminution des stocks, de la richesse spécifique et de l'abondance des poissons se fait de plus en plus sentir dans la pêche récifale (Cinner & McClanahan, 2006). La gestion de cette pêche est complexe en milieu récifal de part sa grande variété de structure et de fonctionnement (multi-spécifique, multi-engin) qui s'explique par la grande diversité du milieu exploité (Ferraris & Cayré, 2003).

Pour certains pays insulaires du Sud, la pêche récifale constitue une source essentielle de protéines et de revenus pour les populations locales (Sadovy, 2005). L'augmentation de la pression de pêche menace ainsi la durabilité de cette pêche mais aussi la survie des populations qui en dépendent. Il est donc urgent de gérer au mieux ces pêcheries afin de protéger l'écosystème récifal pour garantir une durabilité écologique du milieu associée à celle de la pêche elle-même.

1.2. Outils de gestion de la pêche

Face à la surexploitation des ressources marines, à la dégradation des habitats et à la menace pesant sur la durabilité de la pêche, plusieurs outils de gestion, de conservation et de protection des écosystèmes au bénéfice de la durabilité des usages et de la conservation de la biodiversité ont été proposés. Ainsi, parmi les outils proposés, il y a entre autres la mise en place d'Aires Marines Protégées (AMPs), de récifs artificiels, de Dispositifs de Concentration de Poissons (DCP) ou le développement de l'aquaculture.

La mise en place d'AMPs est une des solutions préconisées par les scientifiques (Jackson *et al.*, 2001), les gestionnaires et les décideurs, avec pour but de pallier le déficit des ressources dans le milieu et de favoriser la résilience des écosystèmes (Pauly *et al.*, 2002). Par définition, une AMP définit « *tout espace intertidal ou infratidal ainsi que ses eaux, sa flore, sa faune et ses ressources historiques et culturelles que la loi ou d'autres moyens efficaces ont mis en réserve pour protéger en tout ou en partie le milieu ainsi délimité* » (IUCN, 1988). Ainsi, des AMPs ont été créées dans nombreux pays du monde (Gell & Roberts, 2003; Wickel, 2008), parmi lesquels on trouve divers pays du Sud Ouest de l'Océan Indien comme par exemple les Seychelles, l'île Maurice, l'île de La Réunion (Wickel, 2008), et plus récemment les îles Comores et Madagascar.

Les récifs artificiels sont proposés pour protéger les habitats dégradés (Collins *et al.*, 1994; Rilov & Benayahu, 1998; Claudet, 2006), pour assurer la durabilité de la pêche (Bohnsack & Sutherland, 1985; Bohnsack *et al.*, 1994; Claudet, 2006), permettant ainsi la pérennisation des pratiques liées à la pêche artisanale (Duclerc *et al.*, 1985; White *et al.*, 1990; d'Cruz *et al.*, 1994; Pary, 2000). Par définition, « *Les récifs artificiels sont des structures immergées volontairement dans le but de créer, protéger, restaurer un écosystème, pouvant induire des réponses d'attraction, de concentration, de protection, d'augmentation de la biomasse de*

certaines espèces » (Lacroix *et al.*, 2002). Ils ont été expérimentés et développés dans plusieurs pays comme le Japon, les Etats-Unis, l'Espagne, l'Italie, la France et le Portugal (Claudet, 2006; Lassere & Sene, 2008).

Les DCP sont utilisés pour diminuer la pression de pêche côtière en la déplaçant vers le large pour exploiter les ressources pélagiques (Tacquet, 1998). Ils désignent tout flotteur ancré dans un but de concentration de poissons (Depoutot, 1987). Ils sont pratiqués dans de nombreuses régions du monde telles que les Philippines, le Japon, la Polynésie française, et bien d'autres. Dans le Sud Ouest de l'Océan Indien, il y a l'île Maurice et l'île de La Réunion (Conand & Tessier, 1996).

L'aquaculture est proposée afin de diminuer la pression et de compenser les écarts due à la surexploitation. Elle consiste à élever les espèces les plus exploitées et/ou à fortes valeurs commerciales (Pomeroy *et al.*, 2006).

Ainsi, plusieurs solutions sont pratiquées dans le monde pour favoriser la conservation de la biodiversité et régulariser les usages autour de la pêche. Parmi ces outils, l'AMP est l'une des solutions la plus utilisée dans le monde, malgré les interrogations autour de son efficacité réelle. Lors du Congrès mondial sur les Parcs (WPC) à Durban en 2003, sommet décennal sur les aires protégées de la planète, a été lancé l'objectif de favoriser la création, l'expansion des réseaux d'aires marines protégées et de multiplier par dix en dix ans le nombre de zones marines protégées. Si près de 12% de la surface de la terre est couverte par des aires protégées, moins de 1% des océans bénéficient d'une telle protection en 2003. Ce pourcentage d'AMPs doit être porté à 12% d'ici 2013. Suite à cette conférence, dès le 17 septembre 2003, l'état malgache a pris l'engagement, par l'intermédiaire de son Président de la République, d'augmenter dans les cinq années à venir la superficie de ses Aires Protégées de 1,7 millions d'hectares à 6 millions d'hectares, dont 1 million d'hectares d'AMP.

1.3. Gestion durable des écosystèmes marins et de la pêche récifale dans le Sud Ouest de Madagascar

Dans le cadre de son plan d'action national, l'Etat malgache prône le développement durable et la conservation de l'Environnement. Si auparavant les mesures de protection se sont concentrées essentiellement dans le domaine terrestre, aujourd'hui la partie marine est l'un des domaines privilégiés avec l'engagement d'augmenter la superficie des AMPs à 1 million d'hectares (Randria, 2006). Ainsi différentes catégories d'AMP ont été mises en place tout le long du littoral de Toliara dans le Sud Ouest de Madagascar, lesquelles sont pour la plupart, localisées autour des récifs coralliens de plus en plus dégradés et menacés.

Or, d'après le **rapport de Brundtland** en 1987, le « *développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la possibilité, pour les générations à venir, de pouvoir répondre à leurs propres besoins* ». Ce qui nécessite la conciliation du développement économique, le bien être social et la préservation de l'environnement.

Le développement durable constitue un grand défi à relever avec la nécessité de tenir compte du contexte social et local, particulièrement dans les pays en voie de développement comme Madagascar. En effet, une question s'avère particulièrement cruciale : comment arrive-t-on à préserver l'environnement tout en cherchant un développement social et économique dans un pays où presque la majorité de la population n'a pas d'activité alternative et vit au-dessous du seuil de pauvreté ?

Sur les littoraux, les activités de subsistance et à caractère économique qui sont reliées à l'exploitation des ressources marines sont exposées à un fort risque de non durabilité. Prenons par exemple, le cas des communautés du littoral de Toliara. Elles se caractérisent par une forte augmentation démographique (Rejela, 1993; Ramampihirika, 1998), un enclavement géographique (Chaboud, 2006), des difficultés économiques avec la hausse du niveau de vie et un faible taux de scolarisation (Razanoelisoa, 2008). Ces communautés dépendent essentiellement pour leur nourriture des produits marins et côtiers (Rejela, 1993; Astuti, 1995; Laroche & Ramananarivo, 1995). Mais la diminution des captures et des stocks se fait de plus en plus sentir (Brenier, 2009), ce qui les force à élargir leur zone d'exploitation ou à utiliser de nouvelles techniques de pêche pour compenser cette diminution. Des techniques de plus en

plus performantes sont pratiquées, lesquelles sont pour la plupart destructrices et contribuent à la dégradation de l'écosystème récifal. Par conséquent, ces techniques sont contraires à une optique de développement durable et rendent les ressources côtières de plus en plus fragiles. D'autres facteurs indirects de perturbation sur les ressources halieutiques se surimposent, tels que la sédimentation liée aux apports terrigènes des bassins versants (Rakotondralambo, 2008), la pollution urbaine (Ranaivomanana, 2006) ou l'effet du changement climatique global (WWF, 2006), rendant le milieu et ses ressources de plus en plus fragiles.

Diverses organisations non gouvernementales (ONGs), environnementales travaillent dans la région. Parmi elles, on peut citer le WWF¹, le WCS², le MNP³ (nommé auparavant ANGAP) et le SAGE⁴ qui jouent un rôle important dans le cadre de la mise en place des AMPs du littoral de Toliara. Plus récemment, le Projet d'Appui aux Communautés de Pêcheurs (PACP) est en vigueur dans la zone. Au niveau de Toliara, le WWF et le PACP constituent les deux principaux maîtres d'œuvre dans la mise en place des AMPs. Le MNP constitue également un organisme d'appui responsable de la mise en place et de la gestion des AMPs créées⁵ à Madagascar.

De nombreux facteurs mettent en jeu et rendent difficile la mise en œuvre d'une gestion durable des écosystèmes préconisés par les gestionnaires, décideurs et scientifiques, car elle est perçue par les usagers directs⁶, les communautés de pêcheurs, comme une forme d'oppression vis-à-vis de leur activité. Mais cette vision des pêcheurs a pu évoluer suite à des campagnes de sensibilisation et d'éducation réalisées par les ONGs, mais aussi après que les pêcheurs aient vécu leur propre expérience vis-à-vis de la fermeture des zones de pêche.

¹ WWF : World Wide Found for Nature.

² WCS : Wildlife Conservation and Society.

³ MNP : Madagascar National Parks.

⁴ SAGE : Service d'Appui à la Gestion de l'Environnement.

⁵ Une Aire Marine Protégée est ici définie comme étant créée lorsqu'elle obtient son statut légal selon la procédure de création de nouvelle Aire Protégée à Madagascar : section 2 du Décret n°2005-848 appliquant les articles 11 à 24 de la loi 2001/005 portant code de gestion des Aires Protégées.

⁶ Les usagers directs rassemblent toute population dont l'activité dépend directement de l'exploitation du milieu marin (avec ou sans extraction).

Différents facteurs peuvent influencer les changements de perception des pêcheurs (McClanahan *et al.*, 2005; Thomassin *et al.*, soumis). Ainsi, l'étude des enjeux liés à la mise en place des mesures associées aux AMPs s'avère indispensable et peut se faire notamment à travers l'analyse d'acceptabilité des AMPs par les pêcheurs.

C'est dans ce contexte général que s'incluent les recherches que j'ai conduites pendant 3 ans. Elles sont axées autour de la mise en place des AMPs dans le Sud Ouest malgache à travers des études de cas précis et à des fins de conservation de la biodiversité et de gestion des pêches.

1.4. Qu'est ce qu'une Aire Marine Protégée ?

Avant d'aborder la problématique de recherche, il est important de définir ce qu'est une Aire Marine Protégée. En effet, en prenant en compte la définition de l'IUCN (1988) et celle du Code de Gestion des Aires Protégées à Madagascar, une AMP définit toute aire marine disposant d'une réglementation en vue d'une meilleure gestion de l'espace pour régulariser le fonctionnement des écosystèmes marins et leurs usages.

Ainsi, selon l'IUCN (1988), une AMP se définit comme « *tout espace intertidal ou infratidal ainsi que ses eaux, sa flore, sa faune, et ses ressources historiques et culturelles que la loi ou d'autres moyens efficaces ont mis en réserve pour protéger en tout ou en partie le milieu ainsi délimité* ». De ce fait, il inclut parc marin, réserve marine, réserve de biosphère.

En effet, un parc marin est une aire marine protégée créée dans le but de protéger et de conserver la faune et la flore originales. L'exploitation des ressources marines est soumise à une réglementation stricte. L'accès y est donc réglementé mais permis dans le cadre d'activités récréatives ou éducatives sauf dans les zones déclarées « sanctuaire ». L'autorisation d'accès doit être obtenue auprès des autorités compétentes (comme le MNP pour le cas de Madagascar).

Une réserve marine est une aire marine protégée créée dont le principal but est de protéger un écosystème spécifique ou une espèce animale particulière. Axée essentiellement sur la gestion des pêches, l'exploitation du milieu y est extrêmement réglementée, voire interdite.

Une réserve de biosphère est une désignation internationale de conservation des réserves créée par l'UNESCO. C'est une structure regroupant des aires protégées et des zones d'exploitation rationnelle des ressources naturelles. Elle combine trois fonctions complémentaires :

- La conservation des écosystèmes, des paysages, des espèces et de leurs patrimoines génétiques.
- Les réserves jouant ainsi un rôle dans le développement économique et social en respectant la nature et la culture locale. Ceci implique que la population prenne une part active à la gestion durable des territoires et soit impliquée dans les prises de décision.
- Enfin, plus qu'ailleurs, une importance particulière est accordée à la recherche et aux études, à l'observation continue de l'environnement, à la formation et l'éducation du public - des jeunes en particulier car elles fournissent un réel appui pour envisager de façon plus éclairée l'avenir de la zone et de ses habitants.

A Madagascar, une Aire Protégée est définie par la loi n° 2001-005 du 11 Février 2003 portant Code de Gestion des Aires protégées (COAP) et ses textes subséquents (Décret N° 2005-013 du 11 janvier 2005 organisant l'application et Décret N° 2005-848 du 13 décembre 2005 appliquant les articles 2, alinéa 2, 4, 17, 20 et 28 de la loi n° 2001/15 portant Code de gestion des Aires protégées). Avant décembre 2005, la loi des Aires Protégées à Madagascar n'a reconnue que les réserves naturelles intégrales (RNI), les Réserves Spéciales des espèces de flore et faune et les Parc Nationaux (PN). Après 2005, le COAP a défini et reconnu de nouvelles catégories d'aires protégées (Ministère de l'Environnement des Forêts et du Tourisme, 2009) : Parc naturel, Monument Naturel, Paysage Harmonieux Protégé, Réserve de ressources naturelles, qui peuvent être gérées sous différents modes.

En effet, comme mode de gestion des AMPs, il peut y avoir :

- (i) la gestion déléguée, matérialisée par une convention de délégation de gestion entre le département ministériel compétent et une personne physique ou morale, publique ou privée,
- (ii) la cogestion (gestion participative ou gestion conjointe), caractérisée par la coopération de deux ou plusieurs parties prenantes dont l'une relève d'un département ministériel compétent.

Dans le cadre de la présente étude, les réserves marines temporaires, incluses dans les réserves de ressources naturelles, seront suivies.

1.5. Problématique

La mise en place d'une AMP est confrontée à des difficultés qui constituent un frein à son succès ; il est donc essentiel d'en comprendre les causes pour assurer la durabilité de l'AMP. Plusieurs points ont motivé cette étude effectuée dans la région de Toliara, dans le Sud Ouest de Madagascar :

- ***Peu d'analyses réalisées sur la perception des AMPs par les pêcheurs***

Peu d'études scientifiques basées sur des analyses empiriques ont été réalisées sur la perception des pêcheurs sur les AMPs (McClanahan *et al.*, 2005; Dimech *et al.*, 2009; Svensson *et al.*, 2010; Thomassin *et al.*, 2010b; Thomassin *et al.*, soumis). Il est encore rare de voir des analyses précises sur la perception, le comportement des pêcheurs en relation avec l'impact des AMPs. Par contre, les analyses biologiques et écologiques liées à l'effet des AMPs (effets réserves) sont très nombreuses (voir synthèse par (Pelletier *et al.*, 2005)).

À Madagascar, il n'y a pas de publication scientifique réalisée sur la perception des AMPs par les pêcheurs, mis à part des rapports réalisés par les ONGs dans le cadre de la préparation de la mise en place des AMPs et d'expérimentations au niveau des communautés des pêcheurs. Pourtant les études de perception sont essentielles et permettent d'évaluer le succès des mesures mises en place et de prévoir la durabilité ou non de ces AMPs.

- ***Risque d'augmentation de la pression de pêche dans les zones ouvertes***

Sur les littoraux de Toliara, il y a une forte augmentation démographique, et les conditions climatiques (sécheresse notamment) ajoutent des contraintes pour l'agriculture et l'élevage. Aussi, assiste-t-on à un accroissement incessant du nombre de personnes qui exploitent le milieu marin, le nombre de pêcheurs ayant quintuplé en 17 ans (McVean *et al.*, 2005).

Cette conversion est due en partie à la conversion professionnelle de certaines populations côtières d'éleveurs, d'agriculteurs en pêcheurs. Cette reconversion touche principalement les ethnies vivant sur les littoraux, telles que les « Tanalana », les « Masikoro » et les « Mahafaly » qui utilisent principalement la senne de plage.

L'augmentation des activités de pêche se traduisent par une augmentation des pressions et des menaces pesant sur les espèces exploitables d'intérêt commercial. Ainsi une surexploitation des zones de pêche est observée dans la région de Toliara, d'où la nécessité de gérer au mieux les ressources halieutiques (Vasseur, 1997; FAO, 2003).

Les AMPs sont les solutions proposées à travers une fermeture (permanente ou temporaire) des zones de pêche. Mais cette fermeture ne fait que reporter la pression sur d'autres zones ouvertes et pourrait augmenter fortement cette pression sur ces zones suite à la diminution de la surface exploitable, comme cela a été observé dans d'autres pays (Russ *et al.*, 1992; Nowlis & Roberts, 1997). La fermeture d'une zone de pêche suscite donc des questions sur l'efficacité des AMPs dans un pays comme Madagascar où la population vit dans un contexte de pauvreté. Quelle solution pourrait-on apporter pour optimiser la performance⁷ de l'AMP dans ce contexte social ?

- ***Enjeux socio-écologiques liés aux activités de conservation mal connus***

Une bonne connaissance des enjeux liant les mesures de gestion et les pratiques de pêche constitue une des clés de bonne gestion de la pêcherie. Dans le Sud Ouest malgache, de nombreuses recherches scientifiques ont été réalisées sur les écosystèmes coralliens de la région (Thomassin, 1969; Harmelin-Vivien, 1974; Vasseur, 1974; Harmelin-Vivien, 1977; Vasseur, 1977; Harmelin-Vivien, 1979; Clausade, 1981; Vasseur *et al.*, 1988; Rakotoarinivo, 1998; Rasoarimalala, 2001; Lavitra *et al.*, 2006). Au niveau des ressources vivantes marines, les recherches se sont axées particulièrement sur la biologie, l'écologie des espèces commerciales appartenant aux holothuries (comme *Bohadschia vitiensis*, *Holothuria scabra*, *Holothuria notabilis*, *Stichopus horrens* etc), aux crustacées, aux céphalopodes, aux langoustes et aux poissons marins pélagiques (Rakotoarinivo, 1998). D'autres études relatent les activités de pêche dans la zone (Rejela, 1993; Rakotoarinivo, 1998; Angin, 2007). Par contre peu d'études ont analysées les relations entre habitats, ressources et activités de pêche. Sur les AMPs du littoral malgache, les études scientifiques entreprises sont focalisées sur des inventaires faunistique et floristique, mais très peu traitent des enjeux liés à la mise en place des AMPs. Ce contexte suscite des interrogations autour de la nécessité de proposer des activités alternatives aux pêcheurs, privés de certaines zones de pêche. Ces propositions peuvent être un facteur déterminant pour améliorer l'efficacité d'une AMP. D'autres facteurs qui restent à déterminer pourraient également être pris en compte.

⁷ La performance d'une AMP est traduite par les résultats (biologique, écologique, socioéconomique, etc) obtenus suite à la fermeture ou protection d'une ou plusieurs zones marines.

La compréhension de ces enjeux permettrait de mettre en place des mesures adaptées de gestion qui garantiraient la durabilité des usages.

- ***Indicateurs d'acceptabilité des AMPs à rechercher pour le Sud Ouest malgache***

Des indicateurs sont utilisés afin d'évaluer les effets d'une AMP sur les écosystèmes coralliens (Amand, 2004). Dans la littérature, des indicateurs biologiques et écologiques de l'efficacité des AMPs ont été proposés et présentés (Clua *et al.*, 2005; Pelletier *et al.*, 2005) mais très peu d'étude traitent des indicateurs socio-économiques et les indicateurs socio-écologiques⁸. Néanmoins la majorité de ces études sont inadaptées au contexte malgache où les AMPs sont récentes, la protection étant un nouveau modèle à intégrer pour la population, et les zones à protéger le sont souvent pour des durées courtes dans le cas des réserves marines de pêche. En conséquence, il est essentiel de rechercher des indicateurs socio-écologiques adaptés au contexte local de Madagascar, nous permettant d'estimer la performance de l'AMP et de prévoir sa durabilité à moyen et long terme.

- ***Insuffisance d'alternative à la pêche***

Face aux mesures prises pour une gestion durable des écosystèmes et à la mise en place d'AMPs, des changements en relation avec les activités existantes s'avèrent nécessaires pour les populations locales vivant sur les littoraux de Toliara. Ces populations sont dominées par les communautés de pêcheurs et vivent principalement des produits de la pêche (poissons marins, céphalopodes et crustacées principalement) et ne disposent d'aucune activité alternative en cas de fermeture des zones de pêche. L'existence d'alternatives faciliterait leur participation à la mise en place des AMPs et leur collaboration avec les gestionnaires, ONGs et représentants régionaux de l'état dans la mise en œuvre de la gestion durable des écosystèmes (Ranaivomanana, 2006). La cogestion des ressources marines par les populations locales reste un grand défi. Mais le contexte social du littoral Sud Ouest de Madagascar est-il favorable ou pas pour relever ce défi ?

La problématique de l'étude va se focaliser principalement sur le couplage « conservation - développement durable » dans un contexte local (région de Toliara), voire régional (Madagascar, Sud Ouest Océan Indien). Un des problèmes de ce couplage viendrait de la quasi-absence d'activités alternatives qui seraient d'une part, appropriées aux communautés de

⁸ Les indicateurs socio-écologiques sont des indicateurs qui touchent le domaine social et qui sont en relation avec l'écologie.

pêcheurs et d'autre part, rentables pour elles, leur rapportant une source de revenus supplémentaires. Ces revenus s'ajouteraient à ceux apportés par l'exploitation des ressources marines, ou pourraient compenser les manques provoqués par la fermeture des zones de pêche et/ou les mauvaises conditions climatiques. Instauration des programmes de conservation implique une modification et une régulation des pratiques existantes, une restauration des milieux dégradés et/ou une réhabilitation des habitats via par exemple la mise en place d'AMPs.

La question se pose alors sur les alternatives possibles et surtout adaptées aux caractéristiques socioculturelles des populations de la zone. La réponse à cette question est essentielle pour l'acceptabilité des populations aux AMPs. La mise en place de ces activités alternatives peut avoir une importance capitale en termes de conservation de la biodiversité en allégeant la pression de pêche sur les milieux récifaux ciblés dans le cadre de la présente étude. Les alternatives potentielles adaptées aux communautés de pêcheurs dans la zone de Toliara peuvent être des activités reliées soit à l'écotourisme, soit à l'aquaculture.

Dans le cas de l'**écotourisme**, des activités associées à la découverte d'un sentier sous marin en milieu corallien ont été mises en place sur la réserve de Nosy Ve à Anakao (à 30 km au Sud du Grand Récif de Toliara) et dans la Baie de Ranobe à Ifaty (« Jardin des roses », au Nord de Toliara) avec une implication des associations locales comme le FIMIMANO⁹, le FIMIHARA¹⁰ pour l'animation et la sensibilisation des touristes et des populations locales. Ces activités pourraient être associées à l'installation de gîtes sur le littoral tournés vers le développement durable et l'écotourisme.

Quant aux **activités aquacoles**, comme la culture d'algues, la conchyliculture ou la pisciculture ; elles peuvent être pertinentes à condition qu'elles soient bien appropriées par la population locale. On peut imaginer l'application d'une aquaculture communautaire, une solution de substitution à la pêche et qui présente un potentiel intéressant d'intégration des objectifs de conservation et de développement durable pour les pays en développement (Job, 2005). C'est le cas par exemple de la PCC ou « Post-larve Capture et Culture » (Lecaillon &

⁹ FIMIMANO (Fikambanana Miaro sy Mampandroso an'ny Nosy Ve) est une association locale des communautés riveraines de la Commune d'Anakao. C'est une structure chargée de gérer l'îlot de Nosy Ve avec l'appui de plusieurs organismes notamment l'UNESCO/MAB, l'IH.SM, le PNUD, le SAGE.

¹⁰ FIMIHARA : Fikambanana Miaro sy Hanasoa ny Ranomasina.

Lourié, 2007). La PCC est ici à considérer comme un outil pour la conservation et valorisation de la biodiversité marine. Elle consiste à capturer des post-larves, puis à les élever afin de les valoriser à travers les poissons d'ornement pour le marché de l'aquariophilie, les espèces de bouche sur le marché local ou pour réensemencer les milieux dégradés (Lecaillon & Lourié, 2007). Ainsi, la PCC permet de développer une alternative durable à la pêche de poissons d'ornements et une aquaculture de subsistance sur les espèces surexploitées dans leur milieu naturel. Elle contribue également à favoriser une bonne gestion des pêcheries et du tourisme (Malpot *et al.*, 2008). En outre, elle respecte l'environnement, elle est écologiquement viable dans la mesure où elle présente un minimum d'impact sur l'habitat et la biodiversité récifale (Hair & Doherty, 2003; Grignon, 2007).

Mais pour qu'une activité alternative soit acceptée par la population, il faut qu'elle se l'approprie. Dans le passé, plusieurs expériences ont échoué (Chaboud, 2006) pour des raisons d'ordre économique et autres. Prenons comme exemple le projet de développement intégré à la pêche traditionnelle autour des DCP¹¹ (David *et al.*, 1998; Chaboud, 2006) ou la tentative de développement de l'algoculture et de collecte des algues sauvages (De San *et al.*, 1999; Razafimbahiny, 2003), qui étaient des activités alternatives qui n'ont pas été adoptées de façon significative par les pêcheurs.

Quelles seraient les potentialités d'application et d'appropriation de la PCC par les populations locales et, en particulier, les communautés de pêcheurs ? Quels sont les enjeux associés à la PCC à Madagascar ? Quels sont les freins qui pourraient limiter son acceptabilité par les populations dans le Sud Ouest de Madagascar ?

Dans le cas des communautés de pêcheurs du Sud Ouest malgache et face à une demande en poissons qui augmente aussi bien au niveau local, régional et national, l'adoption d'un système d'aquaculture communautaire (par famille ou clan par exemple) semble bien adaptée au contexte de Madagascar. Il en est de même pour la demande en poissons d'ornement pour l'aquariophilie sur le marché international. De plus, face à la diminution des stocks de poissons sur les récifs coralliens dans la région de Toliara, le réensemencement du milieu avec des juvéniles de poissons capturés par la méthode de la PCC pourrait représenter une opportunité pour optimiser les capacités de résilience du milieu, notamment dans le cadre de la mise en place d'AMPs. La PCC permet donc d'accéder aux ressources marines avec une valeur ajoutée

¹¹Le DCP a été expérimenté à Toliara dans le cadre de Projets de « développement communautaire intégré de la pêche traditionnelle ».

pour les pêcheurs, de préserver le stock d'adultes et de juvéniles visés par la pêche traditionnelle et de conserver les écosystèmes coralliens et leur biodiversité en diminuant la pression sur ces derniers. Ainsi, des questions se posent : la PCC pourrait-elle être appliquée et adaptée au contexte de Madagascar ? Et quels pourraient être les conditions d'appropriation de cette dernière par les pêcheurs ?

- ***Hypothèse de recherche***

Le succès et la durabilité d'une nouvelle mesure de gestion ou d'une activité alternative dans un pays en développement sont conditionnés par l'acceptation sociale, elle-même conditionnée par un ensemble de facteurs tels que la perception de la menace qui pèse sur l'écosystème, la dépendance de la population locale à la pêche, leur degré d'implication dans les processus de prise de décision, de mise en protection, la prise en compte du contexte social et l'impact socio-écologique que cette mesure de gestion génère sur les usages. Tous ces facteurs facilitent l'acceptabilité des mesures de gestion par la population. Les bénéfices socio-écologiques obtenus par une mesure de gestion et/ou une innovation font évoluer la perception, favorisant ainsi l'appropriation ou le rejet de cette dernière.

Dans le cas des pêcheurs de Toliara, une bonne sensibilisation et leur implication dans les processus de gestion ainsi que leur perception des menaces qui pèsent sur leur pêcherie favoriseront leur acceptation, leur collaboration et leur participation dans la régulation des usages comme l'interdiction de pêche sur une aire marine déterminée. Le développement d'activités alternatives pourra également favoriser le processus de gestion. Dans le cadre de cette étude, notre choix s'est porté sur la recherche d'alternatives en relation avec la valorisation des poissons récifaux. Ce choix vient du fait que les poissons récifaux¹² occupent une place importante dans la pêcherie traditionnelle dans le Sud Ouest de Madagascar (plus de 60% de la production annuelle).

Deux hypothèses liées à l'impact de la mise en place d'une AMP dans la zone de Toliara et à l'acceptabilité sociale de celle-ci sont posées dans le cadre de cette étude (Figure 1).

¹² Les poissons récifaux sont définis ici comme étant toutes espèces de poissons pouvant être rencontrés habituellement dans les récifs, qu'elles dépendent ou non des madréporaires.

Hypothèse 1 :

Dans le premier cas, on peut considérer que la mise en place de l'AMP a été acceptée par la population locale, il y a donc une bonne acceptabilité sociale. Elle a eu des effets positifs sur l'écosystème récifal et ses ressources associées dans la zone et ses environs immédiats.

En conséquence, il y a un ralentissement des dégradations sur les habitats coralliens, une recolonisation des espèces surexploitées et une augmentation progressive des stocks au fil du temps. Ceci va induire une augmentation de l'abondance des espèces ciblées par la pêche améliorant ainsi les rendements de la pêche (captures). La pratique d'une pêche responsable et durable pour l'utilisation des ressources marines sera observée.

Dans ce cas, la mise en place d'AMP va générer des changements socio-écologiques dans la mesure où la mise en protection d'une superficie de l'écosystème marin et la régulation des usages a pris son effet. Ceci va induire un changement du comportement des pêcheurs vis-à-vis de leur activité et l'appropriation des mesures de protection/conservation en prenant des initiatives et en intégrant leurs savoir faire pour améliorer la gestion de leur pêcherie. Leur consommation en poissons peut également augmenter.

Les pêcheurs ont donc une bonne perception de l'AMP qui se traduit par une hausse du degré d'acceptabilité sociale. Ainsi, l'AMP créée pourra être effective et durable suite au respect des mesures de gestion et de la réglementation.

Hypothèse 2 :

Dans le cas contraire, on peut considérer que la mise en place de l'AMP n'a pas été acceptée d'une manière significative par la population locale, il y a donc une faible acceptabilité sociale. L'AMP mise en place n'a pas réellement d'impact positif sur l'écosystème récifal et ses ressources associées, les activités des pêcheurs de la zone s'en ressentent.

Ainsi, la dégradation des habitats coralliens continue, la surpêche s'amplifie, de même que les pêches destructrices et non durables comme la senne de plage et le renversement des blocs de coraux.

On observe un non respect de la réglementation en vigueur, le « Dina »¹³, à travers des braconnages ainsi que des conflits d'usages liés à l'utilisation de certaines zones de pêche. Par ailleurs, la régulation des usages par les pêcheurs vers des pratiques responsables et durables est un échec. L'économie locale reste fragile ou instable malgré l'intervention de nombreux organismes et institutions.

Au niveau des pêcheurs, les captures diminuent et se raréfient, la rentabilité économique liée à la pêche diminuent et ne suffisent plus pour les besoins quotidiens. Il n'existe pas d'alternative rentable pour compenser ce manque. Les produits de pêche sont destinés presque tous à la vente et les problèmes de la vie courante persistent (sous-alimentation, etc).

Ainsi, les pêcheurs ne trouvent pas l'intérêt à la mise en place d'une AMP, ils en ont un faible degré d'acceptabilité sociale et la rejette. Il y a ainsi un non-respect des réglementations mises en place.

¹³ Le « Dina » est une réglementation locale mise en place par la communauté locale avec l'assistance des organismes travaillant dans la zone et les autorités locales afin de protéger une zone bien précise contre toute infraction locale ou étrangère.

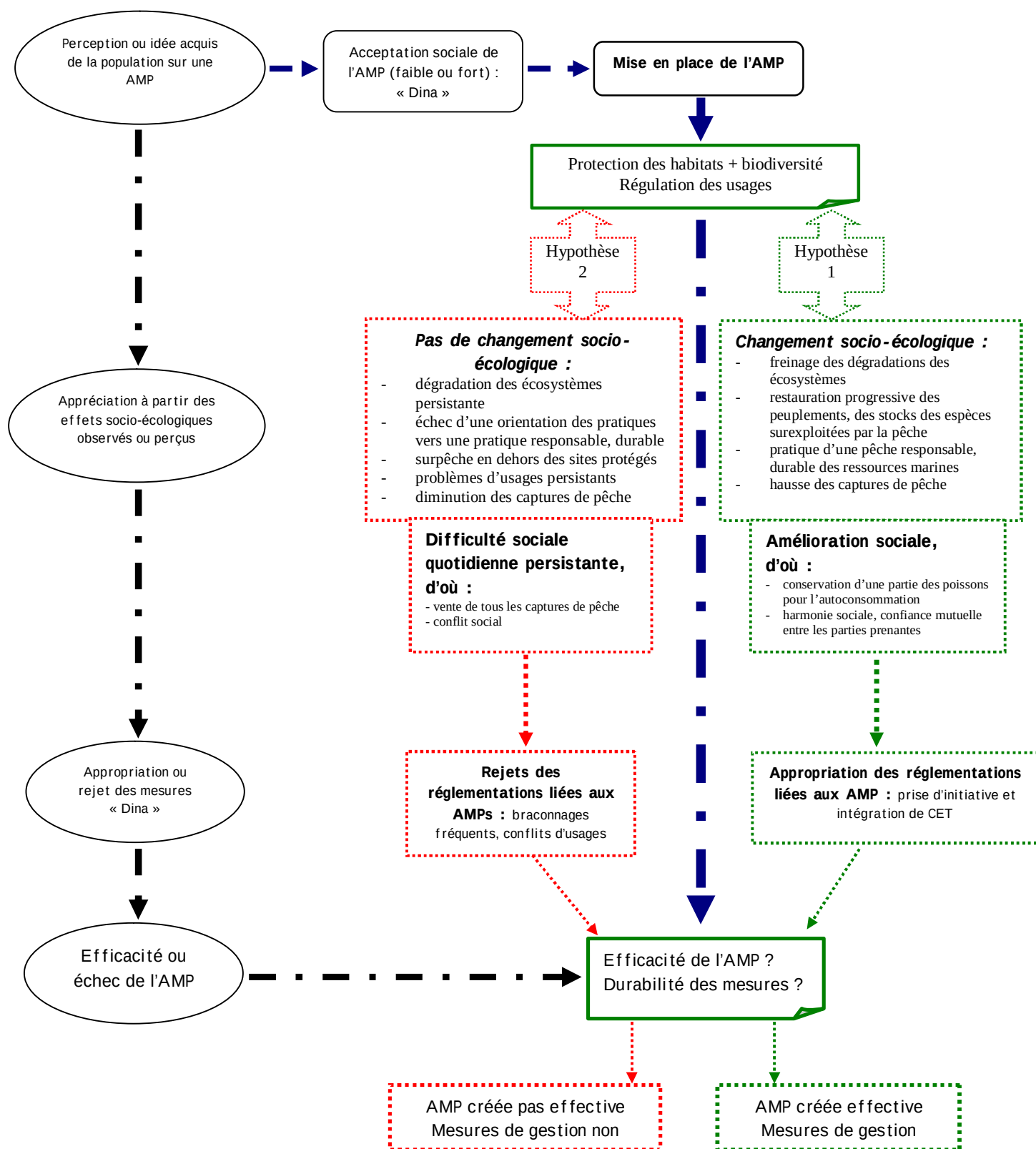


Figure 1 : Schéma synthétique des hypothèses de travail proposé.

1.6. Objectifs de l'étude

Les hypothèses énoncées ci-dessus nous conduisent à fixer des objectifs afin de cerner les problèmes liés à l'usage des ressources marines dans un pays en voie de développement et d'œuvrer pour le développement durable d'une pêcherie récifale. La compréhension des interactions entre l'écosystème récifal et les usages est essentielle pour pouvoir bien les gérer.

Les principaux objectifs de recherche sont les suivants :

- Identifier la perception des pêcheurs sur les changements socio-écologiques créés par la fermeture des zones de pêche en réserves marines ;
- Proposer des indicateurs de performance¹⁴ socio-écologiques pour suivre l'appréciation par les pêcheurs des AMPs et de l'évolution spatio-temporelle des aires protégées;
- Analyser la faisabilité écologique de la PCC et ses potentialités d'appropriation par les pêcheurs en tant qu'activité alternative à la fermeture des zones de pêche dans une optique de gestion durable du milieu. Elle a été abordée dans la mesure où les alternatives à la pêche occupent une place déterminante dans l'efficacité une mesure de gestion.

Ces objectifs déterminent le plan adopté dans le manuscrit qui se décompose en quatre parties :

- (i) Description de la zone et des sites d'étude d'un point de vue bio-écologique (récifs coralliens et ressources) et socio-culturel (populations « Vezo ») ;
- (ii) Présentation de l'approche utilisée pour la collecte et l'analyse des données ; ainsi que les analyses de données utilisées dans l'étude ;
- (iii) Présentation des résultats : sur les analyses des captures (poissons, poulpes, calmars), sur les comportements des pêcheurs, et les perceptions de l'AMP par les pêcheurs. Une proposition d'indicateurs de perception sera présentée. Et une présentation de la colonisation larvaire des récifs (captures de post-larves) de Toliara et les perceptions de la PCC en tant qu'activité alternative à la pêche ;

¹⁴ Ici, la performance socio-écologique indique le résultat social en relation avec l'écologie obtenu suite à la fermeture d'une ou des zones de pêche.

- (iv) Discussion : sur les perceptions des réserves marines par les pêcheurs, sur les méthodes utilisées dans le cadre de l'étude (analyse de perception, indicateurs de perception, ...), sur la faisabilité de la méthode PCC dans la zone d'étude, sur les limites de l'étude et les recommandations.

Le manuscrit se termine par une conclusion incluant une synthèse des résultats obtenus, et une analyse des perspectives.

2. Matériels et Méthodes

2. Matériels et Méthodes

Cette partie est consacrée à la présentation des sites d'étude et les méthodes utilisées pour atteindre les objectifs fixés.

La première partie décrit les choix de la zone et des sites d'étude, elle est suivie par une présentation de ses particularités éco-biologiques, ses ressources marines ainsi que leur exploitation, et les caractéristiques socioculturelles des pêcheurs « Vezo ». Enfin elle se termine par la description des réserves marines dans nos sites d'étude.

La deuxième partie consiste à présenter l'approche ainsi que les analyses de données utilisées nous permettant de vérifier les hypothèses émis ci-dessus. Ceci en prenant les réserves marines temporaires (RMTs) comme cas d'application.

2.1. Zone et sites d'étude

2.1.1. Choix de la zone et du site d'étude

La zone a été choisie suivant plusieurs critères parmi lesquels figurent en priorité le nombre important de documents scientifiques réalisés sur la zone, la présence de villages de pêcheurs concernés par la mise en place de RMT, et la forte concentration de pêcheurs dans le Sud Ouest malgache sur cette zone. Le choix des sites s'est également basé sur la présence de réserves marines de pêche dans la zone.

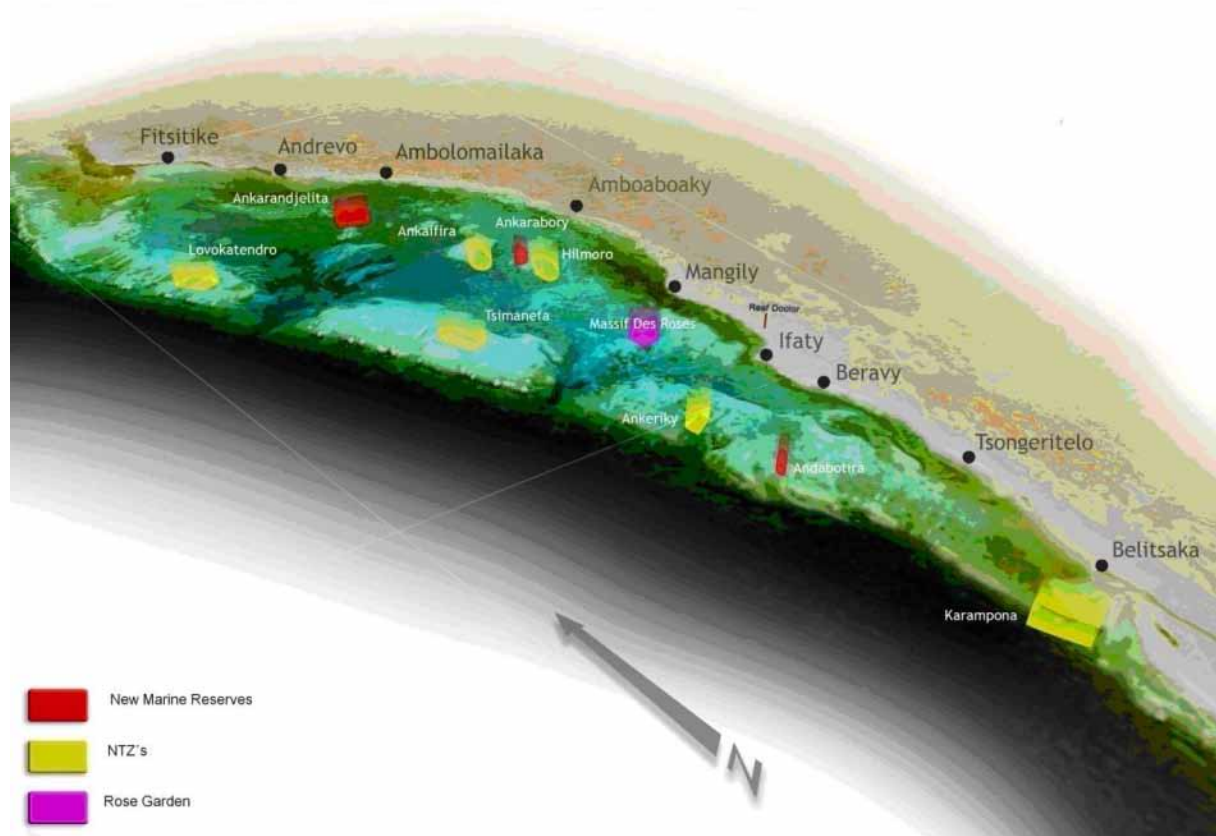
Ainsi, (i) la baie de Toliara et la baie de Ranobe ont été choisies comme zone d'étude (ii) et respectivement le village de Sarodrano et le village d'Ifaty comme sites d'étude. Ils se trouvent dans le Sud Ouest de Madagascar et sont formés essentiellement par des pêcheurs « Vezo ». Ils sont représentatifs de la région dans la mesure où la pêche y joue un rôle important dans la vie de la population, contrairement à d'autres régions comme celles qui sont situées dans le Nord de Madagascar où la pêche se fait en alternance avec d'autres activités.

2.1.2. Situation de la zone d'étude

La **baie de Toliara** est la zone la plus étudiée dans le Sud Ouest de Madagascar, notamment le Grand Récif de Toliara (GRT) avec plus de 300 articles y faisant référence (Harris *et al.*,

2009). Le Grand Récif de Toliara (se trouvant sur la latitude 43°40'E, et compris dans la longitude 23°21'S et 23°30' S) s'étend sur 18 km de long avec une largeur variant de 1,1 à 2,9 km en fonction des zones. Ces études touchent plusieurs domaines entre autres la biologie, la géologie et l'halieutique. Avec plus de 1500 pêcheurs, elle est surexploitée par la pêche traditionnelle (Brenier, 2009), cette région est concernée par la mise en place des RMTs notamment en face du village de Sarodrano, d'où le choix de ce village comme cas d'application dans la zone.

Plus au Nord, la **baie de Ranobe** est la plus étudiée au niveau de la zone d'Ifaty. En effet, plusieurs rapports et quelques articles en relation avec les activités de recherche de l'ONG Reef Doctor ont été réalisés depuis une dizaine d'années. Ces documents concernent généralement les études faites sur les habitats coralliens, leur biodiversité, les activités de pêche et les captures de pêche réalisés autour de la zone d'Ifaty. Plusieurs villages sont concernés par la mise en place des RMTs dans la baie de Ranobe qui comptabilise environ 6000 pêcheurs (Anonyme, 2008). Elle est soumise à moins de pression de pêche par rapport à la baie de Toliara (Ranaivomanana, 2006). Parmi ces villages, il y a le village de Beravy, d'Ifaty, de Mangily, d'Ambolomailake et d'Andrevo (Figure 2). Le village d'Ifaty a été choisi comme cas d'étude dans cette baie, car il est le plus étudié et l'un des rares villages de pêcheur ayant une vocation touristique.

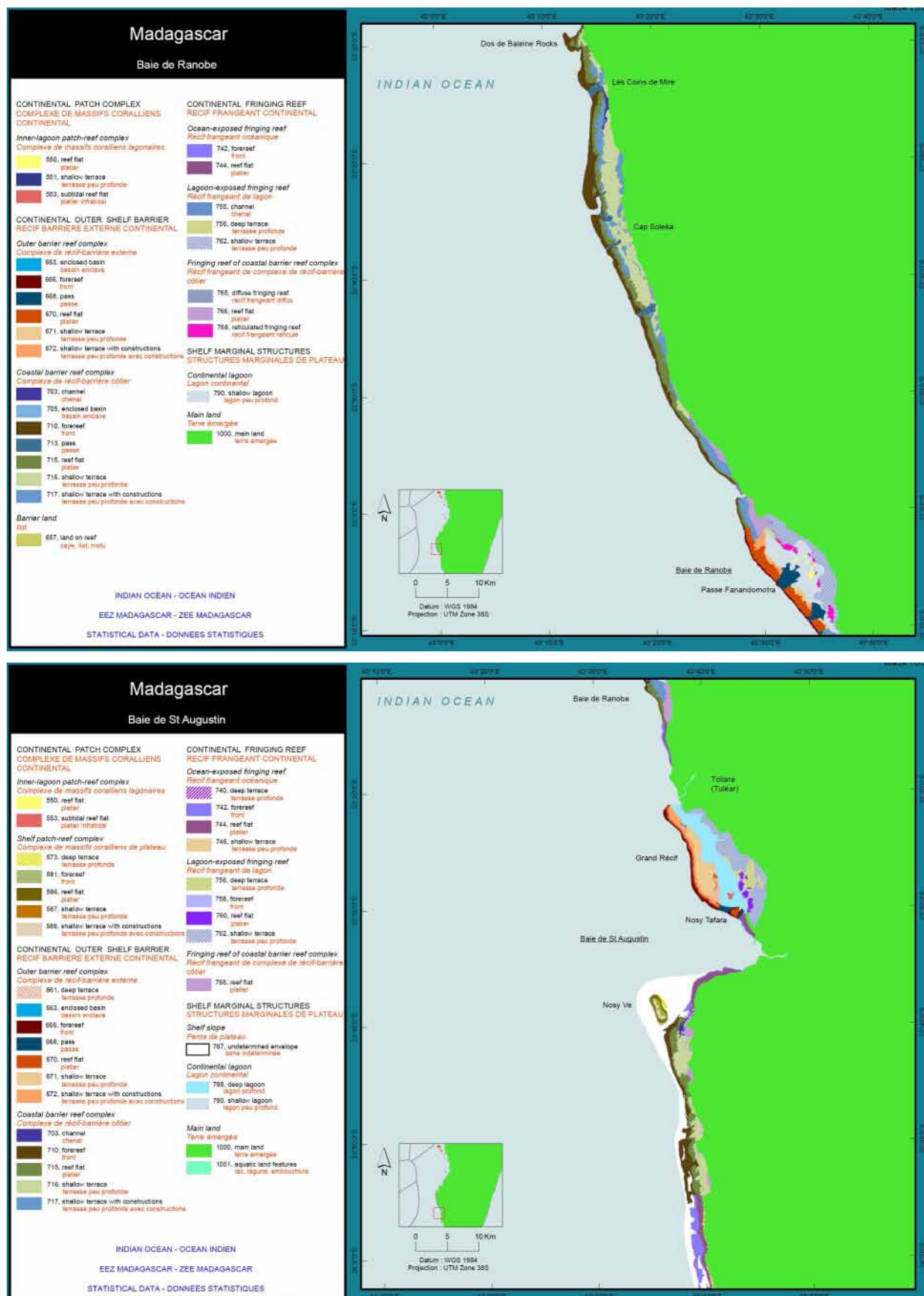


Source : Reef Doctor

Figure 2 : Localisation des réserves marines et des villages de pêcheurs concernés par la mise en réserve dans la baie de Ranobe. Sur la Figure, NTZ (No Take Zone) indique les réserves marines déjà mise en place depuis 2008.

2.1.3. Description éco-biologiques de la zone

D'un point de vue géomorphologique, les récifs coralliens situés dans les baies de Toliara et de Ranobe sont des récifs barrières externes continentaux. Ils se distinguent des récifs plus au Nord et au Sud de ces deux baies qui sont des complexes de récifs barrières côtiers (Figure 3).



Source : ATLAS Millenium Coral Reef Mapping Project

Figure 3 : Cartographie des habitats coralliens de la baie de Ranobe et de la baie de Toliara (cité comme étant baie de St Augustin dans la figure) (Andrefouët *et al.*, 2009).

Le complexe récifal de Toliara située dans **la baie de Toliara** (ayant une longueur de 20 km et une largeur variant de 3 à 10 km) est composée du Grand Récif de Toliara (GRT) qui est un récif barrière (Figure 3), de petits îlots coralliens internes, de deux passes Nord et Sud, ainsi que d'un grand lagon (Harmelin-Vivien, 1979; Andréfouët *et al.*, 2009). La biodiversité y est élevée (ONE, 2003), avec plus de 6000 espèces recensées (faune et flore). Le Grand Récif de Toliara est formé du large vers la côte d'une pente externe douce, d'un large platier récifal repartie en divers habitats récifaux (platier externe, levée détritique et platier interne), et d'une pente interne au niveau du lagon (Figure 4). Il est limité au Nord par le fleuve Fiherenana et au Sud par le fleuve Onilahy. Ces deux fleuves peuvent déverser d'importants apports terrigènes venant des bassins versants (Rakotondralambo, 2008). L'apport de ces fleuves est la principale cause de la sédimentation du lagon et influence fortement la turbidité de l'eau de mer pendant la saison de pluie, qui se situe généralement de fin décembre au mois de mars.

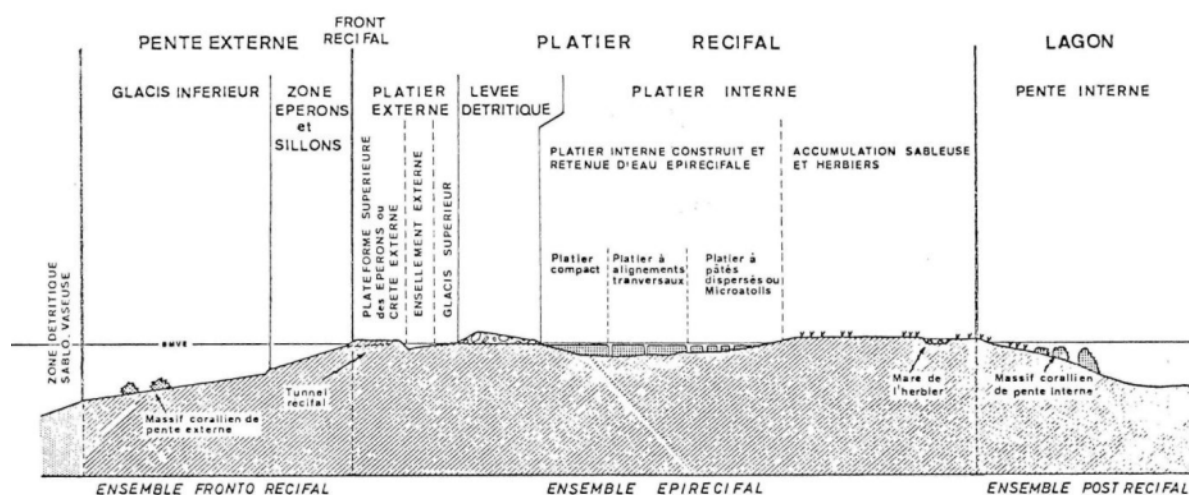
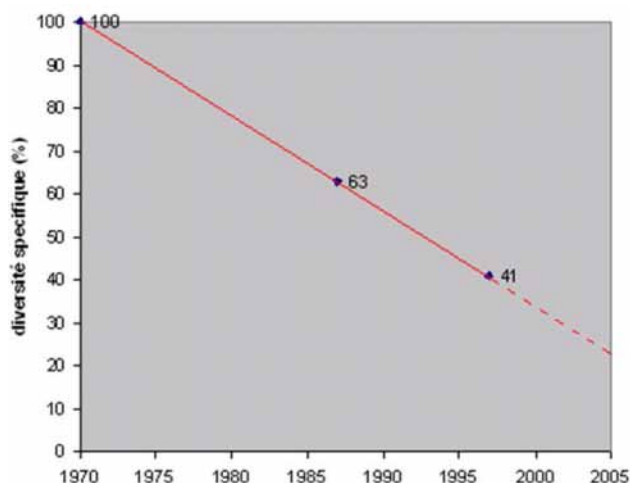


Figure 4 : Coupe montrant la répartition des habitats au niveau du Grand Récif de Toliara d'après Vasseur in (Harmelin-Vivien, 1979).

La baie de Toliara dispose d'un grand nombre de ressources vivantes. Elle se caractérise par sa grande diversité ichthyologique avec 714 espèces de poissons récifaux recensés dans la zone (Harmelin-Vivien, 1974; Harmelin-Vivien, 1977; Harmelin-Vivien, 1979; Rasoarimalala, 2001), et avec une biomasse en poisson de 1200 kg/Ha (Laroche & Ramananarivo, 1995), bien que cette dernière diminue au fil des années (Figure 5). Cette diminution de biomasse est due essentiellement à l'augmentation de la pression de pêche sur le récif (Vasseur, 1997).



Source : (Ranaivomanana, 2006)

Figure 5 : Diminution de la diversité spécifique en poissons (%) dans la baie de Toliara entre 1970 et 1995 (Pichon, 1972; Vasseur *et al.*, 1988; Rasoarimalala, 2001).

Outre les ressources ichthyologiques, il existe de nombreuses espèces de mollusques, céphalopodes, crustacées, holothuries et autres.

La baie de Ranobe, plus grande que la baie de Toliara est composée d'un récif barrière entrecoupé par deux passes, d'îlots coralliens, et d'un grand lagon bordé par quelques récifs frangeants (Figure 3). La morphologie de ces récifs barrières est similaire à celle du Grand Récif de Toliara, avec du large vers la côte une pente externe, un platier récifal et une pente interne au niveau du lagon. Il est limité au Nord par le fleuve Manombo et au Sud par le fleuve Fiherenana. Ces deux fleuves peuvent déverser d'importants apports terrigènes venant des bassins versants. L'apport de ces fleuves est la principale cause de la sédimentation du lagon et influence fortement la turbidité de l'eau de mer pendant la saison de pluie.

Moins d'études scientifiques ont été effectuées sur la faune et la flore de la baie de Ranobe. Elle se caractérise par sa grande diversité ichthyologique avec plus de 240 espèces de poissons récifaux recensés sur quelques sites (Ory, 2008). Parmi les ressources marines exploitées ; il y a les poissons récifaux et des poissons pélagiques, des céphalopodes, des mollusques et des holothuries.

2.1.4. Ressources marines et leurs exploitations

De nombreuses ressources marines sont exploitées par la pêche dans la région de Toliara (Laroche *et al.*, 1997). Dans la région, dont la baie de Toliara et la baie de Ranobe y sont incluses, la pêche est du type traditionnelle qui utilise des pirogues monoxyle à voile, divers

engins et techniques de pêche (Rejela, 1993; Angin, 2007). Parmi les engins les plus utilisés, il y a les filets maillants, les lignes, les fusils et les sennes de plage. Les femmes et les enfants pratiquent généralement la pêche à pied (Toany, 1995; Salimo, 1997). La pêche à pied se fait sur le platier récifal. Pour y aller, les femmes et enfants se déplacent souvent en pirogue en fonction de l'emplacement de ce dernier. Dans la zone, la pêche se pratique aussi bien de jour que de nuit (Figure 6).



Figure 6 : Photos montrant les pratiques de pêche (à gauche) et les engins de pêche utilisés (à droite) dans la zone d'étude.

Les poissons récifaux les plus exploités par cette pêcherie sont les Acanthuridae, les Carangidae, les Siganidae, les Engraulidae, les Caesionidae, les Lethrinidae, les Pomacentridae, les Lutjanidae, les Serranidae, les Gerreidae, les Hemiramphidae, les Labridae, les Holocentridae et les Mullidae (Brenier, 2009; Davies *et al.*, 2009). Leurs noms communs et locaux (malgache) sont donnés en annexe 5 et 8.

Les petits pélagiques comme les Clupeidae, les Carangidae, les Scombridae sont également exploités (Rakotoarinivo, 1998). Par ailleurs, de nombreux juvéniles se trouvent dans les captures de certaines pratiques de pêche.. C'est le cas des sennes de plage et des filets à petite maille qui capturent également des post-larves dont la composition, la dominance spécifique varient en fonction de la saison de pêche et de la zone. Ces derniers sont souvent vendus à faible prix ou utilisés pour l'alimentation des animaux domestiques (porcs et volailles).

Avec une biomasse en poisson estimée à 1200 kg/Ha (Laroche & Ramanananarivo, 1995), la **baie de Toliara** est considérée comme surexploitée par la pêcherie locale (Brenier, 2009). Cette surexploitation entraîne une diminution de la diversité ichtyologique, de l'abondance et de la taille de capture de pêche, ce qui pousse les pêcheurs à élargir de plus en plus leurs zones de pêche. En ce qui concerne les communautés benthiques, une augmentation du recouvrement en coraux mort et une diminution de la diversité corallienne sont observées, conséquences d'une sédimentation excessive venant des bassins versants qui contribue à la dégradation des habitats coralliens et des peuplements de poissons associés (Harris *et al.*, 2009).

Dans ce site, le taux de fréquentation des zones de pêche varie d'un lieu à l'autre. En effet, il y a quelques principales zones de pêche et des zones de pêche secondaire. Une principale zone de pêche est définie dans notre cas comme étant toute zone de pêche que les pêcheurs fréquentent souvent pour la pêche (minimum 3 fois par semaine).

La **baie de Ranobe**, quant à elle est soumise à moins de pression de pêche. Une biomasse en poissons a été estimée à 1630 kg/Ha en poisson (PROGES & IH.SM, 2007), avec une densité moyenne en poissons de 215.0 ± 21.9 individus dans un volume de 1250 m^3 (50m x 5m x 5m) en comptage par transect (Ory, 2008). Les espèces les plus exploitées dans cette zone sont les Acanthuridae, les Carangidae, les Lethrinidae, les Lutjanidae, les Scaridae et les Siganidae. On y trouve aussi des espèces de petits pélagiques comme les Scombridae, les Clupeidae (Davies *et al.*, 2009). Il existe aussi une importante exploitation des céphalopodes par la pêche à pied (poulpes) et la pêche à la ligne à la traîne (calmars). Les zones de pêche fréquentées sont

nombreuses et varient d'un village à un autre, chaque village possédant ses principales zones d'exploitation.

Les céphalopodes appartenant à l'espèce *Octopus cyanea* (poulpes), *Loligo sp* (calmars) sont parmi les ressources marines les plus exploitées par les pêcheurs du Sud Ouest malgache depuis les années 1980, suite à l'augmentation de leur valeur commerciale et à l'installation des sociétés qui collectent et exportent ces produits. De plus, leur exploitation par la pêche traditionnelle s'est amplifiée à partir des années 1990 suite à l'implantation de plusieurs sociétés dont les plus importantes sont COPEFRITO et Murex International (Bemiasa, 2009). L'augmentation de l'effort de pêche s'est fortement ressentie dans la zone, mais aussi dans la zone d'Andavadoaka, situé dans la zone de Morombe dans le Sud Ouest de Madagascar, conduisant par la suite à la mise en place du projet Velondriake sous l'initiative de l'ONG Blue Ventures, WCS et la communauté de pêcheurs locaux. Le projet cible spécifiquement les céphalopodes, surtout les poulpes.

2.1.5. Caractéristiques socio-culturelles des populations

Les populations « Vezo » sont formées par des pêcheurs localisés dans le Sud Ouest de Madagascar (Koechlin, 1975). Peu d'études anthropologiques ont été réalisées sur les caractéristiques sociales des pêcheurs « Vezo » qui constituent pourtant l'essentiel des pêcheurs rencontrés dans le Sud Ouest de Madagascar (Astuti, 1995). La plupart des documents existants ne sont que des documents descriptifs. C'est une population qui vit au jour le jour et ne connaît pas la gestion des gains au présent pour les besoins futurs, ce qui se traduit dans leurs activités de pêche du jour pour le besoin du jour. Cette philosophie de la vie les rend souvent impatients et ils ne s'approprient pas des activités qui, pour être rémunératrices, nécessitent de gros investissements dans le temps. C'est une population qui accorde aussi beaucoup d'importance à la préservation de leur liberté et qui ne pourraient pas se convertir dans une autre activité si elle n'est pas en relation avec la mer. Ce fait rend difficile leur acceptation et conversion dans une activité alternative qui ne serait pas en relation avec la mer et la pêche. Leur taux de scolarisation est généralement faible (moins de 40%) à cause de leur culture qui favorise le fait que les filles restent à la maison pour aider leur mère à s'occuper du ménage, et que les garçons partent à la pêche dès leur jeune âge. En effet, leur niveau d'instruction est limité pour la majorité à l'école primaire, les enfants recevant une éducation dans le secondaire sont donc minoritaires.

Au niveau de la société « Vezo », il existe un réseau d'alliance entre les différents clans¹⁵ des villages littoraux (Fauroux & Laroche, 1989). Le respect de ce réseau est très important et des alliances sociales, familiales (exemple le mariage) existent entre les différents clans. Le système de « Ziva » entretient les liens entre les membres du clans à travers des dettes ou des obligations comme la protection ou le soutien (Lilette, 2007; Pascal, 2008). Le Ziva est une relation de parenté fictive traduite par l'idée de parenté à plaisanterie. C'est une alliance existante entre deux clans à partir de pacte sacré de fraternité ayant été fait par les anciens ou les parents dans le temps passé. Cette alliance se transmet et doit être respecté par tout membre et descendant du clan. Ce réseau d'alliances permet aux membres d'avoir une immunité dans son village et les autres villages « Vezo » du clan tous solidaires face à un problème donné.

2.1.6. Réserves marines dans les sites d'étude

Des réserves marines de la baie de Toliara et de la baie de Ranobe ont été mises en place depuis 2008. Elles s'insèrent dans le cadre de l'activité du développement de 50 réserves marines du Projet d'Appui aux Communautés de Pêcheurs (PACP) dans la zone comprise entre Soalara à Morombe (Figure 7).

¹⁵ Les clans définissent des groupes d'individus issus d'un ancêtre commun.

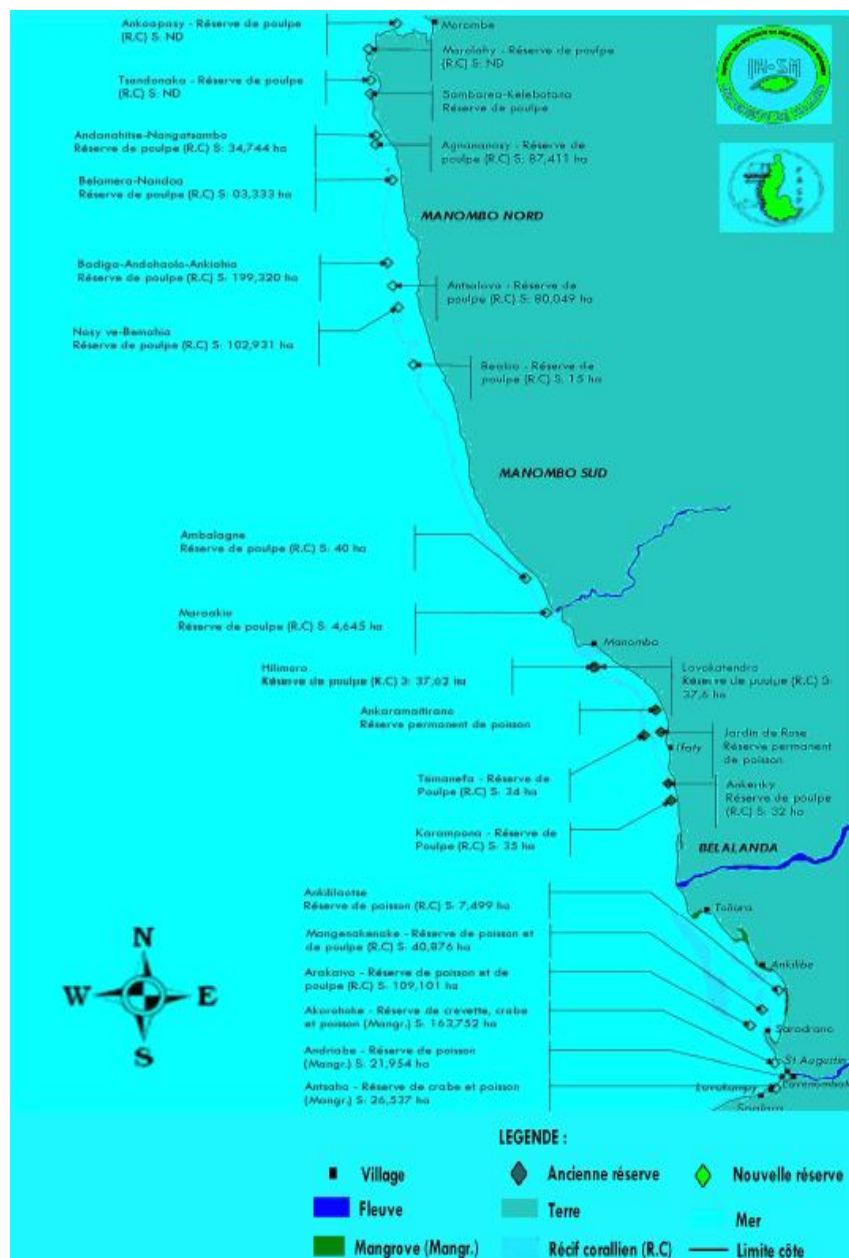


Figure 7 : Réserves marines mises en place jusqu'en 2010 dans le Sud Ouest malgache et insérées dans le cadre du PACP.

Le PACP est un projet ayant pour objectif spécifique de promouvoir un développement durable de la pêche traditionnelle maritime à travers le renforcement des organisations des bénéficiaires et des services de l'état, une gestion concertée et responsable de la ressource halieutique et un équipement adéquat des pêcheurs.

Il comprend quatre composantes : (i) renforcement des capacités ; (ii) aménagement et gestion durable des ressources halieutiques ; (iii) développement de la production ; et (iv) coordination et gestion du projet. C'est dans la deuxième composante que s'insère la mise en place des réserves marines.

Dans le cadre de la réalisation de cette dernière, le PACP travaille en étroite collaboration avec des partenaires présents sur la zone d'intervention. Parmi ces partenaires, il y a l'ONG WCS dans la baie de Toliara, et les ONGs Reef Doctor et WWF dans la baie de Ranobe. Ainsi, WCS est le responsable de la mise en place des réserves marines dans la baie de Toliara (au niveau du village de Sarodrano), et Reef Doctor dans la zone d'Ifaty. L'Etat, représenté par le service régional de la pêche et des ressources halieutiques (SRPRH) de Toliara, appuie les actions des ONGs et les initiatives locales.

La **procédure de mise en place des réserves marines** dans ces zones emprunte une démarche participative. Elle comprend plusieurs étapes afin de faciliter leur implantation et appropriation par la population locale. En effet, elle commence par des activités de sensibilisation et d'information au niveau de chaque village par les organismes partenaires comme WCS et SAGE¹⁶ dans la baie de Toliara, et Reef Doctor, SAGE et WWF dans la baie de Ranobe. Des séances de formation et de regroupement des pêcheurs suivent ensuite. Ainsi, il y a des associations de pêcheurs comme « Mitsinjo ny Hoavy » au niveau de Sarodrano et FIMIHARA dans la zone d'Ifaty. Puis, l'étape suivante consiste à la mise en place d'un voyage d'initiation et d'échange d'expériences des représentants de village pour montrer des cas concrets d'application de réserves marines. Dans le cas présent, les représentants se réunissent à Andavadoaka. Enfin la phase suivante consiste à identifier les zones qui seront mises en réserves. Il s'agit des zones de pêche dans la majorité des cas. Elle commence par l'identification par les communautés de pêcheurs des principales zones considérées comme étant riches en biodiversité et potentiellement intéressantes pour être mises en réserve. Ces dernières seront soumises à des diagnostics bio-physiques et socio-économiques pour validation scientifique par l'intermédiaire du COUT¹⁷. S'en suit un choix de zonage et de mise en réserve des zones. Les choix de la zone, du zonage et la décision sur la période, la durée de fermeture de la zone sont pris en concertation avec les communautés de pêcheurs pendant une réunion régionale, puis ces choix sont confirmés lors d'une réunion villageoise. Ces étapes sont détaillées dans la figure ci-dessous (Figure 8).

¹⁶ SAGE : Service d'Appui à la Gestion de l'Environnement.

¹⁷ COUT : Cellule des Océanographes de l'Université de Toliara.

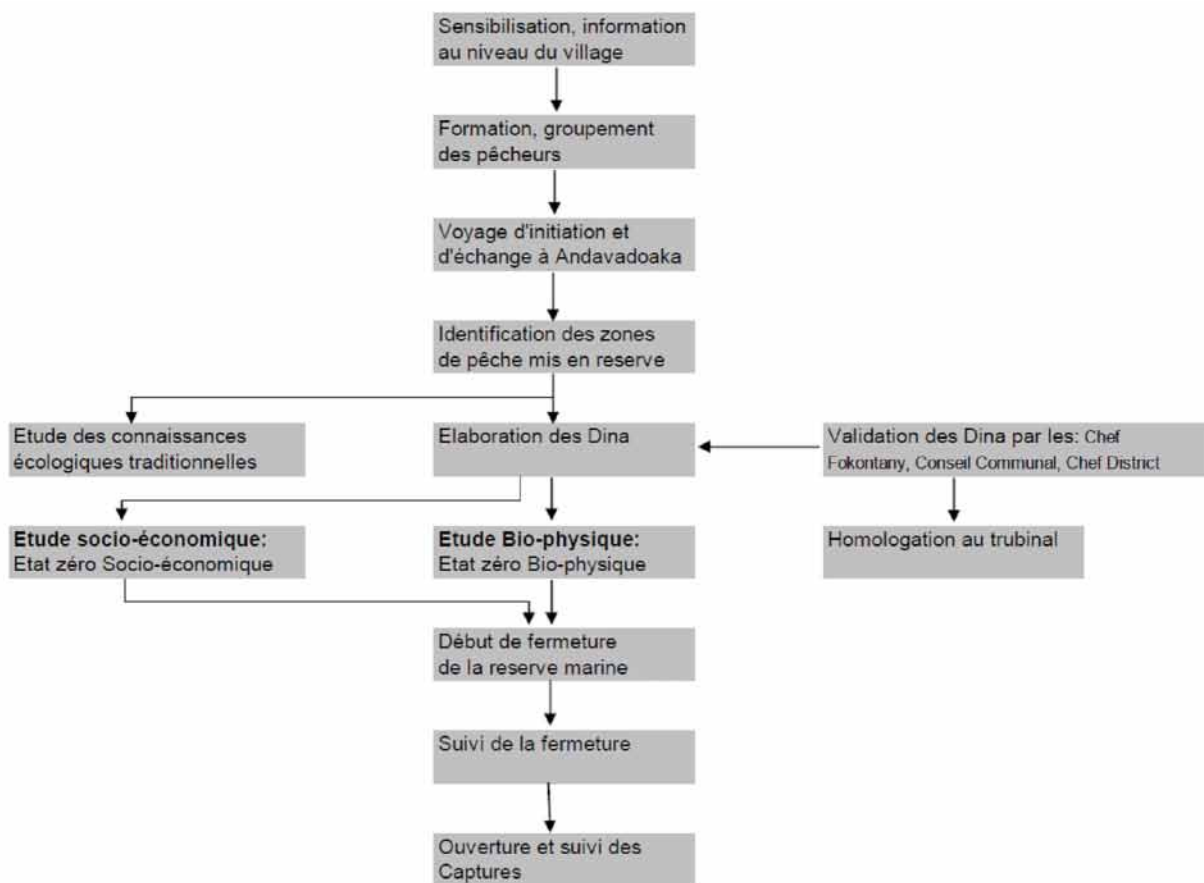


Figure 8 : Etapes de la procédure de mise en place des réserves marines de pêche du PACP.

Parmi les réserves marines installées dans la zone, on a des réserves marines permanentes (inexistantes dans la baie de Toliara lors de la période d'investigation) et des réserves marines temporaires (Figure 7). Elles se trouvent la plupart du temps en milieu récifal, mais il existe aussi des réserves incluant des mangroves. Les RMTs ont comme objectif d'améliorer la production de pêche d'une part en milieu récifal, en ciblant les céphalopodes, en particulier les poulpes (espèces à cycle court) et les poissons ; et d'autre part dans les mangroves, pour les crustacés et les poissons. Les RMTs ont été inspirées à partir de l'expérience des réserves marines d'Andavadoaka où la fermeture de la réserve de Nosy Fasy pendant 7 mois a entraîné une augmentation de la capture de poulpes durant les premiers jours de réouverture de la réserve (Thomassin, 2005).

Ces RMTs ont des durées de fermeture variant généralement de 3 à 6 mois selon les zones et villages. Elles sont gérées par un système de « Dina », élaboré en concertation avec les communautés de pêcheurs, les collecteurs, les sociétés d'exploitants, l'administration de la pêche et les autorités locales. En effet, le « Dina » est une réglementation locale mise en place par la communauté locale avec l'assistance des organismes travaillant dans la zone et les

autorités locales afin de protéger une zone bien précise contre toute infraction locale ou étrangère.

La surveillance des réserves ainsi que l'application du « Dina » ont été mises sous la responsabilité des autorités et structures locales de gestion de chaque village.

Chaque village dans la baie de Toliara et dans la baie de Ranobe, concerné par la mise en place des réserves marines, possède une ou des réserves marines sous sa responsabilité. C'est aussi le cas des villages de Sarodrano et d'Ifaty.

Sarodrano

Le village de Sarodrano est un village de pêcheurs se trouvant au Sud de la ville de Toliara (Figure 7). Il compte plus de 1600 habitants et plus de 300 ménages, dont environ 65% de l'effectif est composé essentiellement par des femmes et des enfants. Selon les autorités locales, on dénombre plus de 390 pêcheurs. La population vit exclusivement de la pêche. De par sa position géographique, Sarodrano est un village de pêcheurs isolés qui n'ont pas d'autres alternatives rentables en dehors de la pêche. Les voies de communication avec les villages voisins restent la voie maritime. La voie routière est la seconde possibilité mais elle est beaucoup moins fréquentée.

Le village possède deux RMTs dont l'une, nommée Rakaivo, se trouve en milieu récifal et l'autre, nommée Ankorohoke, est une réserve à mangrove (Figure 9). Elles sont gérées par l'association « Mitsinjo ny Hoavy » avec l'assistance du chef de Fokontany (chef quartier). La première est une réserve marine de poulpes et de poissons tandis que la seconde est une réserve de crevettes, crabes et de poissons.

La réserve marine de Rakaivo s'étend sur 109.1 Ha et constitue la principale zone de pêche des pêcheurs aux filets, à la ligne (ligne à la traîne), et une partie des pêcheurs à pied. Le substrat de la réserve est constitué de 25,7% de coraux vivants, 17,6% d'assemblage algal, 1,7% d'algues calcaires, 2% de coraux mous et 6,1% de coraux morts (COUT, 2008). On y pêche surtout des poissons benthiques et pélagiques, des céphalopodes (poulpes et calmars), et voire même des holothuries. Pour la période couvrant l'étude (2009-2010), elle a été fermée du 15 décembre 2009 au 2 avril 2010.

La réserve à mangrove d'Ankorohoke, avec une superficie de 163.7 Ha constitue la principale zone de pêche pour la senne de plage. Elle est bordée par une végétation de mangrove, formée

essentiellement d'*Avicennia marina* ainsi que d'autres espèces comme *Bruguiera gymnorhiza*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops candolleana* et *Sonneratia alba*. On y pêche surtout des juvéniles de poissons et des crustacés. Elle a été fermée du 1er décembre 2009 au 15 mars 2010.

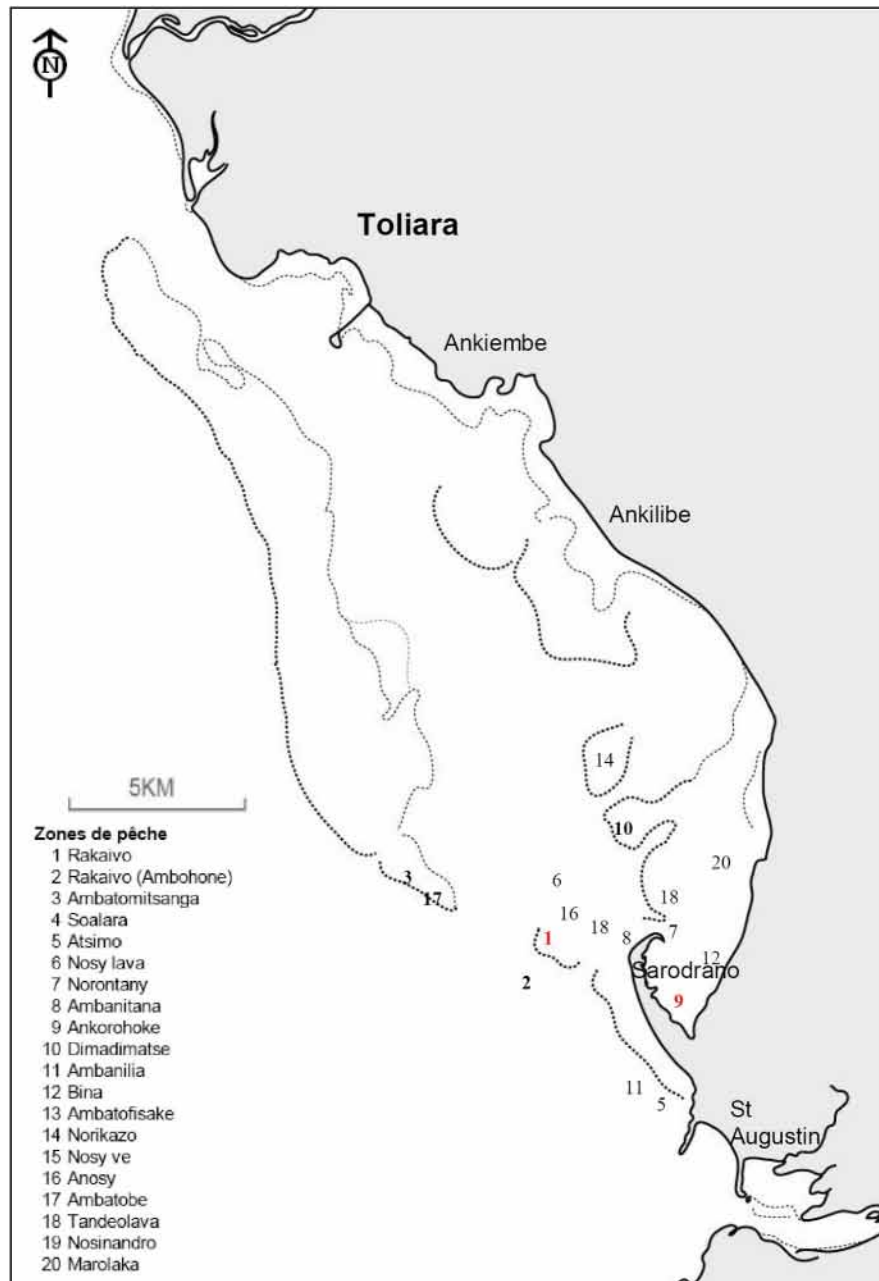


Figure 9 : Carte de zones de pêche dans la baie de Toliara fréquentées par les pêcheurs du village de Sarodrano. Les chiffres en gras indiquent les principales zones de pêche du village et les chiffres en rouge indiquent leurs RMTs.

Ifaty

Le village d’Ifaty est un village de pêcheurs se trouvant au Nord de la ville de Toliara (Figure 7). Il compte plus de 2000 habitants et plus de 600 pêcheurs qui vivent principalement de la pêche, mais aussi de l’activité de piroguier lié à l’écotourisme. En effet, Ifaty est parmi les rares villages de pêcheurs considéré aussi comme village touristique. Les voies de communication avec les villages voisins sont essentiellement la voie routière, qui est très fréquentée. La voie maritime reste aussi une autre possibilité.

Le village d’Ifaty possède une RMT sous sa responsabilité, nommée « Tsimanefa » qui se trouve en milieu récifal (Figure 10). C’est une réserve de 34 Ha, essentiellement à poulpes. Elle se trouve sur le platier récifal, caractérisée par un faible taux de couverture en corail vivant et formée essentiellement par des coraux mous. Elle constitue leur seconde zone de pêche pour les différentes pratiques de pêche exercées dans le village (filets, lignes, fusils, et pêche à pied). Durant la période d’investigation, elle a été fermée du 1er décembre 2009 au 28 février 2010. Elle est gérée par l’association FIMIHARA avec l’assistance du chef de Fokontany (chef quartier).

Certaines zones sont privilégiées pour la pêche (Figure 10). Les pêcheurs ciblent surtout des poissons benthiques, les petits pélagiques, ainsi que des céphalopodes.

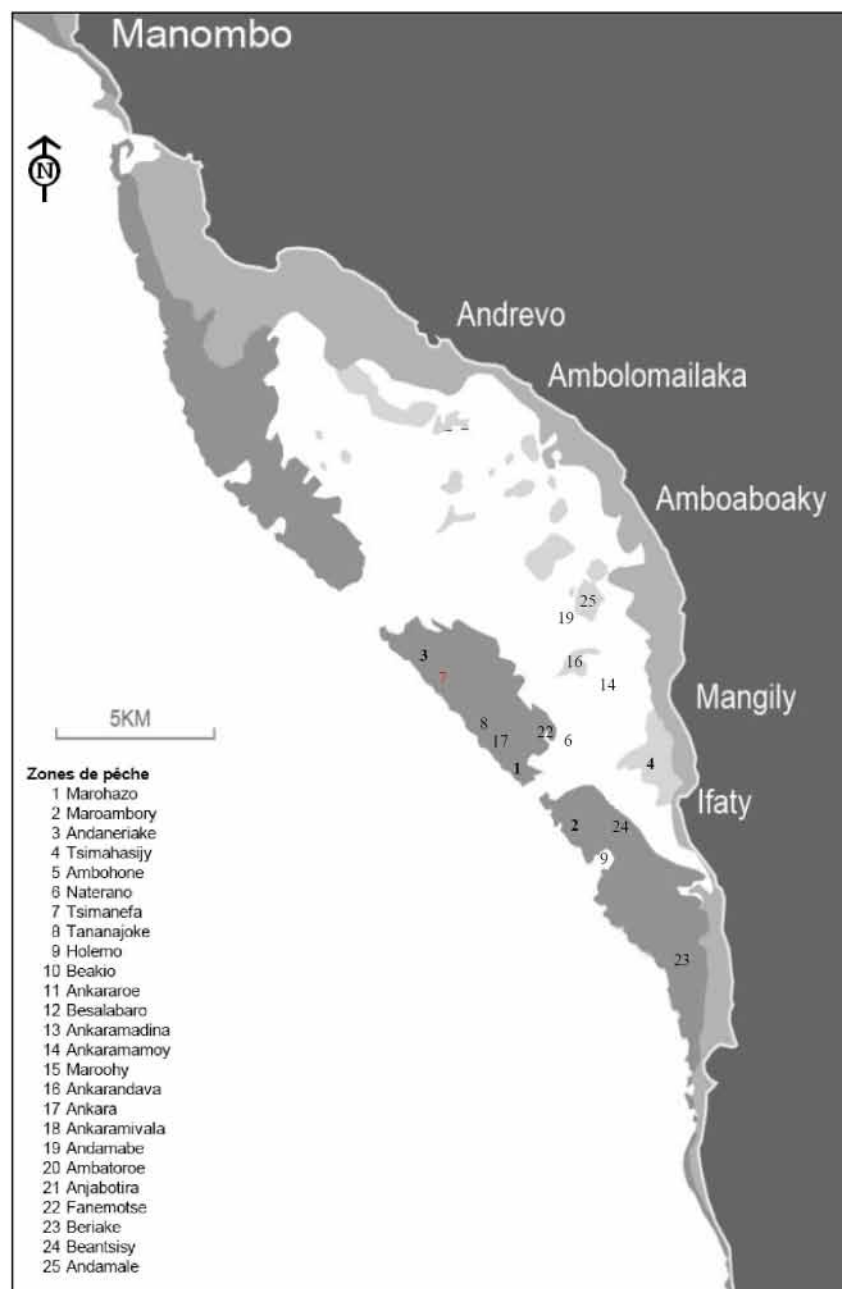


Figure 10 : Carte de zones de pêche dans la baie de Ranobe fréquentées par les pêcheurs du village d’Ifaty. Les chiffres en gras indiquent les principales zones de pêche du village d’Ifaty et le chiffre en rouge indique leur RMT.

Parmi les poissons les plus pêchés, il y a *Spratelloides delicatulus*, *Etrumeus micropus*, *Abudefduf sp*, *Siganus sp*, *Acanthurus sp*, *Leptoscarus vaigiensis* et *Lethrinus lentjan* (Davies et al., 2009). Parmi les petits pélagiques, il y a *Herklotsichtys quadrimaculatus*, *Dussumieria elopsoides*.

2.2. Approche utilisée pour la collecte et l'analyse des données

La collecte de données a été réalisée en trois étapes, la chronologie de leur réalisation est décrite dans la Figure 11. Trois étapes principales ont marqué la réalisation de cette thèse :

- (i) une expérimentation de capture de post-larves de poissons pour quantifier l'arrivée des larves sur le récif et voir la faisabilité de la PCC ;
- (ii) des séries d'enquêtes de perception au niveau des pêcheurs locaux sur nos deux sites d'étude afin d'avoir la perception des pêcheurs sur différents thèmes relatifs aux réserves marines et sur l'acceptabilité de la PCC ;
- (iii) des suivis des activités de pêche ainsi que de leur consommation afin de les confronter avec les données de perception obtenues relatives aux réserves marines de la deuxième étape.

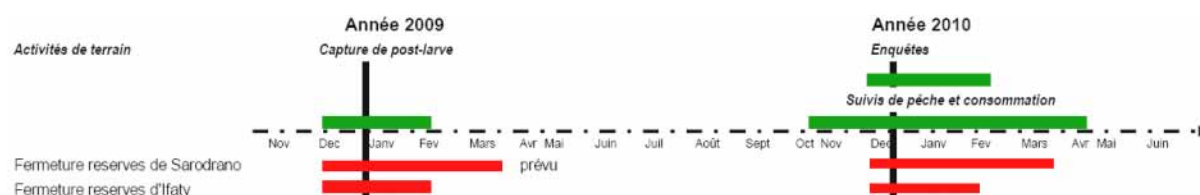


Figure 11 : Chronologie de réalisation des activités et les périodes de fermeture des réserves marines au niveau des villages de Sarodrano et d'Ifaty (Sud Ouest Madagascar).

2.2.1. Perceptions et comportements des pêcheurs

Démarche suivie

Une série d'enquêtes sur chacun de nos sites d'étude avait pour objectif d'identifier différentes perceptions des pêcheurs notamment sur des questions relatives à l'impact des RMTs sur l'environnement, sur l'abondance des captures (poissons, céphalopodes) et sur la modification de lieux de concentration de pêche.

Ces enquêtes ont été suivies en parallèle par des suivis de comportement des pêcheurs, de leurs pratiques de pêche et de leur consommation au niveau de chaque site. L'abondance des captures en poissons et céphalopodes (poulpes, calmars), leur consommation, et la fréquentation des lieux de pêche ont été comparées avec les perceptions des pêcheurs (Figure 12).

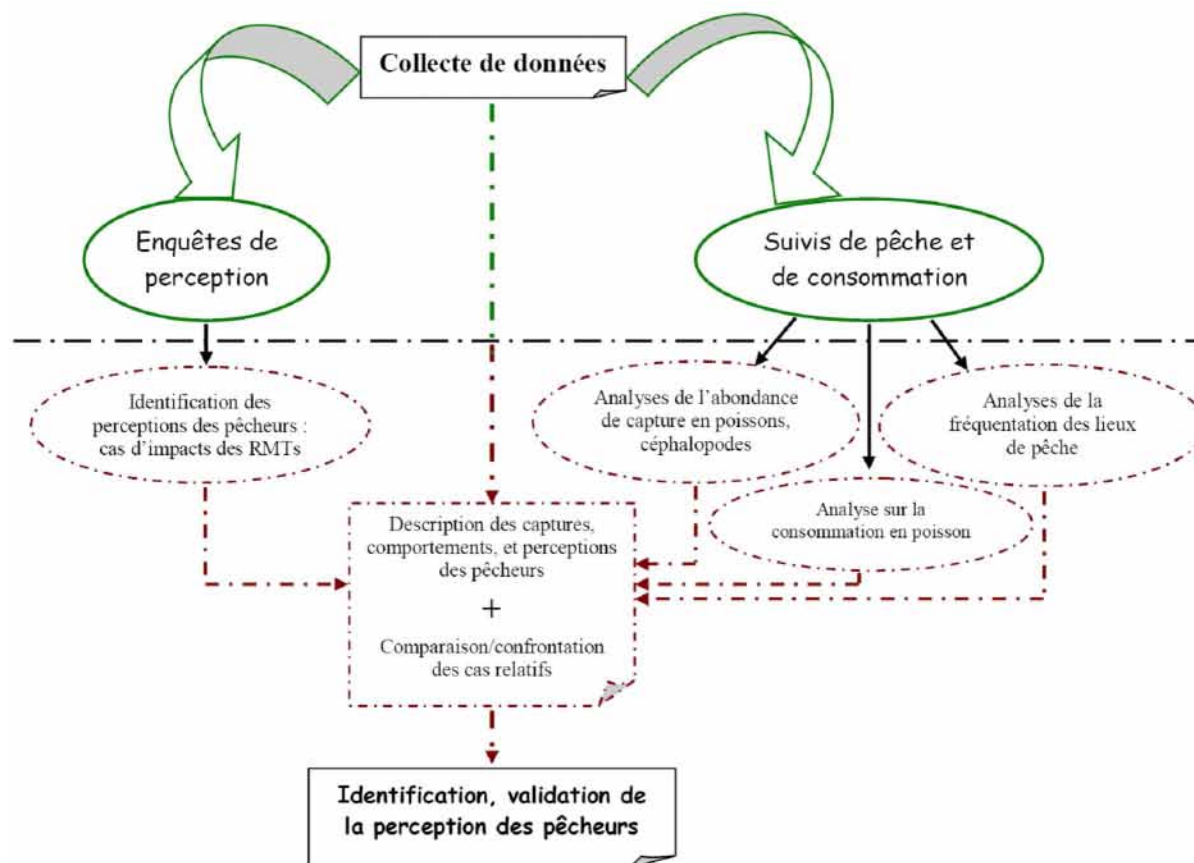


Figure 12 : Schématisation de la démarche suivie.

Méthodes d'échantillonnage utilisées

Enquêtes de perception

Une série d'enquêtes de perception individuelle a été réalisée dans les villages de Sarodrano et d'Ifaty de décembre 2009 à mars 2010. Elles ont été conduites d'une manière semi-directive au niveau des pêcheurs des deux villages et guidées par une fiche d'enquête. Le langage « Vezo » a été utilisé lors de l'enquête. Elles ont été réalisées tous les après-midis pendant les périodes de repos des pêcheurs et en présence d'un pêcheur scolarisé de niveau secondaire pour nous aider dans l'explication des questions posées ainsi que des réponses des pêcheurs en cas de difficultés dans la compréhension.

La **fiche d'enquête** comporte plusieurs parties (annexe 1). Elles peuvent être regroupées par questions relatives à des informations générales, des thèmes liés aux réserves marines et des thèmes liés à l'acceptabilité de la méthode de Post-larve Capture et Culture (PCC) qui seront détaillés ci-dessous comme l'indique le dictionnaire des données (annexe 2).

Les **thèmes relatifs aux réserves marines** comportent des questions en relation avec :

- (i) les idées acquises (perception) sur les réserves marines,
- (ii) l'importance des zones mises en réserves pour la pêche locale,
- (iii) la définition d'une réserve pour les pêcheurs,
- (iv) l'importance/nécessité de l'existence d'une alternative à la pêche,
- (v) le niveau de participation, d'acceptabilité, de satisfaction sur les réserves marines temporaires,
- (vi) l'appréhension des changements socio-écologiques potentiels observés par les pêcheurs et liée aux réserves marines temporaires (sauf ceux qui sont liés aux habitats),
- (vii) les relations sociales vis-à-vis de l'utilisation de l'espace durant la mise en réserve.

Les **thèmes liés à l'acceptabilité de la PCC** concernent la capture des post-larves et de leur culture/élevage dans une optique d'activité rémunératrice pour les pêcheurs (annexe 1 et 2).

L'échantillonnage a été stratifié par technique de pêche afin d'avoir une représentativité de la perception des usagers de chaque technique de pêche dans la structure de l'échantillon final, et donc de la perception de l'ensemble des pêcheurs du village. L'échantillon a été réalisé en tenant en compte de la répartition spatiale des différents groupes ethniques « Vezo » dans le village dans la mesure où souvent chaque groupe est reconnu dans le village comme étant l'utilisateur d'une technique de pêche spécifique. L'échantillon cible les hommes et les femmes ayant plus de 20 ans, et pratiquant la pêche comme principale activité rémunératrice.

L'objectif consiste à avoir un échantillon représentatif de l'ensemble des types de pêcheurs présents sur les sites. Ceci afin d'avoir une réponse représentative sur la perception des pêcheurs concernant l'impact potentiel des réserves marines de pêche temporaire sur le domaine socio-écologique de la zone d'étude. Cela nous permet d'analyser par la même occasion l'acceptabilité des réserves marines pour les pêcheurs.

Suivi de capture de pêche et de leur consommation

Afin de confronter les perceptions obtenues lors des enquêtes et d'analyser les comportements des pêcheurs face à la fermeture des RMTs, un suivi des activités de pêche ainsi que de la consommation et de la vente des produits issus de la pêche a été réalisé en parallèle dans les deux villages étudiés, du mois d'octobre 2009 à avril 2010. Le suivi a été conduit de manière à

couvrir une période d'ouverture, de fermeture et de réouverture des RMTs. La période de fermeture s'est étalée de décembre 2009 à mars 2010 lors de l'étude (Figure 11).

Le suivi a été effectué par trois femmes de pêcheur dans chacun des villages qui ont rempli chaque jour, dans la mesure du possible, 3 à 6 fiches correspondant chacune à une sortie de pêche. Les femmes de pêcheur ont été choisies car elles restent sur la plage en attendant le retour de leur mari de la pêche. Elles s'occupent de la gestion des produits de pêche, de leur vente et de la sélection des produits pour la consommation. Elles passent du temps à discuter sur la plage, et parmi les nombreux sujets de discussion, elles sont à l'écoute des prises de pêche de leurs voisins. Ainsi, elles sont les mieux placées pour avoir un accès aux informations de capture et de consommation de pêche.

Un protocole de suivi a été élaboré en concertation avec les femmes de pêcheurs. Leurs connaissances sur les noms locaux des poissons ont été testées dans un premier temps, puis elles ont été initiées à l'échantillonnage et au remplissage des fiches de suivi afin d'assurer le bon déroulement de l'activité de suivi. L'échantillonnage se fait de manière aléatoire en fonction des retours de pêche.

La fiche de suivi (annexe 3) comporte essentiellement trois parties comme l'indique le dictionnaire de données (annexe 4) :

- (i) des informations générales sur l'activité de pêche du jour : date, estimation de l'heure de départ et d'arrivée, nom du pêcheur, lieu de pêche, nombre de pêcheurs à bord de la pirogue lors de la pêche et les matériels utilisés ;
- (ii) la capture de pêche en poissons, en poulpes et en calmars : les espèces capturées et leur abondance en nombre d'individus pour chaque espèce de poisson et le poids de la capture en kg pour les céphalopodes (poulpes et calmars) ;
- (iii) la vente et la partie pour la consommation pour les poissons et les céphalopodes : la quantité totale vendue et les espèces consommées avec le nombre d'individus pour chaque espèce de poissons et le poids vendu et consommé pour les céphalopodes. Une information sur les prix des ventes et l'équivalent des prix relatifs de la partie consommée ont été également demandés (voir fiche de suivi, annexe 3) afin de voir l'accessibilité à ce type d'informations à partir de cette méthode.

2.2.2. Identification d'indicateurs de perception et estimation des indices

Le choix et l'identification d'un indicateur dépend de l'effet attendu de l'AMP, et est fonction de variables retenues en fonction de leur pertinence et efficacité pour répondre aux objectifs de l'étude. Ces approches sont maintenant bien développées dans le domaine bio-écologique, dont on trouvera une revue pour les milieux coralliens dans (Clua *et al.*, 2005; Pelletier *et al.*, 2005). Par contre dans le domaine socio-économique, cet aspect est encore peu développé quoique la perception, le comportement, et les relations entre les parties prenantes aient été proposés comme indicateurs sociaux (Pelletier *et al.*, 2005). Ainsi, dans notre étude, ces derniers ont été identifiés en prenant en compte les objectifs de la mise en place des RMTs qui visent l'amélioration de la production de la pêche, ainsi que les résultats de la perception des pêcheurs sur cette dernière.

Dans ce travail, un indicateur est défini comme un moyen de mesure formé par une simple variable mais dont les fluctuations représentent celles d'un système plus global (Claudet, 2006). C'est un moyen de chiffrage qui fournit une échelle sur laquelle une performance peut être mesurée, conformément à un critère d'appréciation bien défini.

Dans notre cas, ces indicateurs sont définis sur la base des variables de perception traduisant des effets socio-économiques et biologiques, lesquels se basent donc sur l'observation des usagers (pêcheurs) et en exploitent leur expérience/connaissance au travers de leurs perceptions.

Le chiffrage de ces indicateurs nous conduit à mettre en place un système de calcul d'indice permettant d'apprécier la dynamique spatio-temporelle de chaque indicateur identifié. En effet, chaque indicateur est composé d'un variable de perception. La combinaison de plusieurs indicateurs nous conduit à un indicateur composite (Zhou *et al.*, 2010), dont son chiffrage nous conduit au calcul d'indice. Elle est traduite par la formule ci-dessous :

$$I_i : [\Sigma (V_i)]/j$$

I_i : l'indice de perception d'un thème déterminé

V_i : la valeur de l'indicateur calculé à partir d'une variable de perception i

j : le nombre des variables considérés ou composant l'indice

Chaque variable a été estimée en considérant chaque réponse positive comme équivalent à +1 (Oui=+1) et chaque réponse négative comme équivalent à -1 (Non=-1). Les personnes qui

n'arrivent pas à se positionner ou qui n'ont pas répondues ont une variable codée à 0 (Ne sais pas=0). La moyenne de la somme des réponses obtenues donne la valeur de la variable V_i . Soit, la formule ci-dessous :

$$V_i : [\sum (n_{i1} \times 1 + n_{i2} \times -1)] / N$$

V_i : la valeur de l'indicateur de la variable de perception i

n_{i1} : le nombre de personnes ayant répondu d'une manière positive (Oui) à la question posée

n_{i2} : le nombre de personnes ayant répondu d'une manière négative (Non) à la question posée

N : le nombre total de personnes enquêtées

2.2.3. Faisabilité de la PCC et potentialité en post-larves de la zone

Pour pouvoir faire de la PCC dans la zone, un minimum de critères doit être présent dans la zone : parmi ceci l'existence d'une main d'œuvre qualifiée, le minimum d'infrastructure pour les manipulations (identification, tri et élevage), et une ressource suffisante en post-larves.

Les deux premiers critères sont vérifiés par la présence des pêcheurs et de l'infrastructure de Belaza (situé au Nord Est du village de Sarodrano) et par l'existence de l'écloserie de l'Aqualab de l'IH.SM. Concernant le dernier critère, il nécessite une exploration expérimentale en capture de post-larve dans la zone. Ceci nous a conduit à mettre en place une méthode de capture de post-larve **dans la baie de Toliara**.

Capture des post-larves (PCC)

Avant d'aborder la présentation de cette expérimentation de capture en post-larve, il est important de définir **ce que c'est une post-larve**.

Pour pouvoir définir avec précision une post-larve, revenons au cycle de vie des poissons récifaux (Figure 13). Il a été décrit par de nombreux auteurs (Lecchini & Galzin, 2003; Lecaillon & Lourié, 2007). La plupart des poissons récifaux ont un cycle de vie à deux phases, une phase benthique et pélagique (Irisson *et al.*, 2004). Dans la phase benthique, les phases adultes et juvéniles se trouvent associées au milieu récifal. Puis, les œufs pondus par les adultes vont entamer la phase pélagique du cycle de vie des poissons récifaux. Durant cette phase, les œufs puis les larves petites et transparentes flottent dans l'océan, faisant partie intégrante du plancton. La durée de cette phase varie en fonction des familles, allant d'une semaine comme chez certaines espèces de Pomacentridae (Sale, 1991) à plus de 64 semaines chez certains

Diodontidae (Sale, 2002). La durée des étapes larvaires peut également être influencée par des paramètres environnementaux (Jones 1987). La phase planctonique se termine quand les larves se métamorphosent et rejoignent le récif corallien devenant ainsi des juvéniles benthiques (Armsworth, 2000; Durville *et al.*, 2003). Après la métamorphose, les larves atteignent **l'étape de post-larve**. Ainsi, les post-larves sont le dernier stade larvaire avant la dernière métamorphose de la colonisation : elles ont une morphologie assez similaire de celles des parents mais pas encore leur coloration.

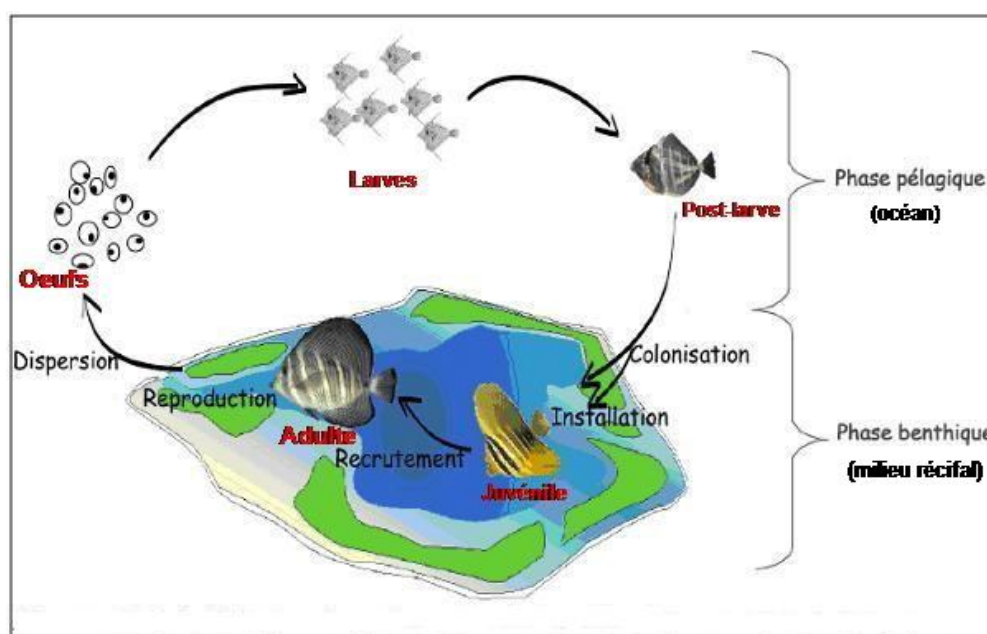


Figure 13 : Cycle de vie des poissons récifaux.

Présentation de la méthode et période de capture

Une première expérience de capture a été réalisée de décembre 2008 à février 2009 dans la baie de Toliara, période qui correspond à la saison chaude dans la zone (Lavitra *et al.*, 2006). Elle a été réalisée avec des pêcheurs locaux qui ont été initiés à l'usage des pièges lumineux pour la capture des post-larves. La baie de Toliara a été choisie pour la présence d'infrastructures de Belaza et de l'Aqualab, et de la présence des RMTs dans cette zone.

La capture a été effectuée successivement au niveau des villages de Sarodrano et d'Ankiembe, sur des sites de capture se trouvant principalement au niveau de la pente externe (Figure 14). Le choix des sites a été réalisé en tenant compte de la visibilité de l'eau de mer, de la profondeur (avec un minimum de 10 m de profondeur), et de leur importance pour la pêche locale.

Les captures ont été réalisées autour des périodes de nouvelle lune, l'intensité de la colonisation étant reconnue comme maximale durant cette période (Milicich & Doherty, 1994; Rauby, 2006; Sponaugle *et al.*, 2006) favorisant ainsi la pêche par les pièges lumineux.

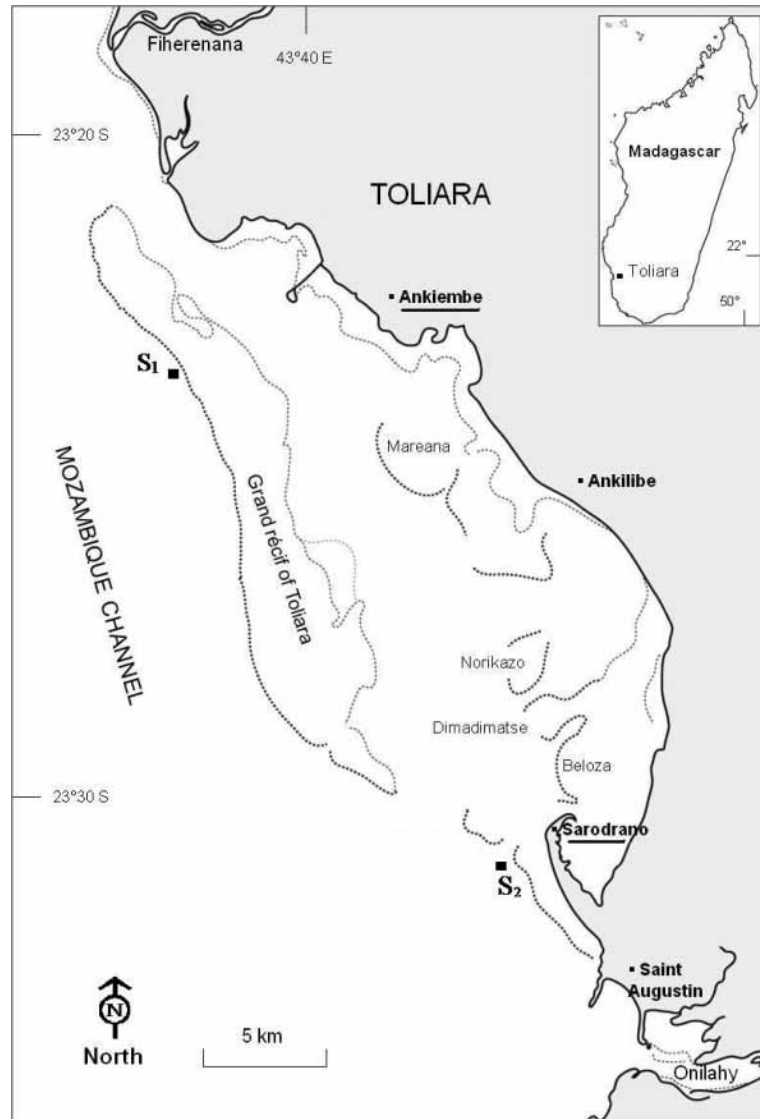


Figure 14 : Localisation des sites de capture : Ankolatse (S₁) pour le village d'Ankiembe et Rakaivo (S₂) pour le village de Sarodrano.

L'engin de capture utilisé

Le CARE (Collect by Artificial Reef Eco-friendly, Figure 15), piège lumineux, a été utilisé comme outil de capture (Lecaillon, 2004).

Le terme Eco-friendly vient du fait que durant la première semaine d'arrivée des post-larves de l'océan sur le milieu récifal (colonisation) ainsi que lors des premiers stades de vie benthique dans ce milieu, plus de 90% des individus meurent sous l'effet de la prédation, des facteurs naturels et autres (Planes & Lecaillon, 2001; Planes *et al.*, 2002; Doherty *et al.*, 2004). Ainsi,

leur capture avec l'outil avant cette phase de forte mortalité présente un minimum d'impact aussi bien sur les populations *in situ* que sur l'environnement (Bell *et al.*, 1999; Hair & Doherty, 2003; Lecaillon, 2004; Maamaatuaiahutapu *et al.*, 2006).

Cet outil est bien adapté au contexte de surexploitation de la zone d'étude et notre objectif dans ce travail consiste à quantifier la colonisation larvaire dans la zone. Il constitue un outil de capture efficace pour l'étude des PL et de leur colonisation en milieu récifal (Doherty, 1987). Durant les nuits de capture, les pêcheurs se déplaçant en pirogue à voile ont fixés les CAREs à une bouée en fin de journée puis les ont enlevés à l'aube pour la collecte de post-larves. Un pneu cimenté posé sur le fond et relié à la surface par une bouée ont permis la fixation des pièges lumineux (Figure 15). Le CARE fonctionne comme un récif artificiel éclairé attirant les post-larves à la recherche d'un habitat benthique ou d'un refuge. Il est composé d'un filet en forme de cône menant à un collecteur. Les post-larves pénètrent dans ce système afin de pouvoir échapper à la prédation et ne peuvent plus en ressortir. Durant la nuit, les post-larves piégées descendent pour se regrouper dans le collecteur.

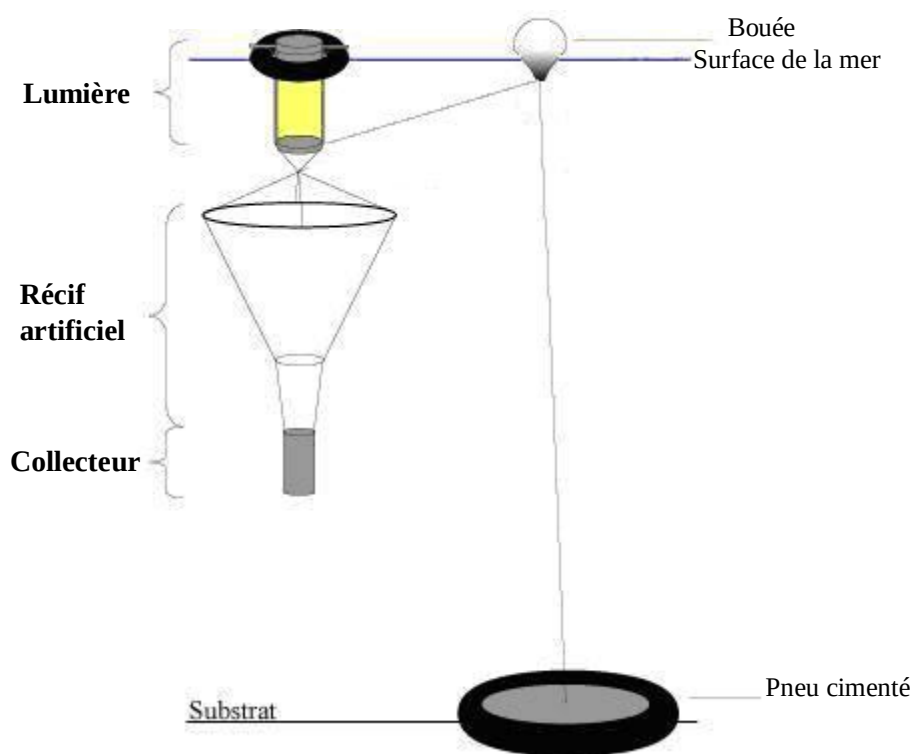


Figure 15 : Schéma d'un CARE (piège lumineux) et de sa fixation en mer.

Les post-larves capturées ont été collectées à l'aube, puis triées et identifiées au laboratoire humide de l'IH.SM. Le tri et l'identification ont été réalisés avec l'aide de quelques guides et ouvrage disponibles (Lieske & Myers, 1994; Maamaatuaiahutapu *et al.*, 2006; Taquet &

Diringer, 2007). Des photos ont été également prises pour validation auprès des experts si des doutes existaient sur certains spécimens.

Les données collectées lors de la capture de post larve

Parmi des données collectées et enregistrées lors de l'expérimentation, il y a le jour de pêche, le nombre de CAREs utilisés lors de la nuit de pêche, le lieu de pêche, les familles capturées ainsi que leur nombre respectif d'individus, et les espèces identifiées.

Des données environnementales en rapport avec la période de capture ont été également récoltées. Il s'agit de la turbidité de l'eau (qui correspond à la visibilité du CARE dans l'eau de mer), de la température de l'eau de surface (SST), et du niveau de la houle. Ils ont été signalés comme étant parmi les principaux facteurs influençant l'arrivée des post-larves en milieu récifal (Carassou *et al.*, 2008).

La turbidité a été obtenue via la visibilité du CARE dans l'eau lors de la nuit de capture par les pêcheurs, tandis que la SST et le niveau de la houle ont été obtenue respectivement à partir des données satellitaires (www.seasnet.org; www.aviso.oceanobs.com).

Potentialité d'appropriation de la PCC

Le PCC comprend 3 étapes : la première est la capture des post-larves, la seconde est le tri et l'élevage des post-larves collectées, et la troisième étape est la valorisation des post-larves. Une étude sur la potentialité d'appropriation de la PCC (capture, tri, élevage) par les pêcheurs a été réalisée à travers une analyse des réponses obtenues dans la fiche d'enquête de perception relative à la PCC tout en prenant en compte les caractéristiques socioculturelles des populations « Vezo ».

2.3. Analyses des données

En prenant en compte les objectifs et les types de données de l'étude, différentes méthodes d'analyse ont été utilisées ; soit univariées, bivariées ou multivariées.

2.3.1. Analyses univariées et bivariées

Les méthodes unis et bivarirées sont basées sur les moyennes, les fréquences et les écarts types observés de chacune des variables et permettent de dégager les **grandes tendances des**

observations. Elles ont été réalisées en appliquant un tri via un tableau croisé dynamique de chaque variable sur un fichier Excel.

L'analyse de variance factorielle (ANOVA) est une méthode d'analyse adaptée aux variables quantitatives pour tester l'effet de variables qualitatives. Elle consiste à voir la significativité des différences des moyennes d'un variable en fonction d'un ou plusieurs facteurs et de déterminer les facteurs qui influencent le plus cette variable quantitative et de tester leur interaction.

2.3.2. Analyses multivariées

En fonction du type de données, l'analyse de données est basée sur une analyse en correspondances multiples (ACM) ou sur une analyse en composante principale (ACP) afin de voir les relations existantes entre plusieurs variables.

L'Analyse en Correspondance Multiple (ACM) est une méthode d'analyse appliquée pour l'étude des relations entre plusieurs variables qualitatives (nominales). Elle consiste à étudier la variabilité des données et la relation des modalités de chaque variable les unes par rapport aux autres. Ainsi, il sera établi des typologies des observations en fonction des variables considérées.

L'ACM peut être faite tout en prenant en compte des variables supplémentaires et en se basant sur le nuage des individus ou celui des modalités des variables, projetés dans un plan factoriel. L'interprétation du plan factoriel se base sur la position des centres d'inertie de chaque modalité de chaque variable les unes par rapport aux autres, ainsi que de sur leur contribution aux axes (Lebart *et al.*, 1995). La significativité des relations entre les variables est pris en considération sur la base d'un test associé comme le test de Chi-2.

L'Analyse en Composante Principale (ACP) est une méthode d'analyse appliquée au niveau des études de relations entre plusieurs variables quantitatives. Elle consiste à compresser, expliquer la variabilité des données et de la présenter sous une forme simple rendant interprétable la corrélation entre les variables. Ainsi, le plan factoriel obtenu montre la projection de la corrélation de chaque variable les unes par rapport aux autres.

Son interprétation est basée sur la significativité des corrélations entre les variables sur la base d'un test de corrélation associé (test de corrélation de Pearson).

2.3.3. Application des méthodes d'analyses

Données des enquêtes de perception

Les données d'enquête de perception (cf fiche d'enquête de l'annexe 1) ont été saisies et enregistrées sous le logiciel « Sphinx », puis recodées pour homogénéiser le plus possible les réponses.

Des analyses descriptives ont été effectuées pour caractériser chaque variable. Puis des analyses en correspondances multiples (ACM) appuyées par des tests de Chi-2 ont été réalisées pour faire ressortir la perception des différents types de pêcheurs des deux villages sur l'impact des réserves marines temporaires de pêche et voir la relation entre les variables qualitatives.

Elles ont été réalisées avec le logiciel R et le logiciel STATISTICA afin de pouvoir présenter une figure simple facilement compréhensible pour le lecteur. Le seuil de significativité du test de Chi-2 est fixé à 95% ($\alpha = 0,05$).

Données des activités de suivi

Les informations de pêche, de capture, de vente et de consommation des produits issus de la pêche contenues dans les fiches de suivi (annexe 3) ont été saisies sous Sphinx, logiciel adapté à la saisie des questionnaires mais également aux autres types de données tels que les données textuelles, dont un des intérêts est de fournir un masque de saisie permettant de minimiser les biais liés aux erreurs de saisie.

Les données ont été par la suite exportées sous Excel pour être prétraitées, nettoyées, et importées dans le logiciel statistique STATISTICA pour être analysées. Les données relatives aux juvéniles de poissons et aux petits pélagiques ont été exclues des analyses pour minimiser les biais d'interprétation dues à leurs fortes variabilités.

Des **analyses descriptives** de chaque variable étudiée ont été effectuées dans un premier temps afin de les caractériser du point de vue de la structure de la capture (familles capturées), la fréquentation des lieux de pêche et la structure de la consommation (familles consommées) via un tableau croisé dynamique réalisé sous Excel, afin de caractériser leurs tendances.

Des **ANOVA factoriels** ont été réalisées afin de (i) voir la significativité des différences de moyennes de la capture en poisson, des poulpes, des calmars entre diverses périodes et statuts des réserves marines temporaires ; et (ii) de déterminer l'influence de chaque facteur considéré

sur ses variations en analysant leur effet et interaction par rapport à la variation des variables étudiées.

Les facteurs pouvant influencés ces captures sont : la saison avec 2 modalités : la saison chaude et l'intersaison¹⁸ et le statut des réserves avec 2 modalités : l'ouverture et la fermeture des zones de pêche.

L'analyse des relations entre capture et consommation est réalisée par une **Analyse en Composante Principale (ACP)** basée sur le nombre d'espèces capturées, la CPUE en poissons, le nombre d'espèces consommées, et la quantité de poisson consommé au niveau de chaque village. Ceci a été associé à un test de corrélation.

Données des captures larvaires et données environnementaux

Les post-larves identifiées et quantifiées, ainsi que les données complémentaires (mentionnées ci-dessus), de chaque nuit de pêche ont été enregistrées journalièrement dans une matrice de données sous un fichier Excel. Les données satellitaires (SST, houle) ont été extraites à partir des images satellites prises sur la zone et mise dans une autre matrice de données.

Les deux types de données ont été par la suite synthétisés dans une seule matrice de données sous Excel afin de pouvoir les traiter et les analyser. Le logiciel de traitement de données utilisé a été XLSTAT en raison de la disponibilité de ce logiciel gratuit sur internet, et du non disponibilité des autres logiciels lors de la période d'analyse de ces données.

Les prétraitements sur les données satellitaires (SST, houle) sont détaillés dans l'article en annexe sur les captures des post-larves dans la baie de Toliara.

Des **analyses descriptives** des données de capture (nombre de post-larves capturées, nombre de familles capturées) par site et par cycle lunaire ont été réalisées afin de caractériser le flux (abondance et diversité) larvaire ainsi que leur variabilité temporaire dans la baie de Toliara durant la période d'échantillonnage. Les captures ont été calculées par unité d'effort, soit en nombre de PL/CARE/nuit. L'abondance de chaque famille a été calculée et estimée respectivement durant l'expérimentation et par cycle lunaire.

¹⁸ A Madagascar, il n'y a que deux saisons : une saison chaude et une saison froide. Mais pour le besoin de l'analyse, l'intersaison a été mise en place pour la rendre plus sensible. En effet, l'intersaison est ici définie la période à partir du quelle une diminution ou une hausse de la température est enregistrée, nous faisant ainsi passer par la suite d'une saison à une autre. Elle est définie à partir du mois de février, mars, avril dans notre cas. Ceci en se basant sur les variations des températures de surfaces de l'eau de mer noté par Lavitra *et al.* (2006).

Puis, le calcul de la moyenne et de l'écart type des variables environnementales telles que la température de surface de l'eau de mer (SST), le niveau de la houle, la turbidité a été également réalisé afin de décrire ces variables par cycle lunaire¹⁹.

Afin d'explorer les causes pouvant expliquer la variation temporelle des captures, une analyse des relations entre capture (abondance, diversité) et les paramètres environnementaux considérés dans la présente étude, une **Analyse en Correspondance Principale (ACP)** a été réalisée afin de dégager les corrélations entre ces variables quantitatives. Cette dernière a été associée à un **test de corrélation de Pearson** afin de voir la significativité de la corrélation de chaque variable les unes par rapport aux autres.

La même démarche a été effectuée entre les familles de poissons dominantes et ayant été capturées tout au long de l'expérience de pêche et les 3 paramètres environnementaux considérés afin de voir l'influence potentielle de ces derniers sur l'arrivée/abondance de chaque famille, ainsi les relations potentielles de chaque famille les unes par rapport aux autres.

¹⁹ Un cycle lunaire définie une période bien déterminer séparant deux nouvelles lunes. Au cours d'un cycle lunaire, on distingue alors (i) le premier croissant lunaire, (ii) le premier quartier lunaire, (iii) la gibbeuse croissante lunaire, (iv) la pleine lune, (v) la gibbeuse décroissante, (vi) le dernier quartier, (vii) le dernier croissant, et (viii) la nouvelle lune.

2.4. Présentation du schéma d'analyse générale

Compte tenu des objectifs fixés et du type de données acquises, le schéma d'analyse présenté ci-dessous (Figure 16) résume chaque étape des analyses réalisées.

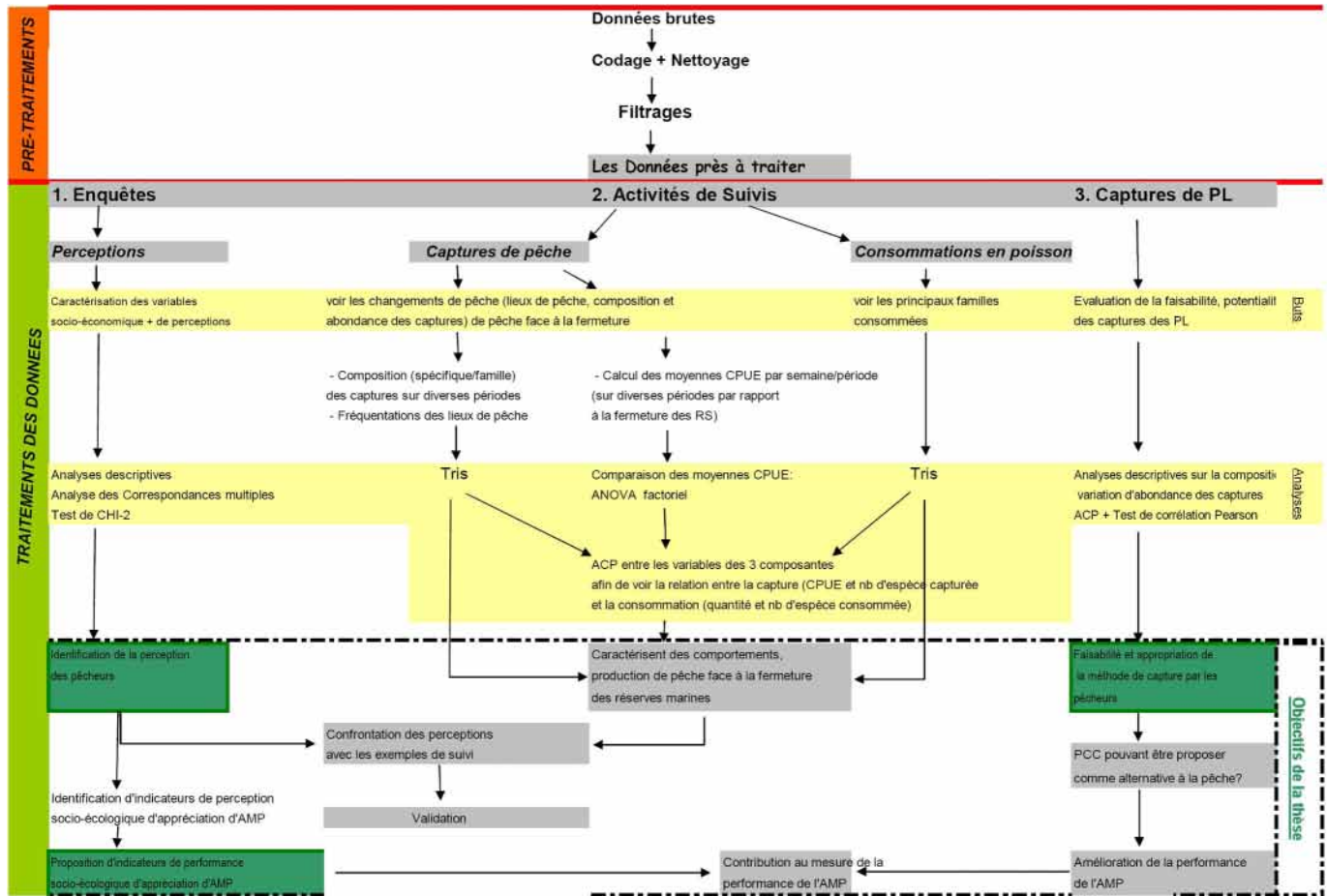


Figure 16 : Schéma d'analyse de l'étude.

3. Résultats

3. Résultats

Comme les objectifs de la recherche sont : (i) identifier la perception des pêcheurs sur les changements socio-écologiques créés par la fermeture des zones de pêche en réserves marines ; (ii) proposer des indicateurs de performance socio-écologiques pour suivre l'appréciation par les pêcheurs des AMPs et de l'évolution spatio-temporelle des aires protégées; et (iii) analyser la faisabilité écologique de la PCC et ses potentialités d'appropriation par les pêcheurs en tant qu'activité alternative à la fermeture des zones de pêche dans une optique de gestion durable du milieu.

Ainsi, ce chapitre présente les résultats de l'étude qui seront décomposés en cinq parties :

- (3.1) Analyse des captures et des comportements de pêche
- (3.2) Perception des pêcheurs
- (3.3) Confrontation des perceptions avec les analyses de suivi
- (3.4) Indicateurs de perception identifiés et proposés
- (3.5) Expérimentation et acceptabilité de la PCC

3.1. Analyse des captures et des comportements des pêcheurs

Cette partie consiste à présenter les principaux résultats des enquêtes et de suivis sur les deux sites d'étude. Ces résultats sont d'ordre descriptif détaillant la structure de l'échantillon obtenu pour les enquêtes, la structure et l'abondance des captures et des consommations ainsi que la fréquentation des lieux de pêche lors des suivis.

Durant la période d'enquête, 53 pêcheurs ont été interviewés dont 27 pêcheurs au niveau de Sarodrano et 26 pêcheurs à Ifaty. Parmi ces pêcheurs, 20 sont polyvalents²⁰, 9 pratiquent la pêche au filet, 8 la pêche à la ligne, 10 la pêche à pied, 4 la senne et enfin 2 pratiquent exclusivement la pêche au fusil.

²⁰ Un pêcheur polyvalent définit tout pêcheur pratiquant plus d'une technique de pêche au cours de l'année, comme le font la plupart des pêcheurs dans le Sud Ouest de Madagascar.

3.1.1. Village de Sarodrano

2392 sorties de pêche ont été enregistrées à Sarodrano dont, 1734 sorties ont été effectuées au filet, 248 à la pêche à la ligne, 212 avec une senne de plage, 178 en pratiquant la pêche au fusil et enfin 20 sorties pour la pêche à pied²¹.

Les captures

Les captures sont composées essentiellement par les familles des Belonidae (Tseradava, Antserake), des Lethrinidae (Tapaporoha), des Siganidae (Amboramasake), des Acanthuridae (Angy), des Gerreidae (Ambariake), des Scaridae (Bodoloha), des Carangidae (Lanora), des Lutjanidae (Amporama), des Mullidae (Fiantsomotse), des Hemiramphidae (Tserapoty), etc. Elles constituent les 10 premières familles dominantes dans les captures durant la période de suivi. L'ensemble des familles capturées ainsi que le nombre d'individus par familles sont représentés dans la Figure 17.

²¹ Il est difficile d'échantillonner un nombre élevé de pêche à pied dans la mesure où elle n'a pas de site de débarquement sur la plage. Les pêcheurs se rendent directement au village en empruntant le chemin qui lui semble bon pour se rendre chez lui.

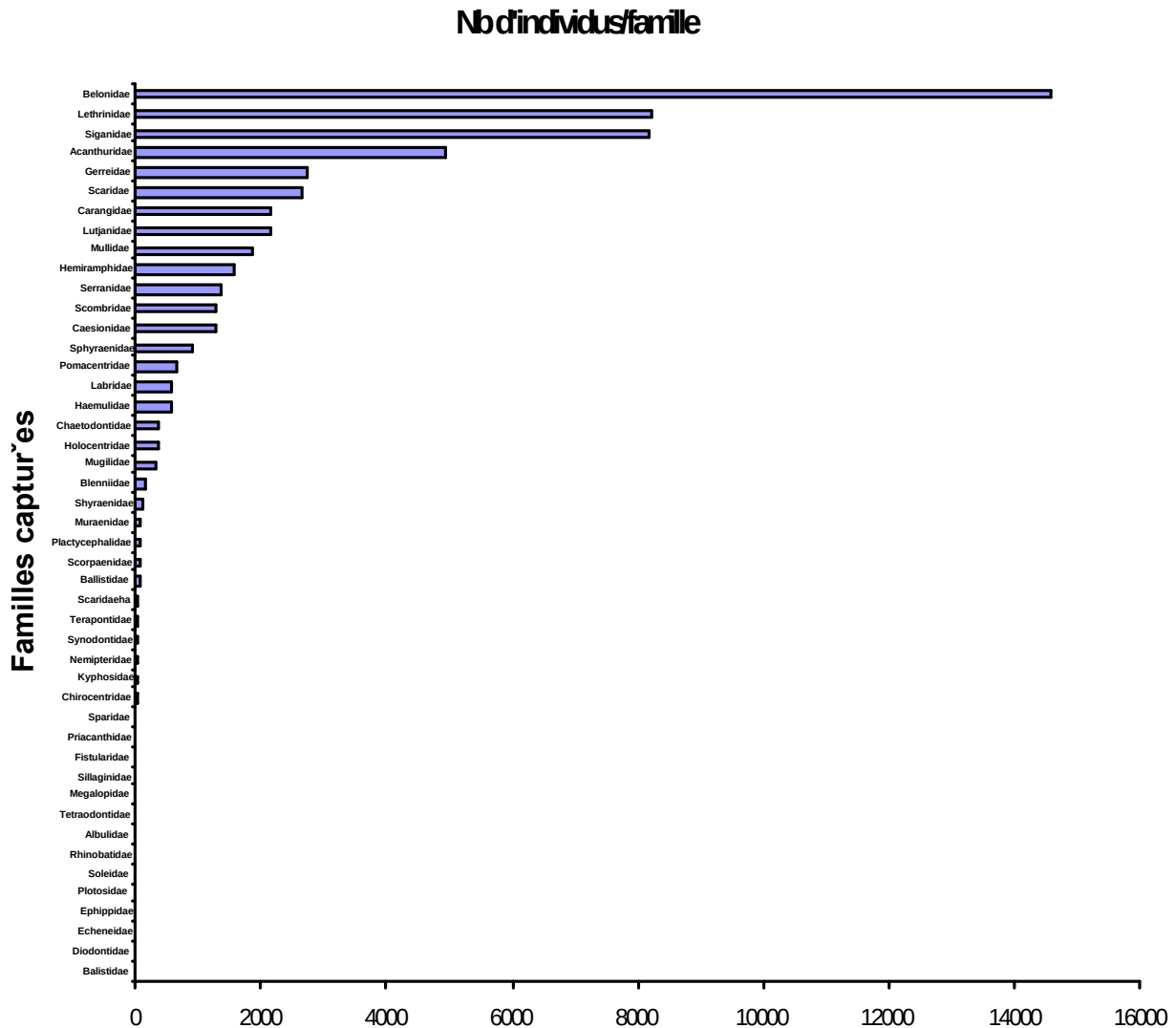


Figure 17 : Familles de poissons capturés et nombre d'individus par famille durant la période de suivi (d'octobre 2009 à avril 2010) au niveau du village de Sarodrano.

Parmi les engins, les filets représentent le mieux l'ensemble des familles présentes dans le milieu, la majorité des familles étant représentée dans les captures tandis que les autres engins sont plus ou moins sélectifs (Figure 18). Leur sélectivité est liée à la technique de pêche, elle-même adaptée à l'engin. Le fusil, la ligne et la pêche à pied sont des techniques sélectives alors que la senne est un engin non sélectif capturant tout sur son passage, essentiellement des juvéniles. Les adultes, seuls considérés dans notre traitement, sont beaucoup moins nombreux.

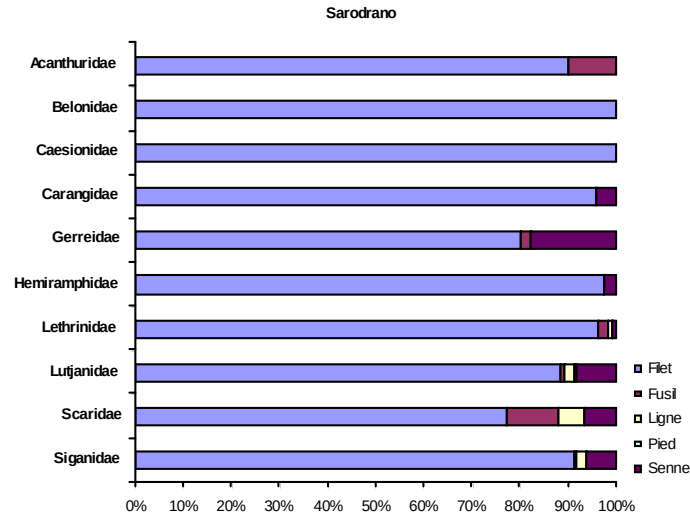


Figure 18 : Répartition des captures (nombre d'individus) en fonction des pratiques de pêche pour les 10 familles dominantes au niveau du village de Sarodrano.

Abondance des captures en poissons, poulpes, et calmars durant le suivi

La capture moyenne est de $11,4 \pm 15,5$ individus/pêcheur/sortie pour les poissons, $2,7 \pm 3,2$ kg/pêcheur/sortie pour les poulpes et $2,3 \pm 1,7$ kg/pêcheur/sortie pour les calmars sur l'ensemble de la période de suivi.

Si les périodes d'ouverture, de fermeture de la réserve sont considérées, la moyenne des captures au sein de chaque période est donnée dans le Tableau 1. Elles sont plus élevées lors des périodes d'ouverture, en particulier pour les poulpes lors de la réouverture de la réserve.

Tableau 1 : Nombre d'individus capturés (moyenne et écart-type) par pêcheur et par sortie de pêche (CPUE) lors des périodes d'ouvertures, de fermeture des réserves marines temporaires au niveau du village de Sarodrano.

Capture de pêche	Statuts de la réserve		
	Ouverture	Fermeture	Réouverture
CPUE en poissons (nombre d'individus/pêcheur/sortie)	14,56±17,89	9,07±12,33	14,84±20,37
CPUE en poulpes (kg/pêcheur/sortie)	2,32±2,14	2,12±2,12	5,11±5,69
CPUE en calmars (kg/pêcheur/sortie)	2,40±1,97	2,20±1,59	3,20±1,82

L'analyse de la comparaison des périodes (ANOVA factorielle) pour la CPUE en poissons montre une différence significative des captures entre l'ouverture, la fermeture et la réouverture des réserves, avec une légère hausse de la CPUE après la réouverture de la réserve (Figure 19). Afin de voir si cette légère hausse de la CPUE est due à la fermeture de la réserve ou à la variation saisonnière des peuplements, l'interaction entre ces deux facteurs (statut -

avec 2 modalités ouvert/fermé, saison - avec 2 modalités saison chaude/intersaison) a été prise en considération dans l'analyse. Cette dernière montre qu'il y a une interaction entre le statut de la réserve et la saison, un effet combiné des deux facteurs est donc à l'origine de cette hausse avec néanmoins un effet significatif du statut de la réserve par rapport à celui de la saison (Tableau 2).

La même analyse montre la même tendance au niveau des CPUE des poulpes et des calmars (Tableau 2 et Figure 19).

Tableau 2 : Tableau d'ANOVA factorielle montrant l'effet des facteurs (statut, saison) et leur interaction sur la CPUE en poissons, poulpes, et calmars à Sarodrano. La couleur rouge indique l'existence d'effet significatif. SC indique la somme des carrés des écarts et p indique les probabilités.

CPUE en poissons					
Effet	Tests Univariés de significativité pour CPUE				
	SC	Dégré de liberté	MC	F	p
Ord. origine	300884,1	1	300884,1	1284,672	0,000000
Statuts	14821,6	1	14821,6	63,283	0,000000
Saisons	707,6	1	707,6	3,021	0,082316
Statuts*Saisons	1090,5	1	1090,5	4,656	0,031042
Erreur	552034,8	2357	234,2		
CPUE en poulpes					
Effet	Tests Univariés de significativité pour CPUE				
	SC	Dégré de liberté	MC	F	p
Ord. origine	1109,441	1	1109,441	119,8016	0,000000
Statuts	121,532	1	121,532	13,1235	0,000364
Saisons	16,312	1	16,312	1,7614	0,185865
Statuts*Saisons	159,319	1	159,319	17,2038	0,000048
Erreur	1981,780	214	9,261		
CPUE en calmars					
Effet	Tests Univariés de significativité pour CPUE				
	SC	Dégré de liberté	MC	F	p
Ord. origine	1124,473	1	1124,473	393,2792	0,000000
Statuts	11,740	1	11,740	4,1059	0,043986
Saisons	0,323	1	0,323	0,1131	0,737012
Statuts*Saisons	22,329	1	22,329	7,8096	0,005674
Erreur	606,155	212	2,859		

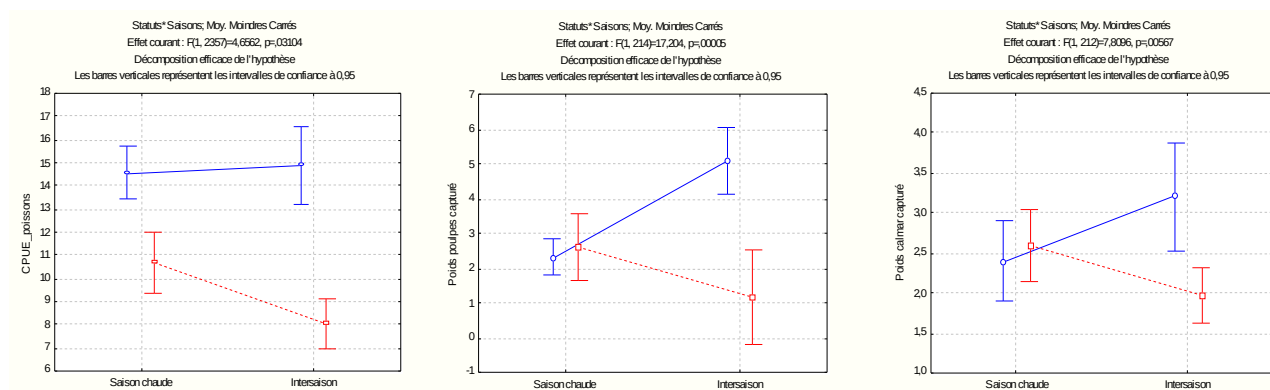


Figure 19 : Graphes des ANOVA factorielles montrant la variation de la CPUE en poissons, poulpes, calmars en fonction du statut de la réserve ainsi que de la saison. La couleur rouge indique les fermetures et le bleu indique les ouvertures.

La consommation

Parmi les familles les plus consommées par les pêcheurs à Sarodrano, on trouve des Acanthuridae, des Belonidae, des Lethrinidae, des Siganidae, des Scaridae, des Serranidae, des Chaetodontidae, des Gerreidae, des Labridae et des Lutjanidae (Figure 20). Durant le suivi, la destination des captures pour la consommation en poisson au niveau des pêcheurs est en moyenne de $5,81 \pm 18,96$ individus/sortie. L'abondance et la diversité des poissons consommés varient en fonction des pratiques de pêche du fait de la variabilité des captures d'un engin à l'autre, les pêcheurs isolant une petite partie de leur capture pour leur consommation. Pour la pêche à la ligne ou la pêche au fusil, les pêcheurs vendent la quasi-totalité de leur capture, ce qui n'est pas le cas dans les autres pratiques.

Pour les céphalopodes, l'ensemble des captures est destiné à la vente soit au travers des collecteurs, soit sur le marché local de Toliara.

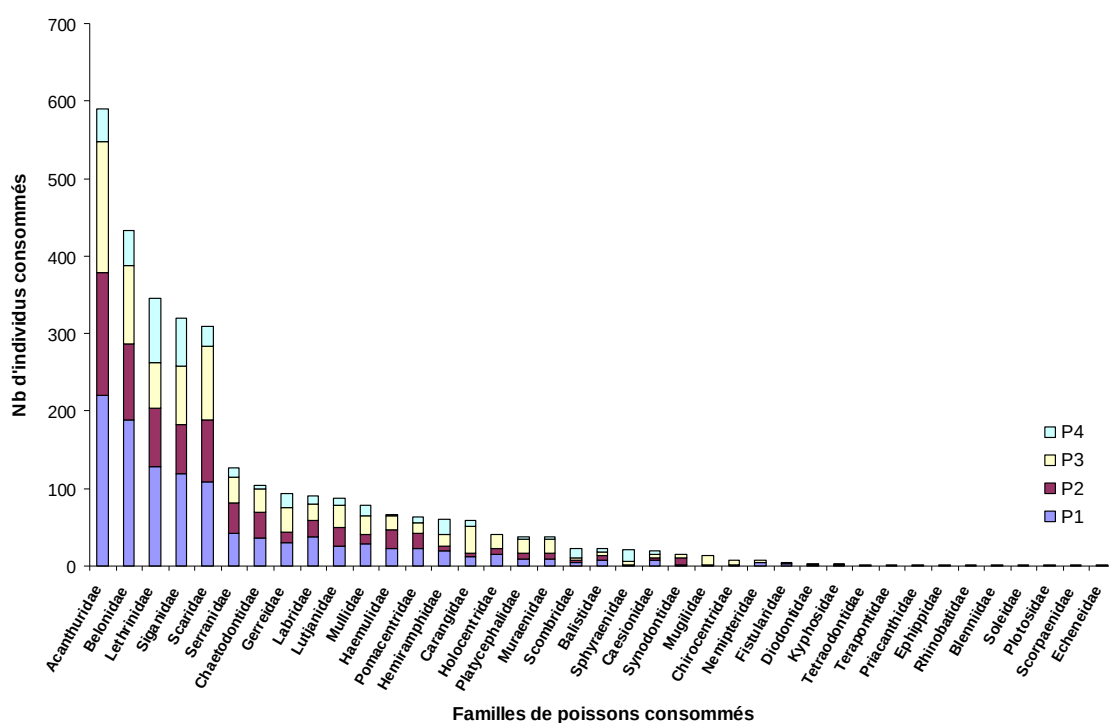


Figure 20 : Familles de poissons consommés et nombre d'individus consommés par famille durant la période de suivi au niveau du village de Sarodrano. P1 correspond à la période comprise entre 18 octobre 2009 à 14 décembre 2010, P2 de 15 décembre 2009 à 5 février 2010, P3 de 06 février à 01 avril 2010, P4 de 02 avril à 01 mai 2010.

Fréquentation des lieux de pêche

Les principales zones de pêche fréquentées sont Rakaivo, Rakaivo (Ambohone), Ambatomitsanga, Nosy lava, Norontany, Ambanitana au niveau de Sarodrano (Figure 21 et Figure 9). En dehors du village, il y a aussi la zone de Soalara (située à 9 km au Sud de Sarodrano) qui n'est pas une zone directe de pêche du village mais qui est relativement fréquentée par les pêcheurs.

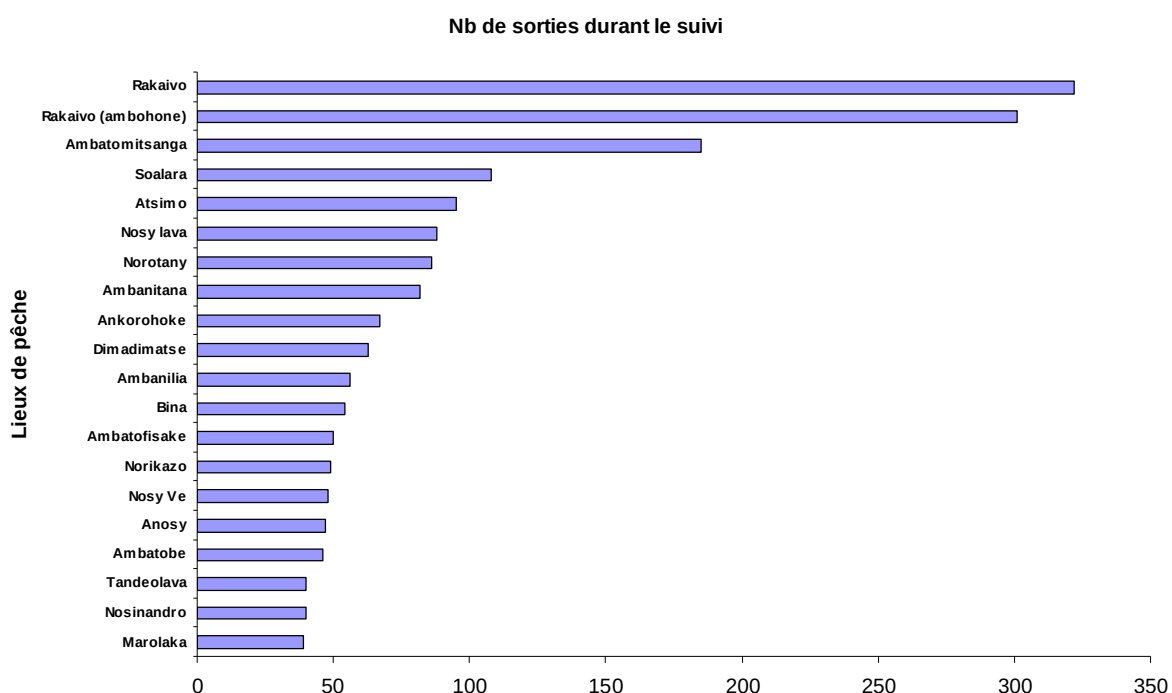


Figure 21 : Nombre de sorties en fonction des lieux de pêche dans le village de Sarodrano lors du suivi (d'octobre 2009 à avril 2010).

3.1.2. Village d'Ifaty

Parmi les 1685 sorties de pêches enregistrées au niveau du village d'Ifaty, 1219 ont été effectués au filet, 225 au fusil, 199 à ligne, 21 en pratiquant la pêche à pied et 11 sorties en utilisant des sennes de plage.

Les captures

Les captures sont composées essentiellement par les familles des Acanthuridae, des Mullidae, des Scaridae, des Lethrinidae, des Caesionidae, des Siganidae, des Labridae, des Shyraenidae, des Carangidae et des Haemulidae, etc. Elles constituent les 10 premières familles dominantes dans les captures durant notre période de suivi (Figure 22).

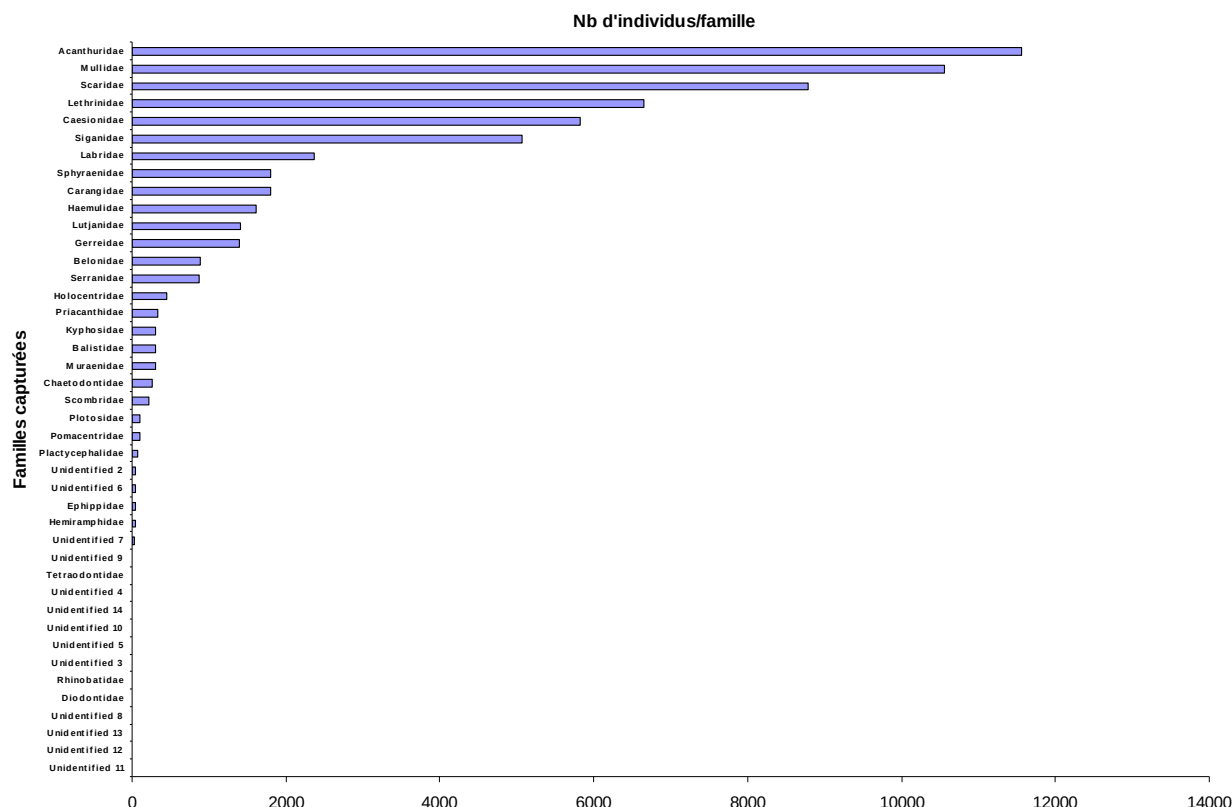


Figure 22 : Familles de poissons capturés et nombre d'individus par familles durant la période de suivi (d'octobre 2009 à avril 2010) au niveau du village d'Ifaty.

Le filet ou senne de plage est la technique qui pêche le mieux l'ensemble des principales familles rencontrées dans le milieu. Néanmoins, la pêche au fusil et la pêche à la ligne représentent une partie non négligeable des captures (Figure 23).

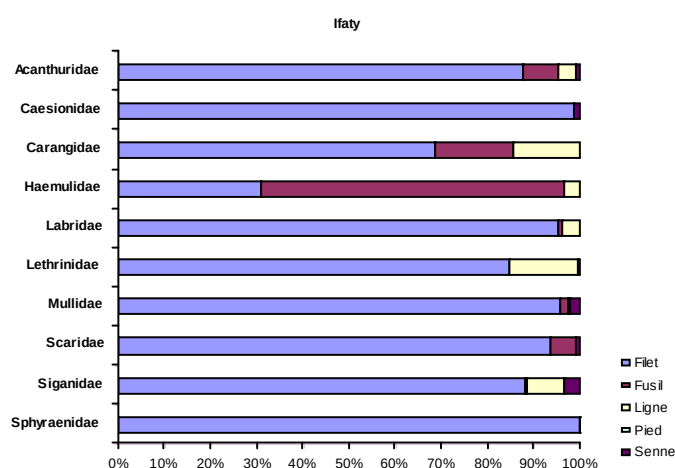


Figure 23 : Répartition des captures en fonction des pratiques de pêche pour les 10 familles dominantes au niveau du village d'Ifaty.

Abondance des captures en poissons, poulpes, et calmars durant le suivi

Au niveau d'Ifaty, la moyenne de capture est de $14,5 \pm 14,2$ individus/pêcheur/sortie pour les poissons, $4,1 \pm 2,4$ kg/pêcheur/sortie pour les poulpes, et $2,6 \pm 1,4$ kg/pêcheur/sortie pour les calmars durant l'ensemble du suivi.

Si les périodes d'ouverture et de fermeture de la réserve sont considérées, les moyennes des captures sont données dans le Tableau 3. Elles sont plus élevées à la réouverture des RMTs essentiellement pour les poissons alors que les captures de poulpes et de calmars restent relativement stables quelque soit le statut de la réserve.

Tableau 3 : Moyennes de l'abondance des captures en poissons et en céphalopodes lors des ouvertures et fermeture des réserves marines temporaires au niveau du village d'Ifaty.

Abondance de la capture de pêche	Statuts de la réserve		
	Ouverture	Fermeture	Réouverture
CPUE en poissons (nombre d'individus/pêcheur/sortie)	$14,99 \pm 12,06$	$13,56 \pm 14,14$	$18,13 \pm 17,01$
CPUE en poulpes (kg/pêcheur/sortie)	$3,99 \pm 2,22$	$4,37 \pm 2,52$	$4 \pm 2,41$
CPUE en calmars (kg/pêcheur/sortie)	$2,15 \pm 1,25$	$2,74 \pm 1,51$	$2,92 \pm 1,02$

L'analyse de la variation de la CPUE en poissons montre une différence significative des captures entre l'ouverture et la fermeture des réserves, avec une hausse de la CPUE après la réouverture de la réserve (Figure 24, Tableau 3). Afin de voir si cette hausse de la CPUE est due à la fermeture de la réserve ou à la variation saisonnière des peuplements, l'interaction entre ces deux facteurs a été prise en considération dans l'analyse. Cette dernière montre qu'il y a une interaction entre le statut de la réserve et la saison, un effet combiné des deux facteurs est donc à l'origine de cette hausse avec un effet plus significatif de la saison que du statut de la réserve.

La variation des captures n'est pas significative et on ne note donc pas d'effet ni du statut de la réserve ni de la saison au niveau des poulpes. Par contre, les variations de captures sont en relation avec le statut de la réserve ainsi que la saison pour les captures en calmars même si ces deux facteurs ne présentent aucune interaction et que la différence de statut n'est observée qu'en saison chaude (Tableau 4 et Figure 24).

Tableau 4 : Tableau d'ANOVA factorielle montrant l'effet des facteurs (statut, saison) et leur interaction sur la CPUE en poissons, poulpes, et calmars à Ifaty. La couleur rouge indique l'existence d'effet significatif. SC indique la somme des carrés des écarts et p indique les probabilités.

CPUE en poissons					
Effet	Tests Univariés de significativité pour CPUE				
	SC	Dégré de liberté	MC	F	p
Ord. origine	277958,5	1	277958,5	1385,664	0,000000
Statuts	708,2	1	708,2	3,531	0,060414
Saisons	2836,0	1	2836,0	14,138	0,000176
Statuts*Saisons	807,6	1	807,6	4,026	0,044968
Erreur	337603,0	1683	200,6		
CPUE en poulpes					
Effet	Tests Univariés de significativité pour CPUE				
	SC	Dégré de liberté	MC	F	p
Ord. origine	8319,323	1	8319,323	1452,427	0,000000
Statuts	1,570	1	1,570	0,274	0,600836
Saisons	13,521	1	13,521	2,361	0,125011
Statuts*Saisons	1,703	1	1,703	0,297	0,585779
Erreur	3133,148	547	5,728		
CPUE en calmars					
Effet	Tests Univariés de significativité pour CPUE				
	SC	Dégré de liberté	MC	F	p
Ord. origine	3759,761	1	3759,761	1908,968	0,000000
Statuts	44,562	1	44,562	22,626	0,000002
Saisons	14,177	1	14,177	7,198	0,007460
Statuts*Saisons	4,395	1	4,395	2,232	0,135627
Erreur	1459,418	741	1,970		

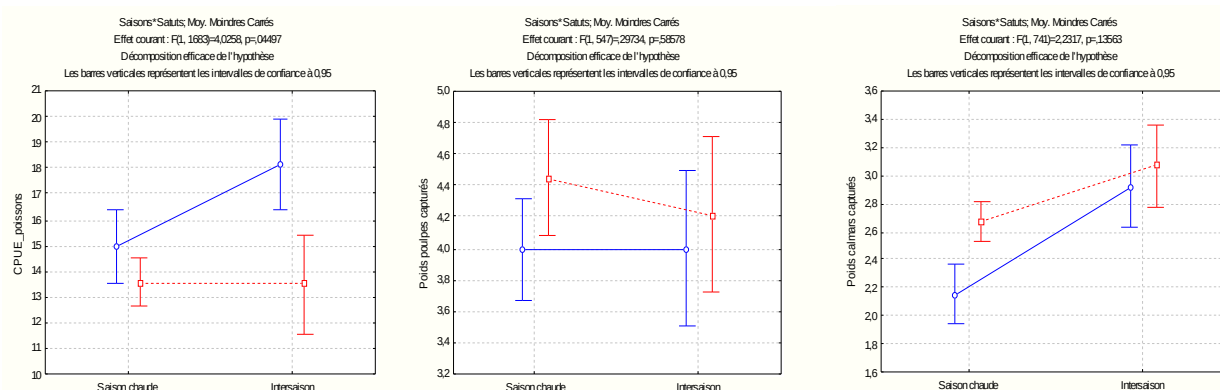


Figure 24 : Graphes des ANOVA factorielles montrant la variation de la CPUE en poissons, poulpes, calmars en fonction du statut de la réserve ainsi que de la saison à Ifaty. La couleur rouge indique les fermetures et le bleu indique les ouvertures.

La consommation

Les dix familles de poissons les plus consommées lors du suivi sont les Acanthuridae, Scaridae, les Mullidae, les Lethrinidae, les Haemulidae, les Labridae, les Caesionidae, les Balistidae, les Lutjanidae, et les Siganidae (Figure 25). La moyenne de consommation en poisson est de $3,27 \pm 3,62$ individus/sortie.

L'abondance et la diversité des poissons consommés varient en fonction des pratiques de pêche du fait de la variabilité des captures d'un engin à l'autre, les pêcheurs isolant une partie de leur capture en poissons pour la consommation. Pour la pêche au fusil et la pêche à la ligne, la quasi-totalité des captures est vendue.

Au niveau des céphalopodes, ils sont destinés directement à la vente. Ils sont vendus en général aux collecteurs au niveau du village ou aux mareyeuses qui feront leur vente sur le marché local de Toliara.

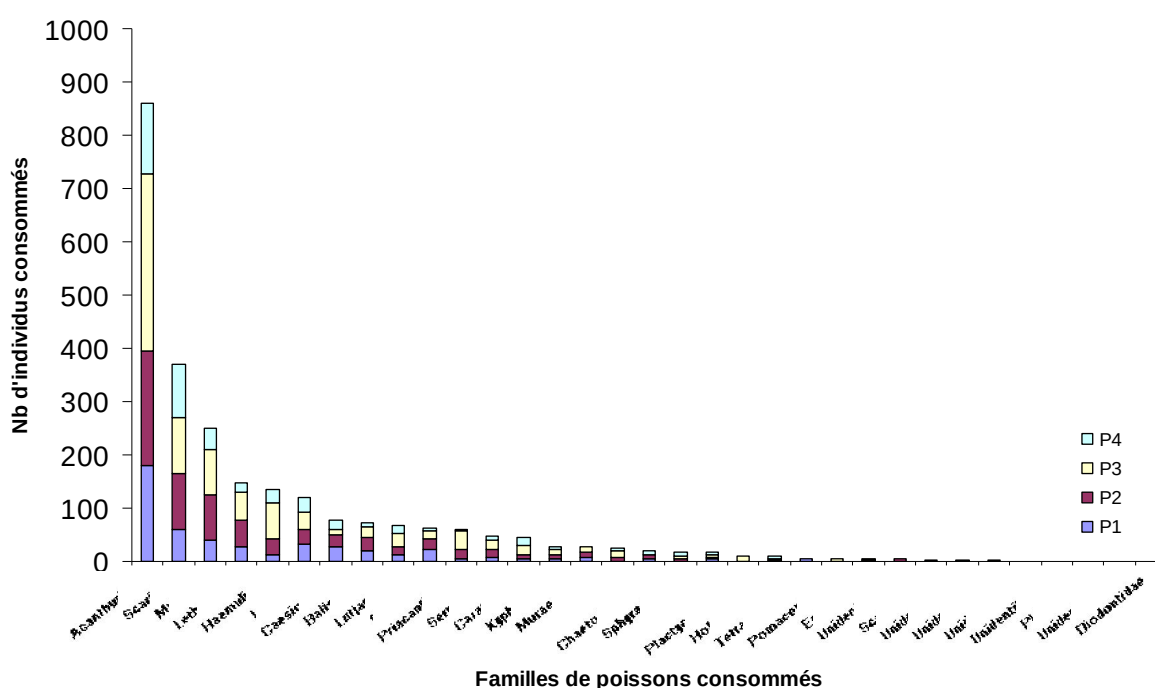


Figure 25 : Familles de poissons consommés et nombre d'individus consommés par famille durant la période de suivi au niveau du village d'Ifaty. P1 correspond à la période comprise entre 27 octobre 2009 à 30 novembre 2010, P2 de 01 décembre 2009 à 14 janvier 2010, P3 de 15 janvier à 27 février 2010, P4 de 28 février à 29 mars 2010.

Fréquentation des lieux de pêche

L'analyse des fréquentations des lieux de pêche nous permet de mettre en évidence l'existence de lieux de pêche préférentiels : Marohazo, Maroambory, Andaniriake, Tsimahasiy et Naterano (Figure 26 et Figure 10).

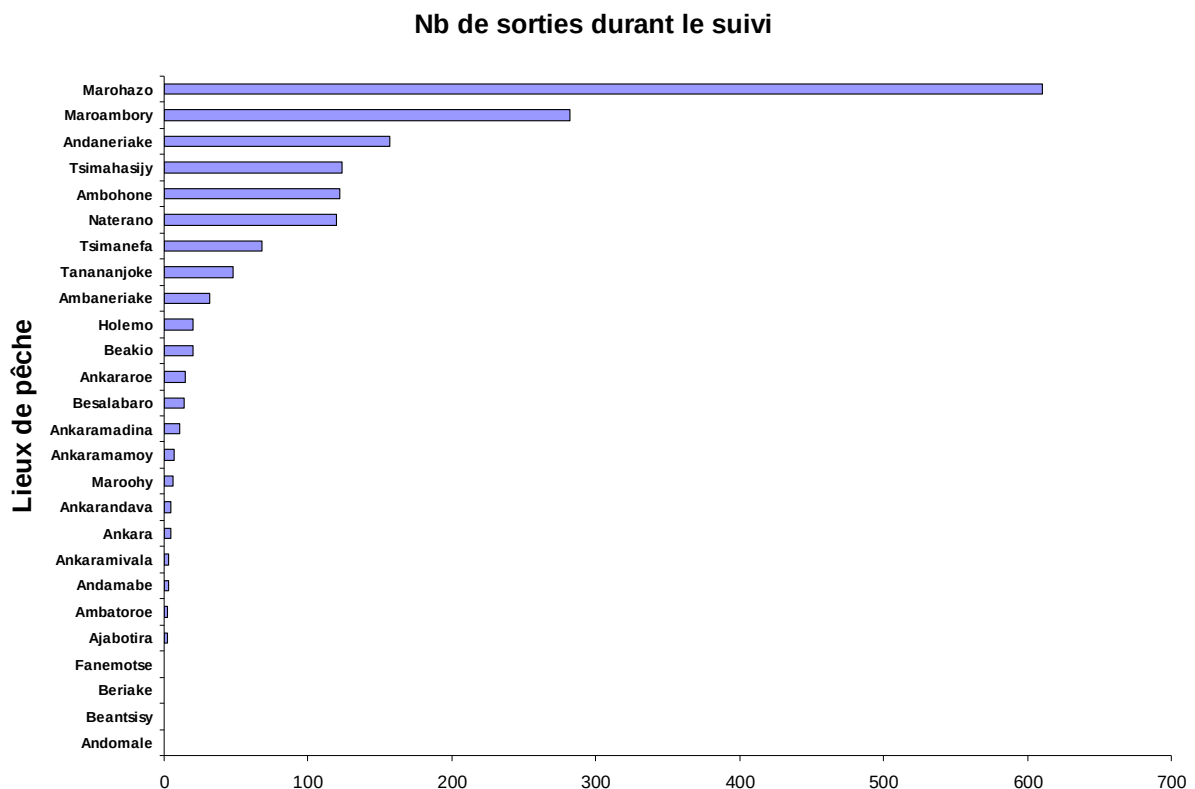


Figure 26 : Nombre de sortie de pêche des 20 premiers lieux de pêche dans le village d’Ifaty.

3.2. Perception des pêcheurs

3.2.1. Perception d’impact des réserves marines de pêche

L’analyse en correspondances multiples (ACM) sur les variables de perception d’impact, tout en prenant en compte des variables supplémentaires telles que les villages, la classe d’âge, la pratique de pêche, nous permet de mettre en évidence les perceptions présentées dans la Figure 27.

Sur cette figure, les individus enquêtés sont représentés par des points tandis que les modalités des variables sont représentées par un cadre contenant le libellé de la modalité dont la position représente son centroïde (position d’un individu moyen représentant cette modalité) et par une ellipse représentant la variabilité des coordonnées des individus ayant donné cette modalité de réponse : les lignes pointillées illustre la variance des coordonnées des individus sur le premier axe factoriel (la plus longue) ,et sur le second axe (la plus courte). L’inclinaison du cercle représente la corrélation entre le premier axe factoriel et la ligne pointillée la plus longue. Ce mode de représentation (issu du logiciel R) permet de mieux interpréter le sens du plan factoriel et du poids joué par chacun des variables du tableau de données multidimensionnelles.

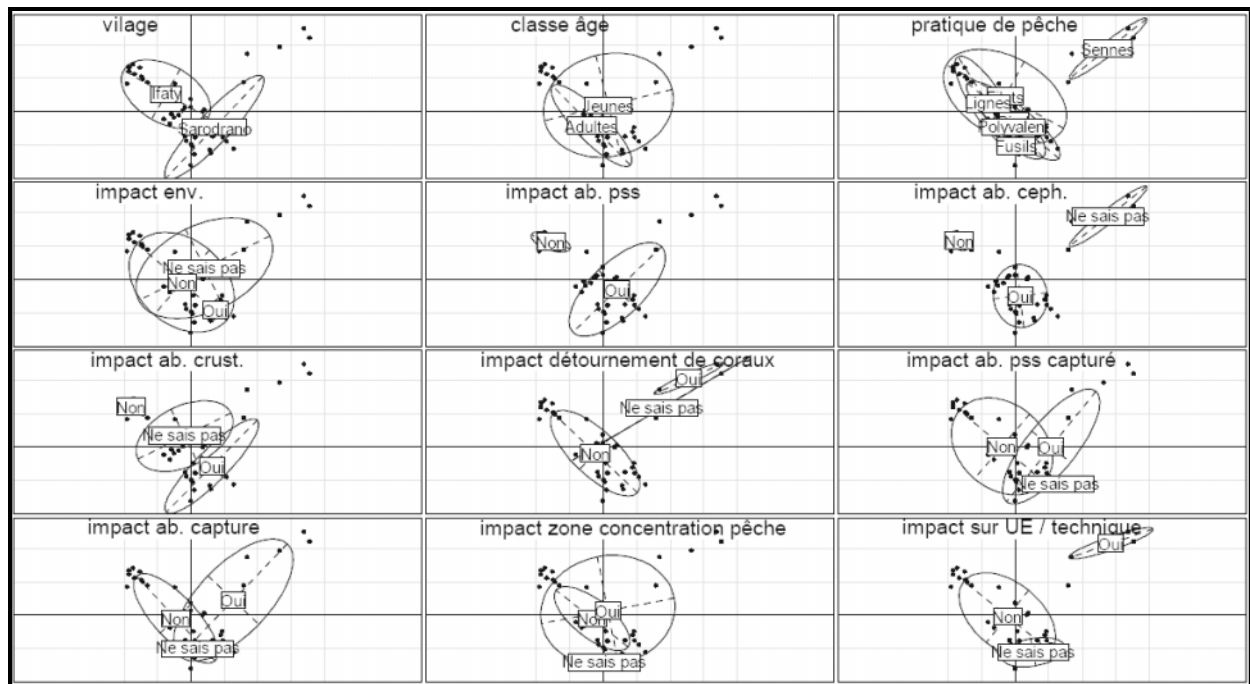


Figure 27 : Projection des individus et des modalités sous le logiciel R pour chaque variable de perception et variable supplémentaire sur le plan factoriel de l'analyse en correspondances multiples (ACM). Les coordonnées de chaque individu et modalité des variables sont détaillées en annexe 6 et 7.

L'ACM des variables socio-écologiques considérées dans la fiche d'enquête en relation avec l'impact des RMTs aussi bien dans la baie de Toliara que dans la baie de Ranobe, ainsi que le test de Chi-2 (Tableau 5) montrent que les réponses (modalités) varient d'une manière plus significative en fonction des villages qu'en fonction de la classification d'âge des pêcheurs (Figure 27 et Tableau 5).

Ainsi, **les pêcheurs du village de Sarodrano** considèrent que l'impact des RMTs se fait ressentir sur la capture générale, l'abondance des captures en poissons, l'abondance des captures en céphalopodes et crustacées, la diversité des poissons capturés. Bien qu'elle ne soit pas bien mise en évidence sur le plan factoriel, les réserves sont également reconnues par les pêcheurs comme ayant un impact sur les zones de concentration de pêche.

Par contre, **les pêcheurs du village d'Ifaty** pensent que le RMT n'a pas d'influence significative sur l'environnement, les captures générales, l'abondance des captures en poissons, l'abondance des captures en céphalopodes, la diversité des poissons capturés et sur leurs zones de concentration de pêche. Par contre, ils ne savent pas l'impact de la RMT sur les crustacés dans la mesure où ils n'ont pas des réserves marines à mangrove, lieu de prédilection pour la pêche aux crustacées.

Les perceptions par pratique de pêche sont confuses et ne nous permettent pas de mettre en évidence une distinction des perceptions par pratique de pêche sauf pour le cas de la senne. Cette pratique se différencie des autres pratiques dans la mesure où les pêcheurs à la senne perçoivent les réserves comme ayant un effet sur le renversement des blocs de coraux et sur les captures. Par contre, ils ne connaissent pas l'impact des réserves sur l'abondance des captures en céphalopodes.

Le Tableau 5 et la Figure 27 montrent qu'il y a un regroupement entre les modalités de perception (test Chi-2 significatif, Tableau 5). En effet, il y a le groupement des modalités « oui » qui indique les thèmes pour lesquels les pêcheurs peuvent se positionner et sont donc sensibilisés et/ou bien informés sur un impact en relation avec la présence des RMTs. Ceux des « non » regroupent les pêcheurs non sensibilisés ou qui bien informés sur l'absence d'impact positif des RMTs et de ce fait, ont un point de vue négatif sur les sujets correspondants.

Quant au groupement des modalités « ne sais pas », il indique le regroupement des pêcheurs qui n'ont pas d'idée précise sur la question et n'arrivent pas à se positionner. Ce groupement peut également concerner les pêcheurs qui ne s'intéressent pas aux réserves marines de pêche.

Il est à noter que les réponses relatives à l'usage des techniques de pêche, à l'habitude de pêche et à la consommation sont quasi-uniformes, les pêcheurs pensant que les réserves n'ont pas d'impact (ni positif ni négatif) sur leurs habitudes de pêche (technique de pêche inclus) et sur leur consommation en poissons. Ces variables ne sont donc pas pris en compte dans l'ACM.

Tableau 5 : Synthèse des tests de Chi-2 entre les variables analysées dans l'ACM.

	Villages	Classification d'âge	Pratique pêche	Env	Ab. Pss	Ab. Cph	Ab. Cru	Dt_coraux	Ab_esp_pss capturée	Ab_capture de pêche	ZC de pêche	CPUE
Villages	X	NS	S*	S*	S***	S***	S***	NS	S*	NS	S**	NS
Classification d'âge	NS	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	S***	NS	NS
Pratique de pêche	S*	NS	X	NS	NS	S***	NS	S**	NS	S**	NS	S***
Env	S*	NS	NS	X	S***	S**	S*	S***	S***	S***	S*	NS
Ab. Pss	S***	NS	NS	S***	X	S***	S***	S***	S***	S***	NS	NS
Ab. Cph	S***	NS	S***	S**	S***	X	S***	S***	S*	S**	NS	S***
Ab. Cru	S***	NS	NS	S*	S***	S***	X	NS	NS	NS	S**	NS
Dt_coraux	NS	NS	S**	S***	S***	S***	NS	X	S***	S***	NS	S***
Ab_esp_pss capturée	S*	NS	NS	S***	S***	S*	NS	S***	X	S***	NS	S*
Ab_capture de pêche	NS	S***	S**	S***	S***	S**	NS	S***	S***	X	S*	S***
ZC de pêche	S*	NS	NS	S***	NS	NS	S**	NS	NS	S*	X	S*
CPUE	NS	NS	S***	NS	NS	S***	NS	S***	S*	S*	S*	X

Légende :

NS : non significatif
S* : peu significatif
S** : significatif
S*** : très significatif

Env : Environnement
Ab. Pss : abondance des captures en poissons
Ab. Cph : abondance des captures en céphalopodes
Ab. Cru : abondance des capture en crustacées
Dt_coraux : détournement (renversement) des coraux
Ab_esp_pss capturée : abondance d'espèce de poisson capturé
Ab_capture de pêche : abondance de la capture de pêche
ZC de pêche : zone de concentration de pêche
CPUE : capture par unité d'effort

3.2.2. Perception de la méthode de capture par les pêcheurs

L'enquête réalisée à Sarodrano et au niveau du village d'Ankiembe auprès des pêcheurs participant à l'expérimentation de la PCC et autres concerne au total 32 personnes. Cette enquête montre à travers des réponses quasi-homogènes que les pêcheurs sont favorables à l'utilisation du CARE aussi bien comme outil de capture que d'élevage des post-larves. Les activités autour de la PCC leur paraissent simples à mettre en œuvre du fait de leur culture « Vezo » qui implique des connaissances sur la pêche et sur le comportement des poissons. Aucun aspect de leur culture ne constitue un obstacle pour accepter cette activité au quotidien. L'enquête relève que l'appropriation de la PCC dépend du niveau de rentabilité de la technique, la première motivation des pêcheurs étant d'ordre économique. Plus la PCC sera rentable, plus les pêcheurs l'accepteront. Les motivations d'ordre écologique ne font pas encore partie des priorités des pêcheurs « Vezo ».

3.3. Confrontation des perceptions avec les résultats de suivi

Les résultats de nos analyses sur les abondances des captures (en poissons, en poulpes, en calmars), la fréquentation des lieux de pêche et les relations entre captures et consommation

durant le suivi sont confrontés avec les perceptions qu'ont les pêcheurs des réserves marines en prenant en compte leurs périodes d'ouverture et de fermeture.

Les abondances des captures (CPUE) ont été estimées en nombre d'individus/pêcheur/sortie pour les poissons et en kg/pêcheur/sortie pour les poulpes et les calmars.

3.3.1. Analyse sur l'abondance des captures

Au niveau du village de Sarodrano, la CPUE en poissons montre une différence significative des captures entre l'ouverture, la fermeture et la réouverture des réserves, avec une légère hausse de la CPUE après la réouverture de la réserve (Tableau 2). Cette dernière est due à un effet combiné des deux facteurs avec un effet plus significatif du statut de la réserve que de la saison. C'est donc la réserve qui a influencé les hausses enregistrées dans les captures après la réouverture de la RMT. Ce résultat va dans le même sens que les perceptions des pêcheurs sur les raisons qu'ils avancent à propos de l'augmentation de l'abondance des captures en poissons.

Pour le poulpe, une hausse significative des captures est observée lors de la réouverture de la réserve (Tableau 2), cette hausse étant reliée d'avantage au statut de la réserve qu'à la saison malgré l'interaction qui existe entre les deux facteurs.

Pour le calmar, les mêmes tendances que celles observées dans le cas du poulpe ont été notées (Tableau 2). En effet, une hausse significative de la capture après la réouverture de la réserve est attribuée plus au statut de la réserve qu'à la saison. Ce résultat va dans le même sens que les perceptions des pêcheurs, laquelle indique que la fermeture de la réserve a eu un impact sur l'augmentation de l'abondance de la capture en céphalopodes.

Au niveau du village d'Ifaty, les analyses de CPUE en poissons montrent qu'elles sont plus élevées pendant les périodes d'ouverture que pendant la fermeture de la réserve, avec une hausse particulière élevée lors de la réouverture de la réserve (Tableau 3). La différence de CPUE est reliée davantage à la saison qu'au statut de la réserve mais l'existence d'interactions observées lors de l'analyse entre ses deux facteurs montre que la réouverture en intersaison est associée à une augmentation des CPUE due à la RMT : c'est le même phénomène qu'à Sarodrano mais avec une différence due au statut de la RMT (ouverte ou fermée) moins prononcé (Tableau 4 et Figure 24). Quant aux pêcheurs, ils ne relient pas ces changements dans

leur capture en poissons à la fermeture de la RMT. Ce qui ne va pas exactement dans le même sens que la perception obtenue.

En revanche les captures en poulpes présentent une légère hausse pendant la fermeture de la réserve (Tableau 3), résultat à l'inverse de ce qu'on a observé auparavant. L'analyse statistique ne relie cette variation ni à la saison, ni à la fermeture de la réserve (Tableau 3 et Figure 24).

Pour les calmars, une évolution (hausse) des captures est observée durant la période de suivi (Tableau 3). L'analyse statistique montre qu'elle est due aussi bien à l'effet saisonnier qu'au statut de la réserve mais l'absence d'interaction entre les deux montre que ceci n'est pas relié avec l'effet RMT (Tableau 4 et Figure 24). Les pêcheurs quant à eux pensent que la fermeture de leur réserve n'a pas d'impact sur leurs captures en céphalopodes. Ce qui montre que les observations et les perceptions des pêcheurs sur cette variation d'abondance des captures en céphalopodes vont dans le même sens.

3.3.2. Analyse sur la fréquentation des lieux de pêche

Une hausse de fréquentation (définie ici comme étant une pression) sur les zones de pêche accessible lors de la fermeture des RMTs est observée au niveau du village de Sarodrano (Figure 28) et sur les quatre principales zones de pêche ouverte (Marohazo, Maroambory, Andaneriake et Tsimahasijy) au niveau du village d'Ifaty (Figure 28 et Figure 29). Ces résultats confirment ceux qui ont été obtenus à propos des perceptions des pêcheurs sur l'impact des réserves sur la fréquentation des zones de pêche.

Par ailleurs, des infractions internes (pêche clandestine) sont observées au niveau des RMTs des deux villages pendant leur période de fermeture (Figure 28).

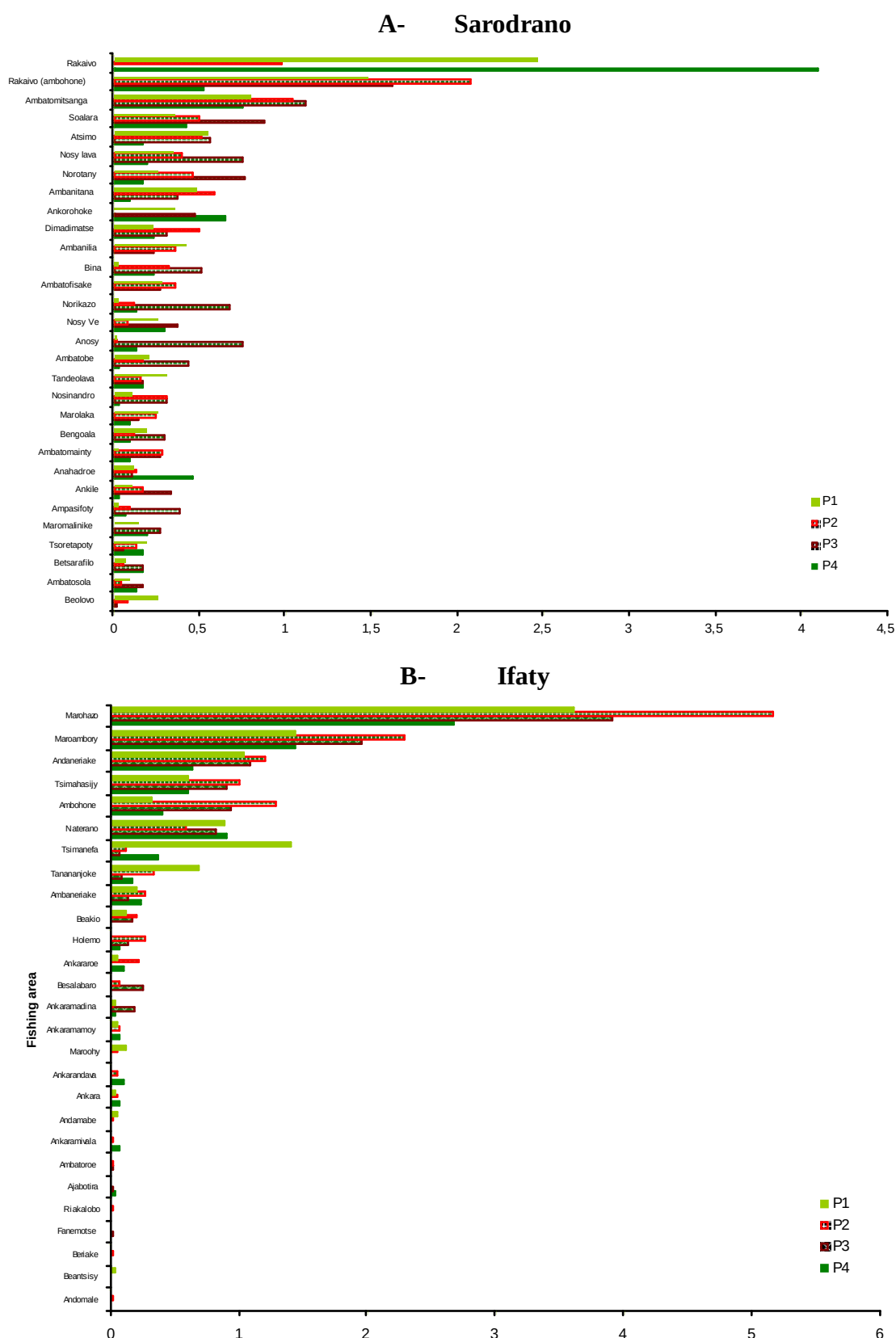


Figure 28 : Fréquentation des zones de pêche durant les quatre périodes de suivi. P1 indique l'ouverture, P2 et P3 la fermeture et P4 la réouverture des réserves. Les chiffres en abscisse indiquent le nombre moyen de pirogues par jour dans les différentes zones de pêche dans la totalité de pirogue échantillonné par jour durant le suivi. A. Sarodrano, B. Ifaty.

Nb de sortie

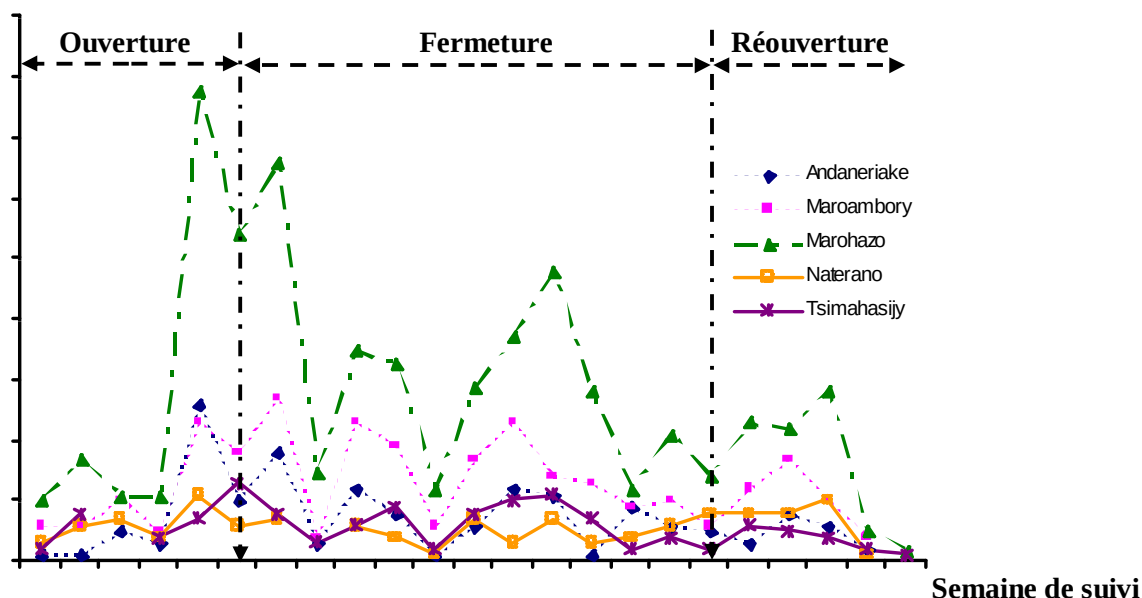


Figure 29 : Fréquentation exprimé en nombre de pirogue au niveau des 4 principales zones de pêche du village d'Ifaty durant la période de suivi (octobre 2009 à mars 2010). S1, S2, ..., S23 représentent les semaines de suivi.

3.3.3. Liens entre capture et consommation

L'ACP et le test de corrélation entre le nombre d'individus capturés, le nombre d'espèces capturées, le nombre d'individus consommés et le nombre d'espèces consommées issues des produits de la pêche nous montre que :

Au niveau du village de Sarodrano, il existe une corrélation positive et significative entre le nombre d'espèces capturées et le nombre d'espèces consommées ($r=0,63$). Le nombre de poissons consommés présente peu de fluctuations et n'est pas influencé de manière significative par le nombre d'individus capturés (CPUE). Il y a 71,8% de la variabilité des données qui est expliquée au niveau des deux premiers axes choisis (Figure 30).

Durant le suivi, les consommations des pêcheurs de Sarodrano sont donc restées stables et elles n'ont pas été influencées de manière significative par la fermeture et réouverture des réserves, les pêcheurs gardant toujours une même quantité déterminée pour leur consommation. Seule la composition spécifique de cette consommation varie en fonction des captures. Ce qui est en complémentarité avec la perception des pêcheurs qui indique que la fermeture des réserves n'a aucun impact sur la consommation des pêcheurs en poissons.

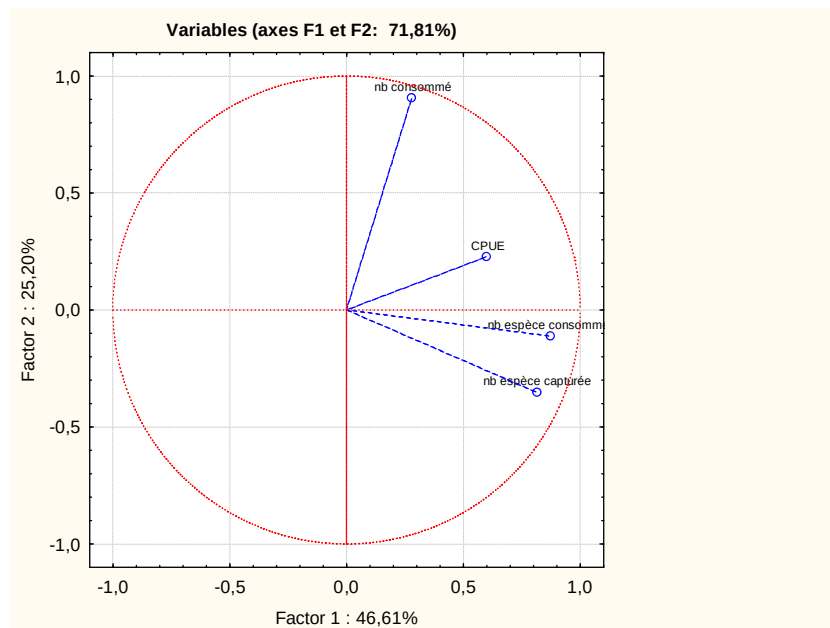


Figure 30 : Plan factoriel de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) entre capture et consommation en poissons au niveau du village de Sarodrano.

Pour le **village d'Ifaty**, le nombre d'espèces consommées est corrélé positivement avec le nombre d'espèces de poissons capturés ($r=0,64$). Le nombre de poissons consommés est faiblement corrélé positivement ($r=0,52$) avec le nombre d'individus capturés (CPUE). Ceci est expliqué par 79,22% de la variabilité des données au niveau des deux premiers axes choisis (Figure 31).

Ces résultats montrent que la consommation en poissons des pêcheurs d'Ifaty présente peu de fluctuations. C'est la qualité de leur consommation (nombre d'espèces consommées) qui varie en fonction du nombre d'espèce capturée lors de la sortie de pêche.

Ces résultats s'accordent avec la perception des pêcheurs sur l'impact des réserves sur leur consommation en poissons, le statut des réserves ne provoquant pas de changement sur leur consommation.

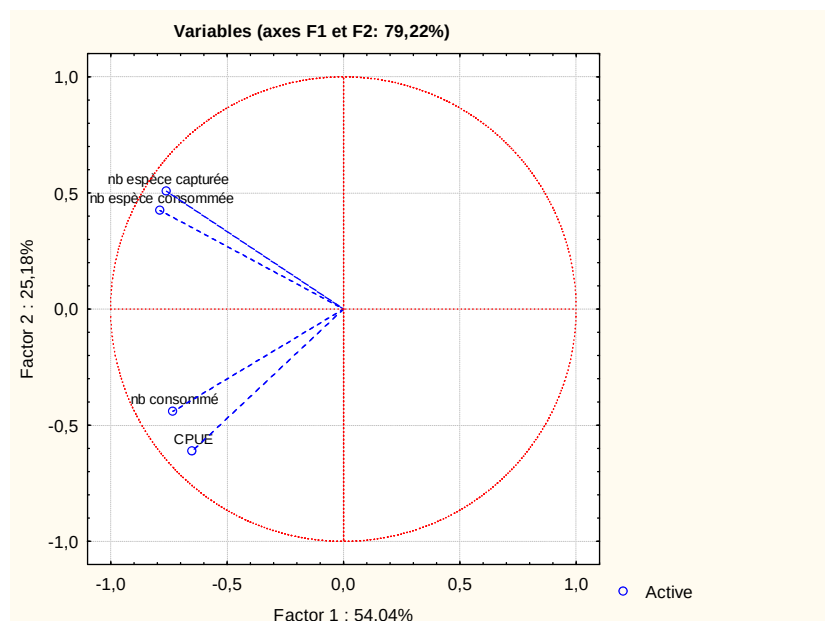


Figure 31 : Plan factoriel de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) entre capture et consommation en poissons au niveau du village d'Ifaty.

3.3.4. Synthèse

Les perceptions des pêcheurs varient d'un village à un autre en fonction des facteurs analysés. La typologie d'âge n'influence pas d'une manière significative sur leurs perceptions à tel point que la perception entre les jeunes et adultes est confondue. De même, les perceptions sur les pratiques de pêche sont confondues à l'exception de celle des sennes de plage.

Les confrontations entre les résultats des captures et les perceptions d'impact des RMTs ont montrées que ces dernières sont en accord avec leur comportement et pratiques de pêche dans le cas de Sarodrano pour l'abondance des captures en poissons et céphalopodes et, dans le cas d'Ifaty, pour la CPUE en poissons et en céphalopodes. Il en est de même pour la confrontation entre les perceptions d'impact des RMTs avec les résultats de la fréquentation des lieux de pêche, de leur consommation en poissons qui nous donne aussi par la même occasion, outre la validation des perceptions, des informations complémentaires sur les adaptations des pêcheurs.

3.4. Indicateurs de perception identifiés et proposés pour suivre l'évolution de la perception des réserves marines de pêche

Rappelons que les indicateurs sont identifiés en prenant en compte aussi bien les objectifs de la mise en place des RMTs soit, améliorer la production de pêche, que les résultats sur la perception des pêcheurs. Les résultats d'analyse multivariée de la perception des pêcheurs sur l'impact des RMTs sur les poissons, céphalopodes, crustacées ; montre que ces variables

peuvent servir en tant qu'indicateur de perception de la performance des réserves marines temporaires. De plus, la perception du respect de la réglementation comme le « Dina » a été identifiée comme indicateur traduisant le comportement des pêcheurs vis-à-vis des réserves marines, dans la mesure où le respect de la mesure de régulation contribue à la performance de l'AMP.

Ainsi, deux indices basés sur des indicateurs de perception liés à l'impact des réserves sur la production de pêche en poissons, en céphalopodes, en crustacés, ainsi qu'à celle sur le respect de la réglementation du « Dina » sont proposés.

3.4.1. Indicateur de perception d'impact des réserves sur la production de pêche

Ii_pp= [Vp + Vc + Vcr]/3, avec :

Ii_pp : l'indice de perception traduisant l'impact des réserves sur la production de pêche

Vp : la valeur d'un indicateur lié à la variable de perception de l'impact des réserves sur l'abondance des captures en poissons

Vc : la valeur d'un indicateur lié à la variable de perception de l'impact des réserves sur l'abondance des captures en céphalopodes

Vcr : la valeur d'un indicateur lié à la variable de perception de l'impact des réserves sur l'abondance des captures en crustacés

Chaque indicateur est calculé en appliquant la formule :

$$Vi : [\sum (n_{i1} \times 1 + n_{i2} \times -1)]/N$$

Vi : calcul de l'indicateur suite aux valeurs d'une variable de perception

n_{i1} : le nombre de personnes ayant répondu d'une manière positive (Oui) à la question posée

n_{i2} : le nombre de personnes ayant répondu d'une manière négative (Non) à la question posée

N : le nombre total de personne enquêtée

D'où, au **niveau du village de Sarodrano**, on a la valeur des variables ci-dessous.

Valeurs liées à l'impact sur l'abondance des captures en poissons :

En considérant les informations contenues dans le Tableau 6, ceci nous permet d'avoir **Vp** :
(27-0)/28= 0,96

Valeurs liées à l'impact sur l'abondance des captures en céphalopodes ont été calculées et nous permet d'avoir **Vc** : **(0+23)/28= 0,82**

Les valeurs liées à l'impact sur l'abondance des captures en crustacés ont été calculées et nous permet d'avoir $V_{cr} : (0+26)/28 = 0,92$

En combinant ces variables, on obtient l'**Indice de perception de la production de pêche de Sarodrano** = $[V_p + V_c + V_{cr}]/3 = (0,96 + 0,82 + 0,92)/3 = 0,90$

Tableau 6 : Réponses obtenues lors des enquêtes par variable considérée au niveau du village de Sarodrano et d'Ifaty.

Nombre de réponse par modalité sur chaque thème (variable)	Villages	
	Sarodrano	Ifaty
Sur l'abondance les captures en poissons		
n_{p1} : nombre de personne ayant répondu Oui à la question posée	27	13
n_{p2} : nombre de personne ayant répondu Non à la question posée	0	11
Nombre de personne n'ayant pas répondu ou n'a pas de position précise sur la question	1	1
N : nombre total de personne enquêtée	28	25
Sur les captures en céphalopodes		
n_{c1} : nombre de personne ayant répondu Oui à la question posée	23	14
n_{c2} : nombre de personne ayant répondu Non à la question posée	0	10
Nombre de personne n'ayant pas répondu ou n'a pas de position précise sur la question	5	1
N : nombre total de personne enquêtée	28	25
Sur les captures en crustacées		
n_{cr1} : nombre de personne ayant répondu Oui à la question posée	26	0
n_{cr2} : nombre de personne ayant répondu Non à la question posée	0	7
Nombre de personne n'ayant pas répondu ou n'a pas de position précise sur la question	2	18
N : nombre total de personne enquêtée	28	25

En appliquant la même formule ci-dessus et en se référant au Tableau 6 **au niveau du village d'Ifaty**, on a les valeurs suivantes :

$V_p : (0+13-11)/25 = 0,08$; $V_c : (0+14-10)/25 = 0,16$; $V_{cr} : (0+0-7)/25 = -0,28$

Ainsi, l'**Indice de perception de la production de pêche d'Ifaty** = $(V_p + V_c + V_{cr})/3 = (0,08 + 0,16 - 0,28)/3 = -0,013$

Ces résultats indiquent que le village de Sarodrano a un indice de perception d'impact des réserves sur leur production de pêche positif et élevé par rapport à celui du village d'Ifaty qui est très faiblement négatif. Ce qui peut être traduit comme étant une meilleure perception

(succès) de la fermeture des réserves marines temporaires au niveau de Sarodrano alors que ce n'est pas le cas pour Ifaty si on se réfère à ces valeurs.

3.4.2. Indicateur de perception sur le respect de la réglementation « le Dina »

L'application de la même formule nous permet d'avoir le variable et l'indicateur $I_d = V_d$, dont V_d : la variable liée à la question sur le respect de la réglementation « Dina ».

$$I_{rr} = V_d = [n_{d1} - n_{d2}] / N$$

n_{d1} : nombre de personne ayant répondu Oui à la question posée

n_{d2} : nombre de personne ayant répondu Non à la question posée

N : nombre total de personne enquêtée

En se référant au Tableau 7, on obtient $V_d = (5-22)/28 = -0,60$ au niveau du **village de Sarodrano** et $V_d = (12-12)/25 = 0$ au niveau du **village d'Ifaty**. L'indice de perception du respect de la réglementation est donc négatif pour Sarodrano et nul pour Ifaty.

Tableau 7 : Réponses obtenues lors des enquêtes sur le respect de la réglementation « Dina » au niveau du village de Sarodrano et d'Ifaty.

Nombre de réponse par modalité sur chaque thème (variable)	Villages	
	Sarodrano	Ifaty
Sur le respect du « Dina »		
n_{p1} : nombre de personne ayant répondu Oui à la question posée	5	12
n_{p2} : nombre de personne ayant répondu Non à la question posée	22	12
Nombre de personne n'ayant pas répondu ou n'a pas de position précise sur la question	1	1
N : nombre total de personne enquêtée	28	25

Ces résultats nous indiquent que le respect et l'application de la réglementation « Dina » n'est pas effective (efficace) au niveau des deux villages malgré l'existence de ce dernier.

3.5. Expérimentation sur la capture en post-larves de poissons : potentialité de la PCC dans la zone d'étude

3.5.1. Abondance et variabilité de la capture en post-larves de poissons

Durant l'expérimentation, 17 nuits de pêche ont été réalisées au niveau des deux sites de capture, avec une moyenne de 6 nuits de pêche par mois et 25 CAREs déployés. Sur l'ensemble de la baie, 11 nuits de pêche ont été réalisées au niveau du site 1 (S_1) et 6 nuits de pêche au niveau du site 2 (S_2) (Tableau 8).

Tableau 8 : Nombre de post-larves capturés par nuit de pêche au niveau du site 1 (Ankolatse) et site 2 (Rakaivo) autour des nouvelles lunes (27 Novembre 2008, 27 Décembre 2008, et 26 Janvier 2009).

Cycles	Dates	N° de jour	Sites	Nb de CAREs utilisé	Moyenne du nombre d'individus capturé/nuit/CARE
Cycle1	03/12/2008	1	1	1	1478
	04/12/2008	2	1	1	577
	05/12/2008	3	2	1	112
	06/12/2008	4	2	1	150
	23/12/2008	5	1	2	46
	24/12/2008	6	2	2	181
	25/12/2008	7	2	2	181
Cycle2	28/12/2008	8	2	2	48
	29/12/2008	9	2	2	41
	23/01/2009	10	1	2	65
	24/01/2009	11	1	2	36
Cycle3	28/01/2009	12	1	2	21
	29/01/2009	13	1	1	151
	30/01/2009	14	1	1	47
	01/02/2009	15	1	1	73
	02/02/2009	16	1	1	137
	03/02/2009	17	1	1	88

Ainsi, 4049 post-larves (PL) ont été capturées (Tableau 8) et 33 familles de poissons récifaux identifiées (Figure 32). Parmi ces espèces, 47,1% sont des herbivores ; 27,9% des omnivores, et 24,5% des carnivores.

Il est à noter que le cycle lunaire a été défini à partir des nouvelles lunes. En effet, la première nouvelle lune N_1 est le 27 novembre 2008 (13^{ème} jour sur la Figure 35), la seconde N_2 est le 27 décembre 2008 (43^{ème} jour), et la troisième N_3 est le 26 Janvier 2009 (73^{ème} jour). Le premier cycle lunaire (cycle 1) a été défini comme la période comprise entre 28 novembre au 27 décembre 2008 (14 à 43 jours), le second cycle (cycle 2) entre 28 décembre 2008 au 26 janvier 2009 (44 à 73, jours) et le troisième cycle (cycle 3) entre 27 janvier au 25 février 2009 (74 à 91 jours si on se réfère à la Figure 35).

La moyenne de capture est de $201,8 \pm 85,6$ PL/nuit/CARE avec une moyenne de $9,4 \pm 1,0$ familles capturées par nuit de pêche. La moyenne de capture par site est de $247,2 \pm 131,8$ pour le site 1 (S_1) et $118,7 \pm 25,8$ PL/nuit/CARE pour le site 2 (S_2).

La moyenne de capture par cycle lunaire varie d'un cycle à l'autre, avec un pic de colonisation larvaire au début du mois de décembre ($389,3 \pm 192,7$ PL/nuit/CARE), puis une diminution fin décembre ($47,3 \pm 6,4$ PL/nuit/CARE) suivie d'une autre augmentation à la fin du mois de janvier ($86,2 \pm 20,6$ PL/nuit/CARE).

Parmi les 33 familles identifiées (Figure 32), les familles dominantes en termes de nombre d'individus capturés sont par ordre d'abondance les Siganidae (46,5%), les Gobiidae (20,1%), les Lutjanidae (9,0%), les Pomacentridae (6,2%) et des Apogonidae (4,5%).

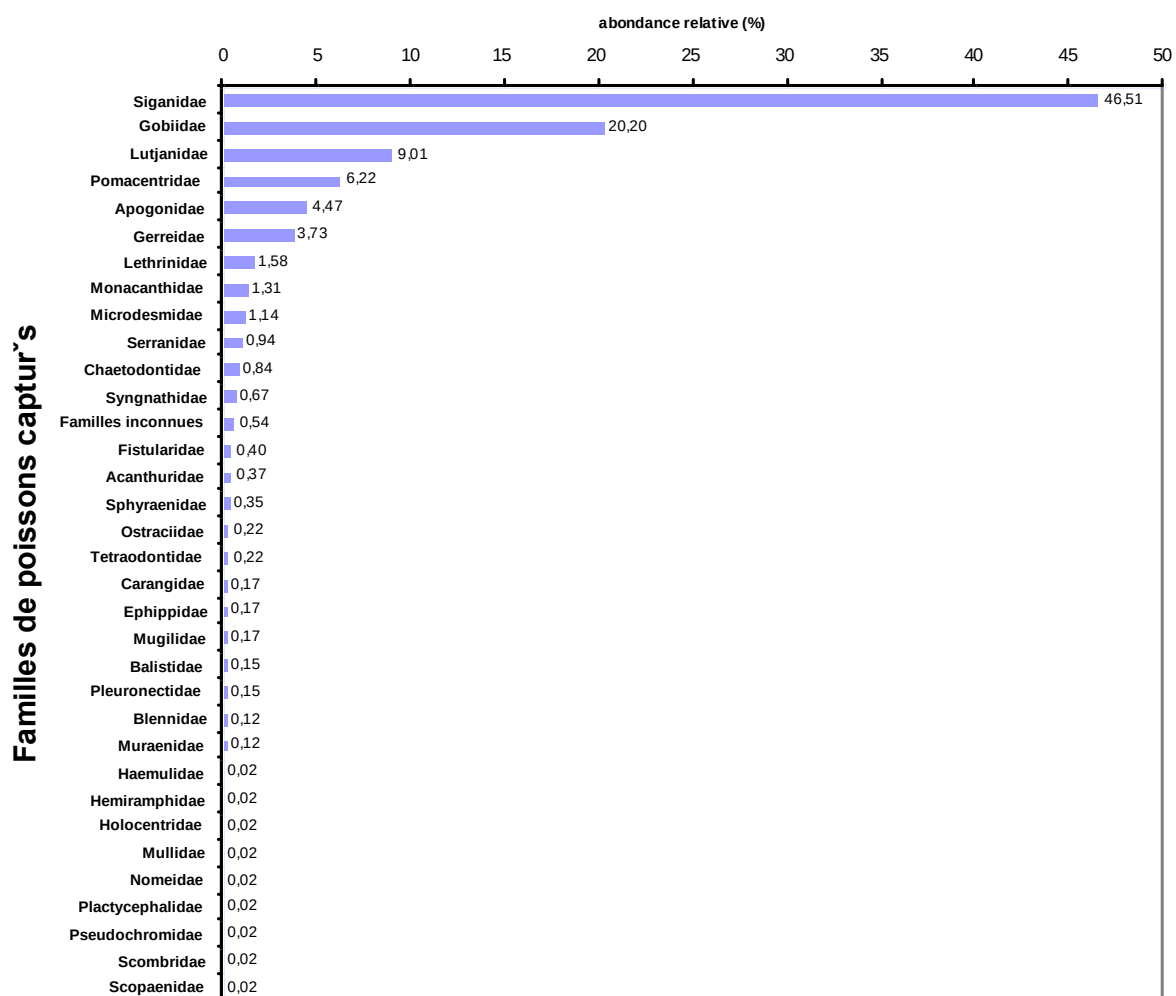


Figure 32: Abondance relative du nombre d'individus capturés par famille par rapport au nombre total d'individus capturés. L'axe x indique l'abondance relative (en %) pour toutes les familles de poissons et l'axe y donne la liste des familles capturées durant l'expérimentation en ordre décroissant.

Quelques genres ainsi que 13 espèces ont pu être identifiés. Parmi les genres, on trouve *Acanthurus*, *Balistoides*, *Parablennius*, *Trachinotus*, *Neonippon*, *Lethrinus*, *Paraluteres*, *Parupeneus* et *Lactoria*. Comme espèces identifiées, il y a *Zebrasoma veliferum*, *Carangoides ferdau*, *Gnathonodon speciosus*, *Chaetodon auriga*, *Hemiramphus commersoni*, *Lutjanus*

monostigma, *Lutjanus argentimaculatus*, *Lutjanus fulviflamma*, *Chromis viridis*, *Pseudochromis natalensis*, *Siganus sutor*, *Siganus argenteus*, et *Sphyræna barracuda*.

67,7% des captures sont des poissons de bouche, 9,3% des poissons d'ornement (Figure 33). Les restant sont des poissons n'ayant d'intérêt ni pour l'alimentation (poissons d'intérêt commercial) ni pour le marché des poissons d'ornement.

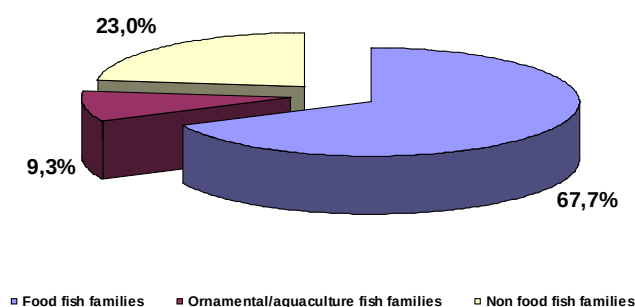


Figure 33 : Répartition des familles de poissons récifaux capturés en fonction de leur importance économique.

Certaines espèces ont été présentes dans les captures tout au long de l'expérimentation, mais avec une variabilité dans les captures. C'est le cas de nos 5 premières familles dominantes : Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Apogonidae et Pomacentridae (Figure 34).

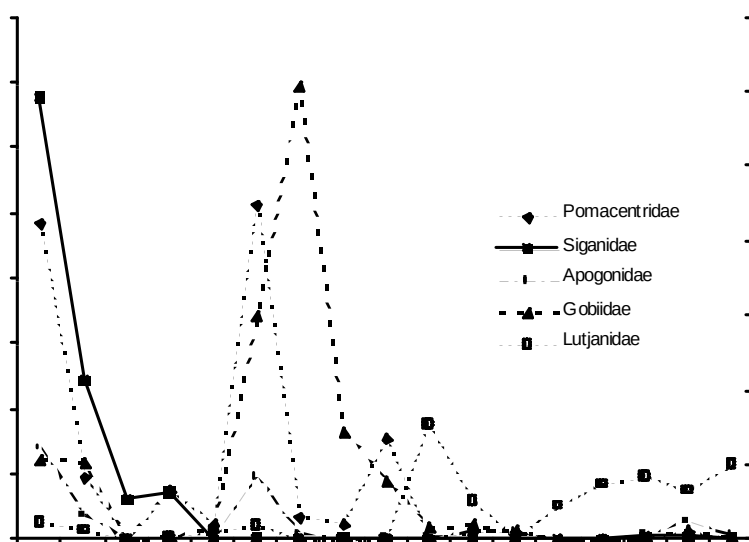


Figure 34: Nombre d'individus capturés par nuit de pêche durant l'expérimentation pour les 5 familles de poissons dominantes. L'axe des ordonnées indique à gauche le nombre des Siganidae et à droite le nombre des Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae et Apogonidae ($N \cdot 10^{-1}$).

D'autres familles comme les Gerreidae, les Serranidae, les Ostraciidae et les Acanthuridae sont capturées seulement à une période donnée (Tableau 9).

Tableau 9 : Représentativité de certaines familles dans les captures par nuit de pêche. +: $N < 10\%$, ++: $10\% \leq N < 50\%$, et +++: $N > 50\%$ (N: nombre d'individus par famille par rapport à la totalité des individus capturés).

Familles	Cycle 1							Cycle 2				Cycle 3						
	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	
Nb de familles captures par nuit de pêche	12	12	4	7	8	17	7	7	7	14	12	11	4	2	7	15	13	
Siganidae	+++	+++	+++	+++		+	+	+							++	+	+	
Gobiidae	+	++		+	++	++	+++	+++	+++	+	++	++				+	+	
Lutjanidae	+	+		+	+	+				+++	++		++	+++	+++	++	+++	
Pomacentridae	+	+		+	+	++	+	+	++		+	+				+		
Apogonidae	+	+		+	+	++	+		+	+	+	++			+	++	+	
Gerreidae													+++	+	+	++		
Lethrinidae	+	+					+	+	+	+					+	+	++	
Monacanthidae	+				++		+		+	+	+							
Microdesmidae											++	++				++	+	
Serranidae	+	+	+															
Chaetodontidae		+			++	+		+		++	+							
Syngnathidae	+	+				+				+	+	+				+	+	
Fistularidae		+				+		+	+									
Acanthuridae		+				+				+	+	+						
Sphyaenidae	+	+				+				+	+		+			+		
Ostraciidae					+					+			+					
Tetraodontidae	+		+	+		+				+		+					+	
Carangidae										+					+	+	+	
Ephippidae																+	+	
Mugilidae															+	+		
Balistidae						+			+		+							
Pleuronectidae																+		
Blennidae					+	+	+									+		
Muraenidae						+				+	+	+						

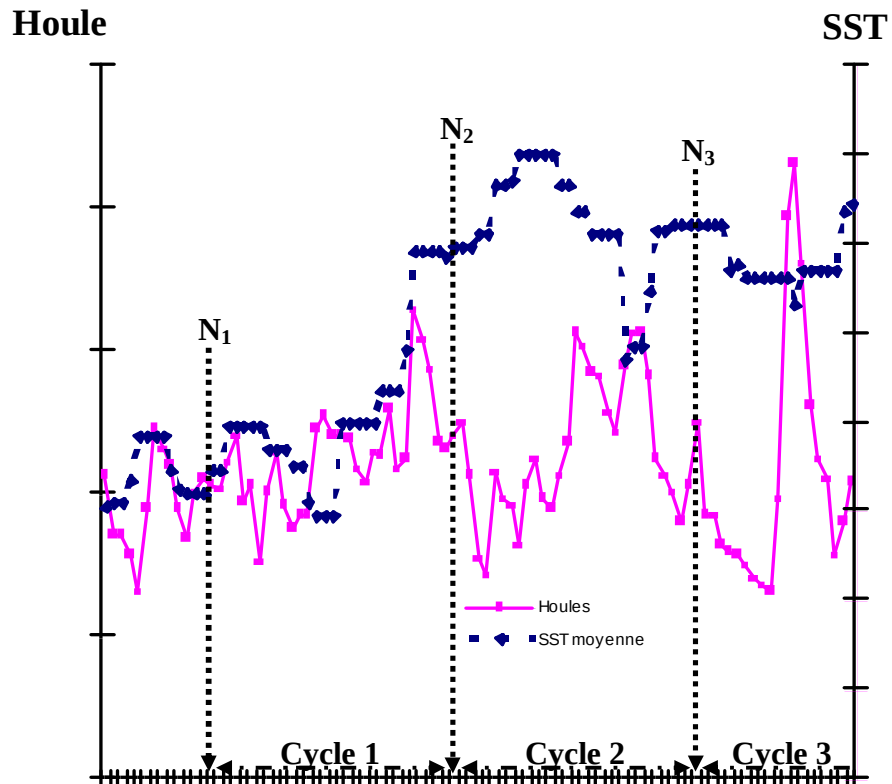
3.5.2. Paramètres environnementaux durant la période d'expérimentation

Les données obtenues via la télédétection montrent qu'il n'y a pas de différence significative de la température de surface de l'eau (SST, en °C) entre les deux sites d'étude durant la période d'expérimentation. Elles étaient relativement homogènes durant l'expérimentation avec une augmentation fin décembre durant le second cycle lunaire. La température moyenne lors de chaque cycle lunaire était de $27,5 \pm 0,7$ (cycle 1), $29,6 \pm 0,2$ (cycle 2) et $29,8 \pm 0,1$ (cycle 3).

Les données relatives au niveau de la houle indiquent une augmentation de la houle au mois de janvier. Le niveau de la houle (exprimé en mètres) était respectivement de $1,0 \pm 0,1$; $1,2 \pm 0,1$ et $1,1 \pm 0,10$ pour les trois cycles lunaires (Figure 35).

L'évaluation qualitative de la turbidité de l'eau de mer lors des nuits de pêche montre qu'elle reste relativement élevée tout au long de l'expérimentation avec néanmoins un niveau plus élevé lors du deuxième et troisième cycle lunaire (Figure 35).

A- Température de surface (SST, moyenne en °C) et du niveau de la houle (moyenne en mètres) au cours de l'expérimentation (15 novembre 2008 au 15 février 2009). Sur l'axe horizontal, les nombres indiquent les jours du début à la fin de l'expérimentation (1 à 91 jours).



B- Turbidités au niveau des trois cycles

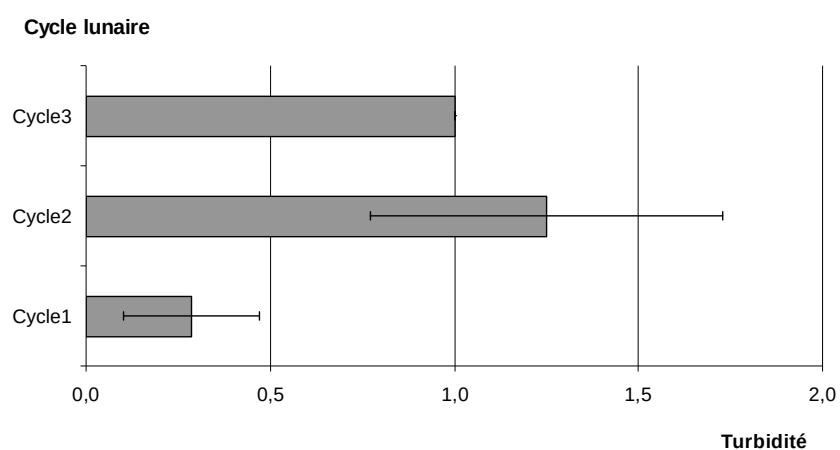


Figure 35 : Fluctuations des paramètres environnementaux durant une période d'expérimentation (15 novembre 2008 à 15 février 2009).

3.5.3. Analyse des paramètres environnementaux influençant la variabilité de la capture

Des analyses statistiques (ACP, test de corrélation de Pearson) ont été réalisées entre (i) les paramètres environnementaux (SST, houle, turbidité) et la capture totale, et (ii) les paramètres environnementaux et la capture des familles dominantes (Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Apogonidae, et Pomacentridae).

Les analyses nous montrent qu'il n'y a aucune relation significative entre la capture totale en post-larves, la houle et la turbidité. En revanche, une corrélation négative a été établie entre la SST et la capture totale ($r=-0.565$; $p=0.018$).

En ce qui concerne les 5 familles dominantes (Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Apogonidae, et Pomacentridae), les analyses montrent que l'apparition de certaines familles serait en relation avec certains paramètres environnementaux. En effet, les Gobiidae sont corrélées avec la houle ($r=0.538$; $p=0.026$) et les Siganidae avec la SST ($r=-0.625$; $p=0.007$). De plus, l'arrivée de certaines familles est corrélée à celle d'autres familles. C'est le cas des Siganidae avec les Apogonidae ($r=0.781$; $p=0.0002$) et les Pomacentridae ($r=0.613$; $p=0.009$).

L'ACP entre les données environnementales et le nombre d'individus capturés pour les 5 familles dominantes nous montre que : (i) les pics d'arrivée des Pomacentridae, Apogonidae et Siganidae sont en relation avec les plus faibles valeurs de SST et de turbidité ; (ii) les Siganidae sont inversement corrélés avec la SST, (iii) les Gobiidae sont fortement corrélés avec des fortes valeurs de la houle ; (iv) les Lutjanidae, bien que moins bien représentés sur ce plan factoriel (cf : distance au cercle de corrélation), sont inversement corrélés à la houle (Figure 36).

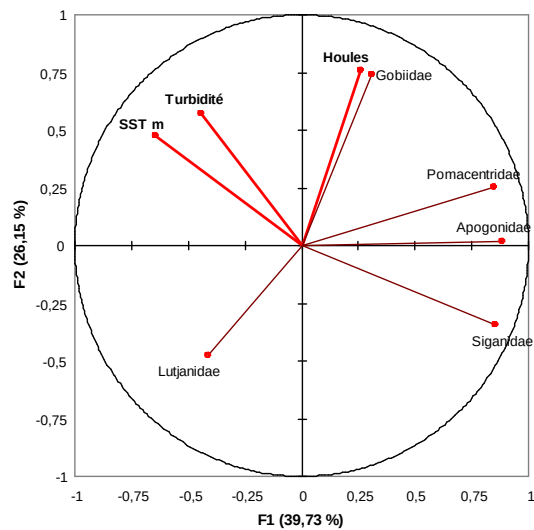


Figure 36 : Analyse en Correspondances Principales (ACP) entre les paramètres environnementaux (température, houle, turbidité) et les 5 familles de poissons dominantes capturées (Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae, Apogonidae).

L'ordination des individus dans les premiers plans factoriels (axes 1 et 2) montre l'effet du site et du temps durant la période d'échantillonnage (Figure 37). En effet, la variabilité spatiale est moins importante que la variabilité temporelle.

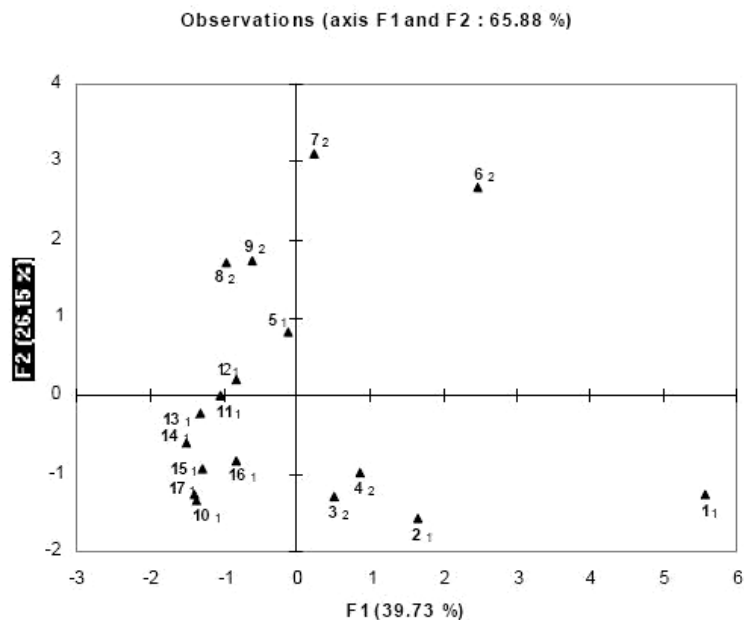


Figure 37 : Plan des observations journalières de l'Analyse en Correspondance Principale (ACP) réalisées entre les variables environnementales (température, houle, turbidité) et les 5 familles dominantes capturées (Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae, Apogonidae). Les nombres en gras indiquent le numéro de jour d'observation et les indices indiquent le site de pêche dont l'indice 1 indique celle du site 1 et l'indice 2 indique celle du site 2.

3.5.4. Synthèse

Ces analyses nous montrent que la baie de Toliara possède une grande potentialité pour la capture et la culture de post-larves de poissons (PCC) avec des moyennes élevées d'individus capturés d'une part ($201,8 \pm 85,6$ PL/CARE/nuit) et de diversité spécifique de larves ($9,4 \pm 1,0$ familles capturées/CARE/nuit). Mais les arrivées de larves (abondance, diversité) varient d'un cycle lunaire à l'autre, résultat dû en partie à la fluctuation des paramètres environnementaux tels que la température, la houle et la turbidité. La température est le principal facteur qui conditionne l'arrivée des larves sur le récif.

Lorsque les familles de poissons sont considérées, nos résultats montrent que les Gobiidae sont influencés par la fluctuation du niveau de la houle, les Siganidae par celle de la température de surface (SST) et les Pomacentridae, Apogonidae, et Siganidae par les variations de la SST et de la turbidité.

4. Discussions

4. Discussions

4.1. Perceptions des réserves marines de pêche par les pêcheurs

4.1.1. Perception de l'impact des RMTs au niveau des villages étudiés

Les résultats de l'étude montrent une différence de perception de l'impact des RMTs entre le village de Sarodrano et le village d'Ifaty. En effet, les pêcheurs de Sarodrano perçoivent un impact traduisant une meilleure performance de leur RMTs sur leur production de pêche, c'est-à-dire sur leur capture générale et sur l'abondance de leur capture en poissons, poulpes, calmars et crustacés. En revanche, les pêcheurs d'Ifaty affirment que leur réserve n'a pas d'impact sur leurs captures, elle n'atteint donc pas les objectifs fixés par les RMTs. Cette différence est sans doute la résultante de plusieurs facteurs qui interagissent entre eux. Les trois principaux peuvent être :

1- La **potentialité biologique de la zone mise en réserve** elle-même ainsi que de sa dimension. En effet, les réserves de Sarodrano avec leurs superficies respectives de 109.1 et 162.7 Ha constituent la principale zone de pêche des pêcheurs du village. En revanche, la zone mise en réserve à Ifaty avec une superficie de 34 Ha ne représente que la seconde zone de pêche du village. La potentialité biologique en ressources halieutiques dans les réserves marines serait donc plus élevée à Sarodrano qu'à Ifaty.

2- La **distance des réserves marines au village**. La visibilité des sites à partir du village jouerait un rôle important pour expliquer ce contraste des perceptions de la performance des réserves (McClanahan *et al.*, 2006b). La proximité du site favorise le suivi de la zone et le respect de la réglementation, appelé ici « Dina ». Dans le cas de Sarodrano, les réserves sont directement visibles à partir du village, ce qui laisse la possibilité de surveiller les infractions commises par les pêcheurs résidents ou ceux des autres villages. Ces infractions se traduisent à travers des activités de pêche clandestines (braconnages). Une courte distance entre le village et la réserve marine limiterait la possibilité d'infraction sur la zone. Par contre, la réserve d'Ifaty est à peine visible depuis le village, ce qui ne facilite pas la surveillance des infractions commises. Elles peuvent être commises aussi bien par les pêcheurs résidents (infractions internes) que les pêcheurs des villages voisins (infractions externes).

3- Le **niveau de dépendance des deux villages à la pêche**. La menace qui pèse sur la pêcherie peut contribuer à des différences de perceptions des pêcheurs sur les réserves. Ainsi, le village

de Sarodrano fort dépendant à la pêche et n'ayant aucune autre alternative rentable, s'ouvre à l'intérêt que peut apporter les réserves en acceptant de choisir la fermeture de leurs principales zones de pêche, percevant la surpêche comme l'une des menaces qui pèse sur leur pêcherie. Ce phénomène n'est pas observé chez les pêcheurs d'Ifaty qui pensent, selon les données d'enquêtes de Ranaivomanana (2006), que l'augmentation du rendement de pêche repose sur l'augmentation de la capacité des engins de pêche. De ce fait, les pêcheurs d'Ifaty justifient leur choix de zone mise en réserve en sélectionnant une zone secondaire de pêche. En effet, l'importance de l'activité de pêche dans la vie du pêcheur peut aussi dicter son attitude et sa perception face à une mesure de gestion de la pêcherie (Dimech *et al.*, 2009).

Les pêcheurs du village de Sarodrano dans la baie de Toliara ont donc une perception positive de l'effet des RMTs, qui se traduit *in fine* par une meilleure acceptation des RMTs. En revanche, les pêcheurs du village d'Ifaty dans la baie de Ranobe ont une perception plus mitigée de ces dernières et risquent d'avoir une faible acceptabilité des RMTs.

L'étude nous a montré que la perception des pêcheurs vis à vis d'une mesure de gestion par des réserves marines n'est pas homogène. Elle varie en fonction de l'usage, de l'espace et du service que peut rendre ces dernières pour leur pratique, précurseur de leur bien être. Ceci est également signalé dans d'autre cas d'étude au Vietnam (Svensson *et al.*, 2010), au Sénégal (Sene, 2010), et à l'île de la Réunion (Thomassin *et al.*, 2010a; Thomassin & David, soumis).

4.1.2. Perception de l'impact des RMTs par pratiques de pêche

La pratique des différentes techniques de pêche offre des avantages et des inconvénients en fonction du type d'activité. En effet, les techniques des filets, lignes et fusils permettent d'utiliser un large espace géographique pour la pêche. De plus, les pêcheurs ont la possibilité d'adapter leurs techniques selon la situation (pluri-activité). En revanche les pêcheurs à la senne de plage sont limités dans leur activité à un espace donné, essentiellement sur les rivages. De même, la technique de la pêche à pied se limite aux platier récifaux, sur les espaces émergés pendant les périodes de vives eaux (Toany, 1995; Salimo, 1997). De plus, les pêcheurs utilisant la senne n'ont généralement pas l'aptitude à utiliser une autre technique de pêche par manque de connaissances sur les autres pratiques de pêche, ayant été formés essentiellement par des ethnies d'agriculteurs et d'éleveurs (Tanalana, Masikoro, Antandroy,

etc). Agriculteurs et éleveurs se convertissent à la pêche le plus souvent à cause de la sécheresse.

À titre d'exemple, prenons les pêcheurs du village de Sarodrano.

Dans le cas des pêcheurs à la senne de plage, ils ont comme zones de pêche les espaces marins se trouvant sur le rivage, souvent proches des mangroves. La fermeture de la zone d'Ankorohoke ne leur laisse comme possibilité de pêche que les petites espaces se trouvant au Nord de la réserve à mangrove (voir carte Figure 9). Les espaces coralliens ne sont pas favorables pour l'usage de leur technique de pêche. La conversion en une autre technique leur est difficile et nécessite un minimum de compétence et connaissance. Ainsi, ils ne peuvent pas se convertir d'une manière temporaire ou durable à d'autres techniques comme la pêche à pied ou à la ligne, la pêche à la traîne ou aux filets pour exploiter des céphalopodes. Ayant des connaissances limitées sur les céphalopodes, ils ne prennent pas position sur la question de perception relative à l'impact des réserves sur l'abondance des captures en céphalopodes.

Dans le cas des autres techniques (filets, lignes, fusils, pêche à pied), lors de la fermeture des RMTs, les pêcheurs peuvent exploiter d'autres zones ouvertes à la pêche. Et si ses zones ne sont pas favorables à l'utilisation de leur technique privilégiée, la conversion en une autre technique reste une option envisageable. Ce qui explique les différences de perception face aux réserves marines entre les pêcheurs de senne de plage et ceux utilisant d'autres techniques (polyvalent, filets, lignes, fusils, pêche à pied). En effet, les senneurs perçoivent que la fermeture des réserves marines a un impact négatif sur leur activité, a un impact sur le renversement de bloc de coraux, et ignorent l'impact de ces dernières sur les céphalopodes. Ces pêcheurs ont donc une mauvaise perception par rapport aux autres pratiques de pêche, les bénéfices apportés par les RMTs n'étant pas égales ou supérieures à la valeur des contraintes (exemple : changement de zones de pêche, diminution des captures) imposées par la fermeture pour cette technique.

4.1.3. Perception de l'impact des RMTs sur d'autres aspects des comportements des pêcheurs

Si des contraintes (exemple la modification de leur zone de concentration de pêche lors de la fermeture des réserves) ont été perçues par les pêcheurs favorables à la fermeture des zones de pêche (cas de Sarodrano), les RMTs n'ont pas d'impact significatif sur d'autres comportements comme l'habitude d'une pratique de pêche et la consommation des produits de la mer. En effet, les pêcheurs pêchent toujours en utilisant la même technique utilisée habituellement avec la

même fréquence hebdomadaire et garde la même portion de capture pour l'autoconsommation comme ceci a été présenté dans les résultats. Ceci peut être interprété de différentes manières : d'un côté, la fermeture des zones de pêche ne provoque pas un risque de rejet de la RMT dans la mesure où elle ne constitue pas une menace significative pour la survie des pêcheurs. Mais d'un autre côté, cela limite le niveau d'implication des pêcheurs, car une amélioration de l'efficacité des réserves devrait amener une amélioration du bien être des pêcheurs et donc faciliter l'appropriation des RMTs.

4.1.4. De la perception à l'acceptabilité des pêcheurs face aux RMTs, et leurs durabilités

Malgré les contraintes dues aux modifications de leurs habitudes de pêche (fermeture de certaines zones de concentration de pêche) et à la diminution des captures pendant la fermeture des zones de pêche, les pêcheurs de Sarodrano ont une meilleure perception des réserves marines que ceux du village d'Ifaty. Ceci traduit une bonne acceptabilité des réserves marines à Sarodrano et une plus faible acceptabilité à Ifaty et reflète la supériorité de la valeur accordée pour les bénéfices à Sarodrano par rapport à la valeur des contraintes qu'imposent les RMTs. Ces hypothèses sont recevables dans la mesure où la perception reflète l'acceptation sociale (Lalande, 1985).

Cette différence de l'acceptabilité entre les deux villages serait due aussi au niveau de dépendance du pêcheur vis-à-vis de son activité, le choix des zones mises en réserve étant fait en concertation avec les pêcheurs (cf. processus de mise en place des réserves, Figure 8). Ce qui fait que l'un des deux villages (Sarodrano) a choisi ses meilleures zones de pêche (Rakaivo, Ankorofoke) alors que l'autre (Ifaty) a sélectionné une zone de pêche secondaire (Tsimanefa). Le choix de la meilleure zone met en exergue l'impact positif de la fermeture sur la production biologique et halieutique (captures), améliorant ainsi la perception (acceptation), et stimulant par la suite l'appropriation des réserves par la population, et donc la durabilité des réserves. Par contre, le choix d'une zone secondaire ne souligne pas l'intérêt que peut apporter les réserves pour la communauté de pêcheurs, augmentant ainsi le risque de rejet et menaçant la durabilité des mesures de régulation telles que les réserves marines.

La perception des menaces de la pêcherie joue sans doute un rôle important dans la différenciation observée entre les deux villages (Ranaivomanana *et al.*, soumis) dans la mesure où cette perception des menaces influence le niveau d'implication même de la population. Ceci expliquerait que les pêcheurs de Sarodrano, conscients de la menace qui pèse sur leur pêcherie, aient pris conscience de l'importance de la mise en application des mesures de restriction de la

pêche. En revanche à Ifaty, les pêcheurs misent d'avantage sur une augmentation de leur moyen de pêche pour améliorer leur production (Ranaivomanana, 2006). La perception des menaces qui pèsent sur la pêcherie expliquerait donc leurs choix. A Sarodrano, les populations favorables aux RMTs pour augmenter leur production de pêche, sont favorables à la mise en réserve de leurs principales zones de pêche. Ce phénomène est identique à ce qui a été observé pour les RMTs de Velondriake à Andavadoaka, village situé dans la commune de Befandefa (au Nord de Toliara), où la fermeture des zones de pêche pendant une période donnée a donné un bon rendement de pêche suite à la réouverture de la réserve marine de pêche (Ratsimbazafy, 2010). L'augmentation du rendement accroît l'intérêt des pêcheurs de ces villages vis-à-vis des réserves, donc leur perception (acceptabilité) et stimule l'appropriation des réserves dans cette région. En revanche, à Ifaty, les populations comptent sur la performance des engins de pêche pour améliorer leur rendement de pêche. De ce fait, ils préfèrent garder leur principale zone de pêche pour l'exploiter au maximum et mettre en réserve des zones de pêche secondaires comme Tsimanefa en signe de participation au programme des RMTs.

4.1.5. Rôle de la sensibilisation, de l'éducation et de l'expérience dans la perception des RMTs par les pêcheurs

Les résultats des enquêtes de perception nous montrent aussi un regroupement des modalités des variables qui seraient liées au programme de sensibilisation et d'éducation mis en place par les ONGs (SAGE, WCS, Reef Doctor) et les observations faites par les pêcheurs.

En effet, le regroupement des modalités « oui » des variables correspond soit à des questions auxquelles des groupes de pêcheurs sont bien sensibilisés, soit à leur propre expérience, les pêcheurs ayant trouvé un impact réel des RMTs suite à la fermeture temporaire de leur zone de pêche. D'après les enquêtes réalisées dans cette étude, les pêcheurs définissent une réserve comme une zone interdite à la pêche pour augmenter les ressources marines et la production de pêche, et pour protéger les coraux.

En revanche, le regroupement des modalités « non » indique des variables pour lesquelles d'autres groupes de pêcheurs ne sont pas sensibilisés ou pour lesquelles ils ne trouvent pas d'impact réel suite à leur expérience de mise en réserves dans leur village.

Les modalités « ne sais pas » correspondent à des pêcheurs qui ne se sentent pas impliqués ou marginalisés au cours des processus de mise en place des réserves marines. En effet, ils ne s'intéressent pas à l'impact que pourrait produire les RMTs sur les captures en poissons, poulpes, calmars, crustacés, voire les ignorent. Ils n'ont alors pas fait attention ni à la

sensibilisation, ni à l'observation des impacts que pourraient produire les réserves. Ainsi, ils n'arrivent pas à se positionner et n'ont pas d'opinion précise.

4.2. Méthode d'identification et de validation de perception des pêcheurs

4.2.1. Forces de la méthode

Méthode d'accès aux données

Le principal apport de la méthode proposée réside dans l'accès aux perceptions, en minimisant les biais liés aux réponses ainsi qu'en validant scientifiquement ces données d'enquête via des activités de suivi réalisé en parallèle. Nombreuses sont les études sur les perceptions des acteurs (des pêcheurs ou autres) concernant une mesure de protection, de conservation et de gestion des pêcheries (Dimech *et al.*, 2009; Svensson *et al.*, 2010; Thomassin *et al.*, 2010a; Thomassin *et al.*, 2010b) qui se basent sur des interviews ou des enquêtes via des questionnaires. Mais la validité scientifique des données obtenues, et leur véracité sont très discutables ; la perception des pêcheurs présente ses propres limites, même en adoptant une approche la plus fine possible, du fait de la nature qualitative des données obtenues via des enquêtes (Andrianandrasana *et al.*, 2005). C'est le fondement de notre proposition de validation des perceptions par des suivis. Ces suivis doivent être adaptés au contexte de la zone étudiée afin d'optimiser la faisabilité et la précision des informations collectées.

Compatibilité et complémentarité des méthodes

La confrontation des méthodes développées dans ce travail montre qu'il existe une compatibilité et/ou une complémentarité des résultats de perception avec ceux des activités de suivi (capture et consommation) en fonction des cas abordés. On observe une compatibilité dans la confrontation des perceptions et des suivis sur l'abondance des captures en poissons, poulpes, et calmars au niveau des deux villages d'étude. Par contre, une complémentarité a été observée pour la perception et le suivi en relation avec la fréquentation des zones de pêche, ainsi que sur la consommation en poissons.

A titre d'illustration, prenons le cas de la fréquentation des zones de pêche où les perceptions indiquent que les pêcheurs de Sarodrano signalent un impact de la fermeture de leur RMTs alors que ceux d'Ifaty signalent l'absence d'impact de la RMT sur la concentration de leur zone de pêche. Ces différences sont confirmées par l'analyse de suivi sur la fréquentation des

zones de pêche qui montre que cette situation est expliquée par le fait que les RMTs de Sarodrano correspondent à leur principale zone de pêche, tandis que la RMT d'Ifaty est une zone secondaire de pêche. De ce fait, la zone de concentration de la pression de pêche change et se répartit sur la plupart des zones ouvertes pour Sarodrano, alors qu'elle reste sur les principales zones de pêche pour Ifaty lors de la fermeture des réserves. On observe donc un changement à Sarodrano, alors que la pêche reste focalisée au niveau des principales zones à Ifaty en augmentant la pression au niveau de ces dernières. Quoi qu'il en soit, ceci montre une hausse des pressions au niveau des zones ouvertes et souligne un des impacts négatifs de la fermeture des zones de pêche. Elle s'explique par la diminution de la surface exploitable (Russ *et al.*, 1992; Nowlis & Roberts, 1997).

Au niveau de la consommation, les perceptions montrent que la fermeture dues aux réserves n'a pas d'impact sur la consommation des pêcheurs. En prenant le cas de leur consommation en poissons, les observations des suivis montrent que la période de fermeture n'a pas d'impact sur cette consommation dans la mesure où celle-ci présente peu de fluctuations en quantité. Seule la qualité varie en fonction de la diversité spécifique des captures. C'est le cas dans les deux sites d'étude, pouvant être généralisé pour la région du Sud Ouest malgache.

4.2.2. Limites de l'étude

La validation des perceptions via un suivi de pêche présente certaines faiblesses car elle se limite au niveau des domaines socio-écologiques précis et halieutiques. Ainsi, il ne permet pas de réaliser une confrontation des perceptions en relation avec l'état des habitats (appartenant à un autre domaine).

Prenons comme exemple la mise en évidence d'une perception positive des pêcheurs sur l'impact des RMTs sur la pêche. Cependant, les éventuels impacts écologiques sur les habitats récifaux ne peuvent pas être relevés en utilisant la méthode de suivi utilisée pour valider les perceptions relatives à ces derniers. Dans ce cas, on suppose que les impacts écologiques attendus par les scientifiques se traduisent par des impacts économiques pour les pêcheurs. Les impacts écologiques réels pourraient ainsi être différents des perceptions des pêcheurs à travers le filtre des captures.

4.2.3. Précaution à prendre

L'application de la méthode d'accès aux perceptions nécessite la prise en considération de certains paramètres conditionnant l'accessibilité à l'information, tels que la maîtrise du langage local pour la formulation des questions et la compréhension des réponses, l'acquisition de la confiance des personnes enquêtées par l'enquêteur, et autres critères qui peuvent influencer d'une manière significative les résultats obtenus et les fausses totalement de la réalité. Le respect de ces conditions permet d'installer une relation de confiance, en interviewant la personne enquêtée dans son environnement familial favorisant des réponses franches et non en fonction des attentes de l'enquêteur. Imaginons le cas où il est question d'étudier les perceptions sur l'impact des RMTs ; en temps normal un enquêteur débarque dans le village, réunit quelques pêcheurs, ouvre son chemisier, et sort sa fiche d'enquête après quelques discours sur l'objectif de sa mission. Puis, commence à enquêter en utilisant un langage pouvant être tout sauf un langage local, par exemple dans les pires des cas en utilisant un langage des hauts plateaux ou des « Ambaniandro²² » d'après les « Vezo ». Ce type de situation les emmènent à répondre directement aux questions posées par des réponses conformes à la sensibilisation reçue des ONGs sur les bénéfices obtenus à partir des réserves marines (une augmentation de la production des pêches, une diminution des pressions de pêche sur la population de poisson, une amélioration des états des habitats, une conservation pour les générations futures, etc). Ce qui, dans la majorité des cas, est sans doute loin de ce qu'ils pensent et perçoivent vraiment.

L'utilisation d'un protocole de suivi avec des fiches de suivi simples et un système d'évaluation de l'abondance compatible avec leur logique d'évaluation est d'avantage plus efficace que l'utilisation d'un protocole de suivi purement scientifique. Prenons comme exemple la zone du Sud Ouest de Madagascar où la plupart des villages raisonne en termes de nombre d'individus de l'espèce capturée ou de seaux comme unité de mesure, plutôt qu'en kilogrammes (kg) en ce qui concerne les poissons. Ce concept nous oblige à choisir une unité d'estimation des captures des espèces de poissons en nombre d'individus. Par contre, pour le cas des céphalopodes, ils se vendent et s'estiment en kg. Il est ainsi possible (Brenier, 2009) mais difficile à maintenir sur le long terme une activité de suivi confié à un pêcheur ou à une mareyeuse sur les poissons dont l'unité d'estimation est le kg ; et il est encore plus difficile

²² Le terme « Ambaniandro » est le nom local des personnes des hauts plateaux de malgache. Les « Vezo » ont un comportement hostile vis-à-vis de ces derniers. Cela provient des faits historiques lors des périodes royales.

lorsqu'il s'agit de demander à ces derniers d'avoir une mesure de la longueur des poissons car cela représente une lourde tâche pour eux sur le long terme.

4.3. Indicateurs pour le suivi de l'évolution de la perception des réserves marines de pêche par les pêcheurs

Suite à notre étude, plusieurs indicateurs peuvent être proposés : des indicateurs de suivi et des indicateurs de perception. Parmi les indicateurs de suivi, la capture par unité d'effort (CPUE) est parmi l'indicateur le plus proposé la plus part de temps pour le suivi de la pêche (Clua *et al.*, 2005; Pelletier *et al.*, 2005). C'est sur cette base que les CPUE en poissons, poulpes, calmars peuvent être proposés comme indicateurs de suivi dans le cas des réserves marines de pêche dans le Sud Ouest de Madagascar par rapport à d'autres indicateurs (effort de pêche : nombre d'engin, nombre de pêcheur, leur distribution spatiale, et autres) dont l'obtention est souvent difficile dans la zone, d'autant plus que l'un des objectifs des réserves consiste à augmenter la production de pêche. Plusieurs études confirment la pertinence et la performance des CPUE dans les cas des pêcheries récifales au niveau des communautés ichtyologiques (McClanahan & Kanda-Arara, 1996) et au niveau des invertébrés (Engel & Kvitek, 1998).

Par contre, très peu d'études parlent d'indicateur social, c'est à dire relatif à la perception des principaux usages du milieu marin sur les AMPs. C'est un moyen de mesure très complexe dans la mesure où le contexte social est variable d'un pays à autre, d'une zone à une autre.

D'où, notre proposition d'indicateur de perception sociale de l'impact des réserves sur la production de pêche et la perception sur le respect de la réglementation visant à gérer les réserves marines. Ces indicateurs nous semblent être porteurs d'intérêt commun pour les pêcheurs, et ne sont pas influencés par les facteurs mentionnés ci dessus. Le choix est justifié par l'idée qu'ont les pêcheurs sur les réserves marines dans la mesure où notre enquête sur la signification d'une réserve marine indique qu'elle constitue une zone interdite à la pêche visant à augmenter les ressources marines et la production de pêche.

Ainsi, on trouve un indice de perception de la production de pêche beaucoup plus élevé au niveau de Sarodrano qu'à Ifaty. C'est la traduction d'une perception plus élevée au niveau de Sarodrano qu'à Ifaty de l'impact des réserves marines temporaires sur leur capture de pêche. La cause potentielle a été discutée ci-dessus.

Par contre, on observe une mauvaise perception de l'application du « Dina » à Sarodrano ($I_{rr}=-0,60$) qu'à Ifaty ($I_{rr}=0$). Ceci est sans doute du à **la faible capacité/efficacité de la structure locale de gestion** à appliquer le « Dina », ainsi qu'à une faible capacité de choix des pêcheurs en raison de l'inexistence d'alternative rentable pour subvenir à leur besoin de survie et pour combler les contraintes liées à la diminution des captures lors de la fermeture des zones de pêche.

Ces faits reflètent l'existence **d'un problème dans la gouvernance** des réserves marines, lequel serait du à la présence du *réseau d'alliance familiale*, de mariage, de « Ziva » entre les clans « Vezo ». Les obligations qu'entretient ce réseau d'alliance les rendent incapables d'appliquer le « Dina » face à un pêcheur appartenant à ce réseau. C'est le cas observé à Sarodrano où la confrontation d'un pêcheur membre du réseau d'alliance à une infraction rend difficile l'application du « Dina ». Ce qui conduit les autres pêcheurs à enfreindre le « Dina » par la suite. Ceci confirme la théorie selon laquelle une réserve de pêche n'aura plus de chance d'être respecté qu'elle se mettra en place sur des sites très pêchés et avoir une valeur symbolique pour les pêcheurs (David *et al.*, 2006). Par conséquent, son respect marque le succès (la performance) de la réserve.

A cela s'ajoute d'autre facteur tel que *la crédibilité des membres de structure de gestion* de la réserve (le chef Fokontany et les membres de l'association locale de gestion). Dans le cas où ceux ci n'inspirent pas confiance à la population pour une mode de gestion à confiance mutuelle, ils sont perçus comme les principaux bénéficiaires dans la mise en place des réserves. Ce fut par exemple le cas pour les membres de l'Association TAHOSOA, dans la Zone de Toliara, et les membres de l'Association FIMIARA pour la baie de Ranobe. D'où la mise en évidence de pêches clandestines²³ (Figure 28) lors des suivis de pêche, et parfois de conflits entre les membres de la structure de gestion et la population.

Par contre, Ifaty paraît plus ou moins indifférent à cette question du fait que la position du site (la RMT, Tsimanefa) par rapport au village ne leur permet pas d'avoir une meilleure surveillance que celle se basant sur des observations faites par des personnes pêchant dans les zones voisines du site.

Une troisième raison non négligeable est *l'absence d'une alternative rentable* proposée afin d'augmenter la capacité de choix de la population face à la diminution du rendement due à la fermeture des zones de pêche dans le cas d'une population exposée à la pauvreté. L'absence

²³ Une pêche clandestine définie toute forme de pêche réalisée à l'intérieur des zones de pêche mise en réserves pendant leur période de fermeture.

d'activité alternative ne leur laisse le choix que d'enfreindre les réglementations pour subvenir au besoin de survie. Ce qui confirme l'hypothèse posée par De Montalembert (cité par (Arnold, 1992)) selon laquelle on ne peut pas parler de conservation et de protection sans se préoccuper des aspects socio-économiques au niveau de la population, surtout dans un pays en voie de développement. Cette hypothèse est confirmée dans le cas de la petite pêcheerie récifale.

Toutes ces réflexions nous conduisent à remettre en cause l'efficacité du « Dina » actuel comme il a été observé dans d'autres cas de gestion (exemple : le cas de gestion communautaire de Nosy Ve, impliquant le nouveau « Dina » dans le mode de gestion) (Rakotoson & Tanner, 2006; Bérard, 2009). Malgré sa nécessité, une révision de la conception de ce dernier est à considérer : il faudrait prendre en compte dans le mode de gouvernance des réserves marines les différences en fonction des régions, des groupes ethniques, de leur organisation sociale, de leurs activités économiques, etc. Cela est peut-être due à une mauvaise compréhension du fondement et du fonctionnement du « Dina », provoquant souvent des tentatives infructueuses dans le système de conservation contemporaine (Cinner & Aswani, 2007). Dans notre cas, les « Dina » sont perçus par les pêcheurs comme un outil d'interdiction ou de contrainte (Rabearisoa, 2006) introduit d'une manière indirecte par les ONGs et l'Etat pour atteindre leurs objectifs mais non pour servir l'intérêt des populations. Pour cette dernière (pêcheurs y inclus), ce n'est pas le vrai « Dina » que les anciens utilisaient dans le passé.

4.4. Méthode PCC comme outil potentiel pour diversifier les alternatives à la pêche

4.4.1. Potentialité en post-larves de la zone : diversité et abondance des captures

La colonisation en PL est élevée sur les récifs coralliens de la baie de Toliara malgré la surexploitation du lagon et des platiers récifaux, et la dégradation de l'écosystème (Bemahafaly, 1997; Vasseur, 1997; Brenier, 2009). Ainsi, plus de 4000 post-larves et 33 familles ont été capturées durant l'expérimentation, ceci malgré un faible taux d'échantillonnage (17 nuits de pêche) et un nombre minimum de CARE utilisé au cours de trois cycles lunaires.

De plus, la capture moyenne en PL/CARE/nuit a été très élevée sur les sites d'étude (202 PL/CARE) en comparaison à d'autres sites à travers le monde comme l'île de La Réunion, Fidji, Hawaï et les Philippines, avec une moyenne de capture respective de 36, 32, 20 et 19 PL/CARE/nuit en utilisant les mêmes techniques de pêche (données non publiées, source : Lecaillon en communication personnelle). Les valeurs moyennes obtenues sur ces sites correspondent à la valeur la plus basse de notre campagne d'échantillonnage à Toliara (21 PL/nuit/CARE, Tableau 8).

Le nombre de familles capturées reste stable au cours des trois cycles d'échantillonnage avec une moyenne de 9 familles/CARE/nuit. Le nombre total de familles capturées au cours de l'expérience (33 familles) a été plus élevé à Madagascar que dans d'autres pays comme la Nouvelle-Calédonie (27 familles capturées, (Carassou & Ponton, 2007), Puerto Rico (24 familles capturées, (Dennis *et al.*, 1991) ou la Grande Barrière de Corail (24 familles capturées, (Milichich, 1988). Ce résultat témoigne de la diversité ichthyologique des post-larves dans la zone du Grand Récif de Toliara.

Quelques familles sont prédominantes dans les captures, à savoir les Siganidae, les Gobiidae, les Lutjanidae, les Pomacentridae, les Apogonidae, les Gerreidae et les Lethrinidae (Figure 32 et Figure 34). Ce résultat peut être expliqué soit par le fait que les familles dominantes capturées sont celles qui prédominent aussi dans les observations visuelles en plongée (Harmelin-Vivien, 1979; Rasoarimalala, 2001), soit par les stratégies de colonisation fonction de la période de reproduction des adultes (Leis, 2002). Ainsi certaines familles, comme les Apogonidae ont été capturées régulièrement le long des périodes de capture (Tableau 9), tandis que d'autres telles que les Siganidae sont arrivées par pics. De plus, la plupart des espèces et

des familles capturées au cours de cette étude se trouvent dans les filets des pêcheurs (Laroche & Ramananarivo, 1995; Brenier, 2009; Davies *et al.*, 2009). La colonisation importante des post-larves de poissons dans la baie de Toliara montre que, malgré l'importante dégradation des habitats (Vasseur *et al.*, 1988; Bemahafaly, 1997; Harris *et al.*, 2009), il existe de réelles potentialités de colonisation ichtyologique et de repeuplement du récif de Toliara actuellement surexploité. Le recrutement²⁴ pourrait être limité par la dégradation de l'habitat, facteur reconnu comme essentiel dans le succès du recrutement.²⁵ (Chabanet & Letourneur, 1995; Lecchini *et al.*, 2007b; Lecchini *et al.*, 2007a). Vu l'état de surexploitation et de dégradation de l'habitat sur le GRT, le taux élevé de colonisation observée au cours de notre étude pourrait aussi être reliée aux arrivées de post-larves provenant de récifs extérieurs comme les récifs situés dans la baie de Ranobe ou dans la zone d'Anakao. Cette hypothèse met en avant les connectivités possibles entre les récifs dans la zone Sud Ouest de Madagascar via un recrutement régional²⁶, hypothèse que nous privilégions dans le cadre de cette étude (Mahafina *et al.*, 2009; Mahafina *et al.*, soumis).

4.4.2. Influence des paramètres environnementaux sur les captures

La capture de post-larves est liée aux conditions environnementales, et notamment à la turbidité car l'efficacité de l'équipement de capture repose essentiellement sur la visibilité dans l'eau (David & Richard, 2005; Rauby, 2006; Carassou *et al.*, 2009). Ainsi à la fin du mois de Janvier 2009 (cycle 3 de la période expérimentale), après de fortes pluies, la turbidité élevée enregistrée sur le site S₂ sous influence directe du fleuve Onilahy (Rakotondralambo, 2008), a limité fortement l'usage de l'outil et les captures, ce qui nous a conduit à suspendre les captures sur ce site.

Nos résultats ont montré que la capture totale de PL est inversement liée à la SST et à la turbidité. La relation significative entre la capture totale et la SST peut être expliquée par les exigences des larves au cours de leur phase pélagique, en particulier leurs besoins en plancton pour l'alimentation (Carassou *et al.*, 2008). En effet, la SST est corrélée à la concentration en chlorophylle (un marqueur de la présence de plancton) qui augmente avec la température

²⁴ Le recrutement est l'intégration des juvéniles dans les populations d'adultes.

²⁵ Un recrutement est dit local lorsque les post-larves qui colonisent le milieu et qui deviennent juvéniles avant de devenir adulte proviennent de la reproduction des géniteurs de ce milieu.

²⁶ Un recrutement régional est un recrutement où les post-larves venant coloniser le milieu proviennent de la reproduction des géniteurs d'autre zone.

(Blanchard & Guarini, 1996). Au-delà de cet aspect trophique, la colonisation des larves est également influencée par la vitesse et la direction du vent (Carassou *et al.*, 2008). Quant à la turbidité, qui est inversement proportionnelle à l'abondance de capture, ce résultat serait d'avantage lié à l'efficacité réduite du CARE lorsque la visibilité est réduite dans l'eau de mer, que de caractéristiques comportementales et écologiques des post-larves elles-mêmes.

Les seules relations significatives entre les paramètres environnementaux et les familles capturées concernent la SST, qui est inversement corrélée à l'abondance des Siganidae, et à la houle qui est corrélée positivement aux Gobiidae. Dans une prochaine étude, il serait nécessaire d'utiliser des sondes multiparamétriques, plus sensibles aux variations des facteurs environnementaux que des images satellites qui les lissent. Néanmoins, l'utilisation des images satellites nous a permis d'appréhender l'analyse de la dispersion larvaire à l'échelle régionale, une opportunité intéressante si l'on considère les capacités natatoires des PL (Fisher, 2005) qui peuvent couvrir de grandes distances durant leur phase pélagique. Le fait que les Apogonidae, les Pomacentridae et les Siganidae soient présents dans les mêmes captures peut être dû à des similitudes sur les périodes de ponte et de durées de vie larvaires associées à celles de facteurs environnementaux comme la turbidité et le vent.

4.4.3. Faisabilité et appropriation de la méthode par les pêcheurs

À l'interface entre pêche et aquaculture, la PCC a pour but de concilier les objectifs de conservation des écosystèmes coralliens et le développement d'activités associées à ces écosystèmes. Les analyses ci-dessus montrent les potentialités de la baie de Toliara pour capturer des PL, mais quand est-il de sa faisabilité écologique, socio-économique et opérationnelle ?

Du point de vue écologique, la technique utilisée pour capturer des post-larves de poissons conserve non seulement l'environnement physique mais aussi le stock d'adultes et de juvéniles ciblé par la pêche traditionnelle (Hair & Doherty, 2003). C'est donc une technique viable et durable.

Du point de vue opérationnel, cette étude a montré les avantages de la PCC. En effet, il est possible de capturer des PL avec des moyens limités tels que des pirogues utilisées par les pêcheurs traditionnels dans le Sud de Madagascar. Néanmoins, les contraintes

environnementales locales freinent l'efficacité des dispositifs de capture (direction et vitesse du vent, turbidité et marée) et font que la technique ne parvient pas à être optimale toute l'année. En effet, la technique est limitée par la turbidité de l'eau pendant la saison des pluies quand il y a une augmentation considérable des apports terrigènes apportés par les fleuves, et pendant la période de « Tsioky atimo ou Vent du Sud » du mois de mai à juillet. Malgré ces contraintes, les sites sélectionnés ont montré une potentialité de capture intéressante, surtout pour le site se trouvant dans la partie Nord du récif de la Baie de Toliara (S₁).

D'un point de vue économique, la PCC est une alternative durable à la pêche. Les possibilités commerciales pour la PCC sont dignes d'intérêt, comme l'élevage de poissons de récif. Les PL sont une ressource potentielle pour générer une activité alternative à la surexploitation de l'environnement, via l'aquaculture de poissons de bouche, des poissons d'ornement pour l'aquariophilie et le repeuplement des récifs coralliens. En effet, l'expérimentation montre que 67,8% des PL capturées correspondent à des poissons comestibles et 9,3% sont intéressantes pour le marché de l'aquariophilie. La famille des Siganidae représente un potentiel intéressant pour l'élevage, d'une part parce qu'elle est majoritaire dans les captures utilisant les pièges lumineux et d'autre part, parce que ce sont des espèces herbivores, limitant ainsi les coûts d'élevage. Il serait intéressant de tester leur alimentation (Siganidae) avec la spiruline, dont les qualités nutritionnelles sont aujourd'hui largement reconnues. De plus certaines familles pourraient être commercialisées en tant que poissons d'ornements (Pomacentridae, Chaetodontidae, Acanthuridae) car elles sont diversifiées et abondantes dans les captures (23% du nombre des espèces identifiées et environ 10% en nombre d'individus). Enfin, certaines familles ont des potentialités intéressantes pour le repeuplement, notamment les Lethrinidae actuellement surexploités dans la région de Tuléar et les Pomacentridae et Chaetodontidae qui pourraient agrémenter des sentiers sous-marins pour l'écotourisme.

Du point de vue social, les activités de capture, d'élevage et de vente devraient permettre d'améliorer la participation des communautés locales dans la gestion de leurs ressources marines en améliorant leur bien être. D'autant plus que les pêcheurs sont favorables à l'utilisation du CARE comme outil de capture des post-larves et de la PCC en général pour l'élevage des post-larves de poissons. Aucun aspect de leur culture traditionnelle n'est en contradiction avec la pratique de la PCC. Au final, l'appropriation par les pêcheurs « Vezo » dépendra du niveau de rentabilité de la technique dans la mesure où la motivation d'ordre économique prendra le dessus pour les pêcheurs. La rentabilité économique a limité

l'adoption/appropriation de certaines activités alternatives comme l'algoculture dans de nombreuses villages littoraux de la région de Toliara du fait du prix de vente bas qui ne constituait pas un revenu rentable par rapport au effort mis en œuvre pour l'élevage et le temps passé de la culture jusqu'au séchage du produit (Razafimbahiny, 2003). C'est aussi le cas pour l'expérimentation d'holothuriculture communautaire implantée dans la région de Toliara en appui à la mise en place des réserves marines actuelles. Pour les pêcheurs de la région, les motivations d'ordre économique sont prioritaires par rapport aux motivations d'ordre écologique.

Cette étude pilote a donc montrée les potentialités et la faisabilité de la PCC dans la région de Toliara malgré une diminution des captures en PL pendant la saison froide (moyenne de capture avoisinant 20 PL/CARE/nuit). Cette information a été mise en évidence lors des captures réalisées dans le cadre du projet de PCC financé par l'AMPA²⁷ (données non publiées) qui visent une longue période d'échantillonnage pour estimer la variabilité des captures (diversité et abondance) au cours de l'année. Dans ce projet, il est aussi question d'élever (en aquarium, en cage) les post-larves capturées. Elle a débuté au mois de mai 2010 pour s'étaler jusqu'en 2012.

4.4.4. Proposition d'adaptation de la PCC

Vu les potentialités et la faisabilité de la PCC et le contexte actuel d'exploitation sauvage de juvéniles de poissons d'ornement par des opérateurs privés (la Société MATATA et la Société SOCOPAM), il serait intéressant dans une optique de gestion durable de mettre en place un système de capture via la PCC. Actuellement le système d'exploitation des poissons pour l'aquariophilie dans la baie de Ranobe repose sur la capture des poissons de récifs avec des épuisettes avec une exportation des individus après quelques jours de mise en cage dans le milieu marin. Par ailleurs, il y a un intérêt croissant de la part d'opérateurs privés (exemple la société COPEFRITO) face à cette nouvelle ressource à exploiter, intéressante d'un point de vue économique.

Les caractéristiques des pêcheurs « Vezo » (faible niveau de scolarité, volonté d'un retour économique immédiat, problème d'organisation dans la gestion) font que les pêcheurs préfèrent s'occuper de la capture des PL et laisser l'élevage, la valorisation des post-larves aux

²⁷ AMPA : Agence Malgache de la Pêche et de l'Aquaculture.

opérateurs privés, les scientifiques jouant un rôle de formateur (techniques d'élevage) et de médiateur (Figure 38). La présence de scientifiques est importante pour moduler l'effort de pêche en fonction de la saison dans la mesure où il existe une forte variabilité dans l'arrivée des PL au cours de l'année. Un quota d'exploitation des post-larves devrait être fixé ainsi qu'un taux minimum de rémunération pour les pêcheurs pour avoir un partage de la rentabilité économique de l'activité PCC au niveau des différentes parties prenantes.

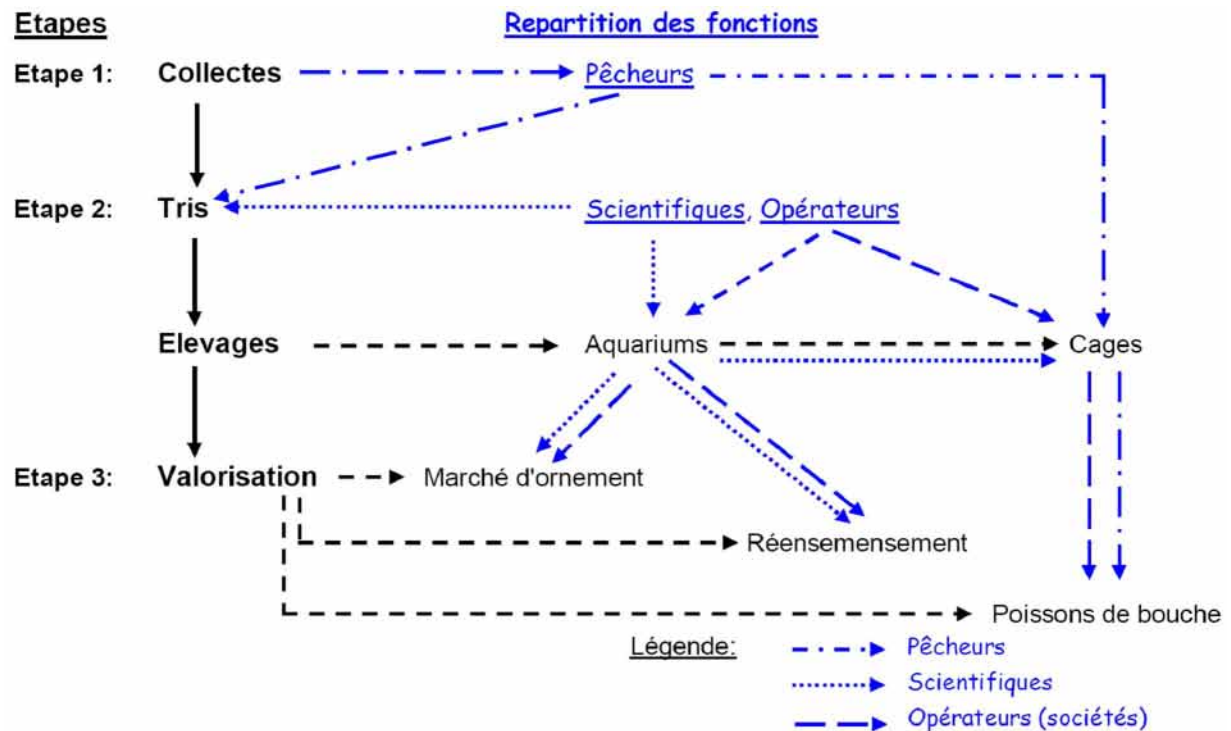


Figure 38 : Schéma de répartition des tâches des acteurs en fonction des étapes de la PCC. Les flèches en bleues indiquent « peut agir sur ».

4.5. Limites de l'étude et recommandations

Au cours de ce travail, la perception des pêcheurs sur l'impact de la fermeture des zones de pêche a été analysée. Les perceptions obtenues ont été croisées avec des données de suivi de capture de pêche et de consommation pour vérifier l'exactitude des observations. Les indicateurs de perception sur la performance des réserves marines proposées permettent de suivre l'évolution des perceptions de la population face aux réserves marines. Enfin ce travail a permis une étude de la faisabilité d'une méthode alternative à la pêche, la capture et la culture de post-larves (PCC).

En résumé, cette étude a pour objectif d'analyser la perception des pêcheurs, essentiellement associés aux pêcheries récifales²⁸, à confronter leurs perceptions à des données d'observation de terrain in situ pour validation, puis à identifier et proposer des moyens pour suivre ces perceptions dans le temps, et améliorer les perceptions des pêcheurs sur les réserves marines de la zone étudiée en utilisant d'alternative compatible à leur activité et mode de vie.

A ce titre, ce travail apporte des informations d'ordre qualitatif pour la gestion des réserves marines dans le Sud Ouest de Madagascar. Mais il ne traite pas des impacts biologiques et écologiques sur les habitats coralliens et communautés associés comme l'augmentation de l'abondance globale des populations ichthyologiques généralement attendue dans les réserves marines (Gell & Roberts, 2003; Wickel, 2008).

Les RMTs permettent de susciter une mobilisation communautaire autour des mesures de gestion des ressources naturelles. Néanmoins, le déplacement des pressions de pêche vers des zones non réglementées suscite un questionnement scientifique sur l'efficacité réelle des RMTs. Ceci à plus forte raison que l'approche utilisée mise essentiellement sur les connaissances et savoir-faire des pêcheurs afin de résoudre d'une manière endogène la surexploitation de la zone. Mais les RMTs sont elles réellement efficaces du point de vue biologique et écologique?

Dans le cas d'une fermeture sur une courte durée, les RMTs pour les céphalopodes ou autres espèces à court cycle de vie semblent adaptées. En revanche, il est difficile de l'affirmer pour des espèces avec un cycle de vie plus long et une plus longue période de maturation sexuelle

²⁸ Les pêcheurs qui pêchent essentiellement au niveau des habitats récifaux ainsi que ces habitats associées. Ainsi à cela s'ajoute la pêche au niveau des mangroves, des lagons, des passes et des pentes externes nommé localement « Ambohone ».

comme c'est le cas pour la majorité des poissons récifaux ; dans ce cas, les réserves marines ne montrent pas toujours leur efficacité (McClanahan & Kanda-Arara, 1996; Russ & Alcala, 1998; Samoily *et al.*, 2007). Il est en de même pour la régénération des habitats coralliens (McClanahan *et al.*, 1999; McClanahan *et al.*, 2001).

Néanmoins, notre étude a permis d'analyser la perception des pêcheurs face aux réserves et de prévoir des potentialités d'appropriation ou de rejet au niveau des principaux usagers (pêcheurs). Nos résultats permettent de faire des projections dans le temps pour la durabilité des mesures gestion mises en œuvre suite à l'implantation des réserves marines et la faisabilité et l'acceptabilité d'une grande aire marine protégée (AMP) envisagée actuellement dans la zone.

Bien que notre étude s'intéresse à la perception des pêcheurs que sur les RMTs, elle s'applique également au cas des AMPs (terme plus général mais qui comprend les RMTs) mises en place pour améliorer la conservation ou la production des petites pêcheries récifales. En revanche, notre étude ne s'applique pas aux grandes AMPs dans la mesure où il ne s'agit pas ici d'une fermeture sur une longue période d'une grande superficie d'aire marine (exemple l'Afrique du Sud) mais de fermeture durant une période relativement courtes, seul concept acceptable pour les populations malgaches. Cela implique plusieurs acteurs principaux pouvant influencer la réalisation des objectifs, et donc le succès et la performance de l'AMP. Dans ce cas, la problématique change également. Notre étude est un cas concret pour les AMPs de petite ou moyenne taille et à durée limitée en milieu récifal. Elle a mis en évidence que la perception est influencée par les impacts que ces petites AMPs peuvent avoir sur l'activité et le bien être des pêcheurs.

Par ailleurs, les aspects purement économiques liés à la vente (prix de vente des produits de captures) n'ont pas été analysés du fait de la fluctuation de la vente en fonction de plusieurs facteurs tels que la saison, le temps, l'abondance des captures, la qualité des produits vendus, etc. Néanmoins il serait intéressant de s'intéresser à ces aspects pour les études futures.

L'étude se limite à l'analyse de la perception des pêcheurs sur les réserves marines ainsi que des enjeux pouvant influencer leurs perceptions, en prenant le cas des RMTs de la baie de Toliara et de la baie de Ranobe dans le Sud Ouest de Madagascar. Mais il serait aussi important de s'intéresser à la perception des autres acteurs comme les représentants de l'Etat (SPRH de Toliara), les institutions de recherche (IH.SM), les ONGs environnementales (WWF, WCS,

MNP, SAGE, Reef Doctor, Blue Ventures, etc), les sociétés exploitantes des ressources marines (COPEFRITO²⁹, Murex international) ou les hôteliers. Il serait important pour les études futures d'avoir la perception de tous les acteurs sur les réserves marines ainsi qu'un suivi à long terme de ces réserves afin de pouvoir développer une stratégie de gestion participative adaptée au bénéfice de la conservation, de la protection, de la production biologique et halieutique.

²⁹ COPEFRITO : Compagnie de Pêche Frigorifique de Tuléar.

5. Conclusion

5. Conclusion

Les objectifs de l'étude étaient (i) d'identifier la perception des pêcheurs sur les changements socio-écologiques générés par la mise en place des AMPs, (ii) de proposer des indicateurs de performance socio-écologique pour suivre l'appréciation des AMPs au niveau des pêcheurs, (iii) et d'analyser la faisabilité, les potentialités d'appropriation de la PCC comme activité alternative à la pêche afin de conserver et valoriser la biodiversité marine dans le Sud Ouest de Madagascar et diversifier les alternatives à la pêche. Une diversification des activités permettrait de minimiser les impacts de la pêche sur le milieu et d'appuyer des mesures de gestion en vue de la durabilité des pêcheries.

L'étude a montrée que la perception des pêcheurs est variable et évolutive. Elle varie en fonction des espaces (zones) comme le cas de Sarodrano et d'Ifaty, mais également en fonction des pratiques de pêche comme l'illustre la perception des senneurs comparée à celles des autres pratiques de pêche (polyvalent, filets, lignes, pied). Elle évolue aussi en fonction du contexte. Dans notre cas, au niveau de la baie de Toliara, la perception des pêcheurs vis-à-vis des réserves marines est bonne en raison d'un impact positif significatif sur la production de pêche que les pêcheurs relient à l'impact des réserves, malgré les effets négatifs enregistrés (diminution des captures lors de la fermeture, modification des zones de pêche). Par contre dans la baie de Ranobe, la perception face aux réserves marines reste mitigée. Les analyses ont montré qu'elle est influencée d'une part, par la perception de la menace qui pèse sur la pêcherie et leur dépendance à la pêche et d'autre part, par l'impact que la réserve marine peut produire sur cette dépendance et donc leur bien être.

La variabilité des perceptions nécessite d'adapter le moyen de suivi des réserves afin de suivre leurs évolutions dans le temps et dans l'espace et de prévoir l'appropriation ou non des mesures mises en place pour une gestion participative des communautés de pêcheurs. Pour le cas des pêcheurs traditionnels du Sud Ouest de Madagascar, la perception sur les réserves marines liée aux impacts des réserves sur la production halieutique, indiquant ainsi un effet sur la pêcherie et au respect des réglementations de gestion mises en place sont proposées comme indicateurs de perception. La combinaison des deux reflète le succès de la réserve.

Dans le Sud Ouest malgache, l'insuffisance d'alternatives rentables à la pêche représente une grande lacune dans la mesure où la fermeture d'une zone de pêche entraîne un manque à

gagner pour les pêcheurs qui vivent dans un contexte d'extrême pauvreté. Notre étude a permis de mettre en avant la PCC en tant qu'alternative adaptée à la pêche. Elle pourrait être proposée pour valoriser les post-larves de poissons et combler les manques dus à l'interdiction de pêche dans les réserves. La PCC contribuerait en parallèle à diminuer la pression au niveau des zones de pêche restées ouvertes.

Les récifs coralliens de la baie de Toliara, actuellement dégradés et surexploités par la pêche traditionnelle, semblent parfaitement adaptés pour mettre en place un programme de grande envergure autour de la PCC. En effet, ce site dispose d'une haute potentialité biologique en termes d'abondance et diversité en post-larves de poissons ; de plus, il satisfait les contraintes techniques de l'élevage des post-larves à travers la mise en place d'aquariums à l'IH.SM ou de cages adaptées au grossissement des post-larves. La Capture et culture des PL sont parmi les étapes essentielles conditionnant la faisabilité économique de la PCC. Néanmoins les fluctuations saisonnières des paramètres environnementaux et de la colonisation larvaire (élevée pendant la saison chaude et faible pendant la saison froide) limitent les potentialités d'exploitation des post-larves dans la baie de Toliara.

Les résultats de ce travail nous amènent à rectifier les hypothèses émises au début de cette étude effectuée dans le Sud Ouest de Madagascar. Elles sont synthétisées par la Figure 39.

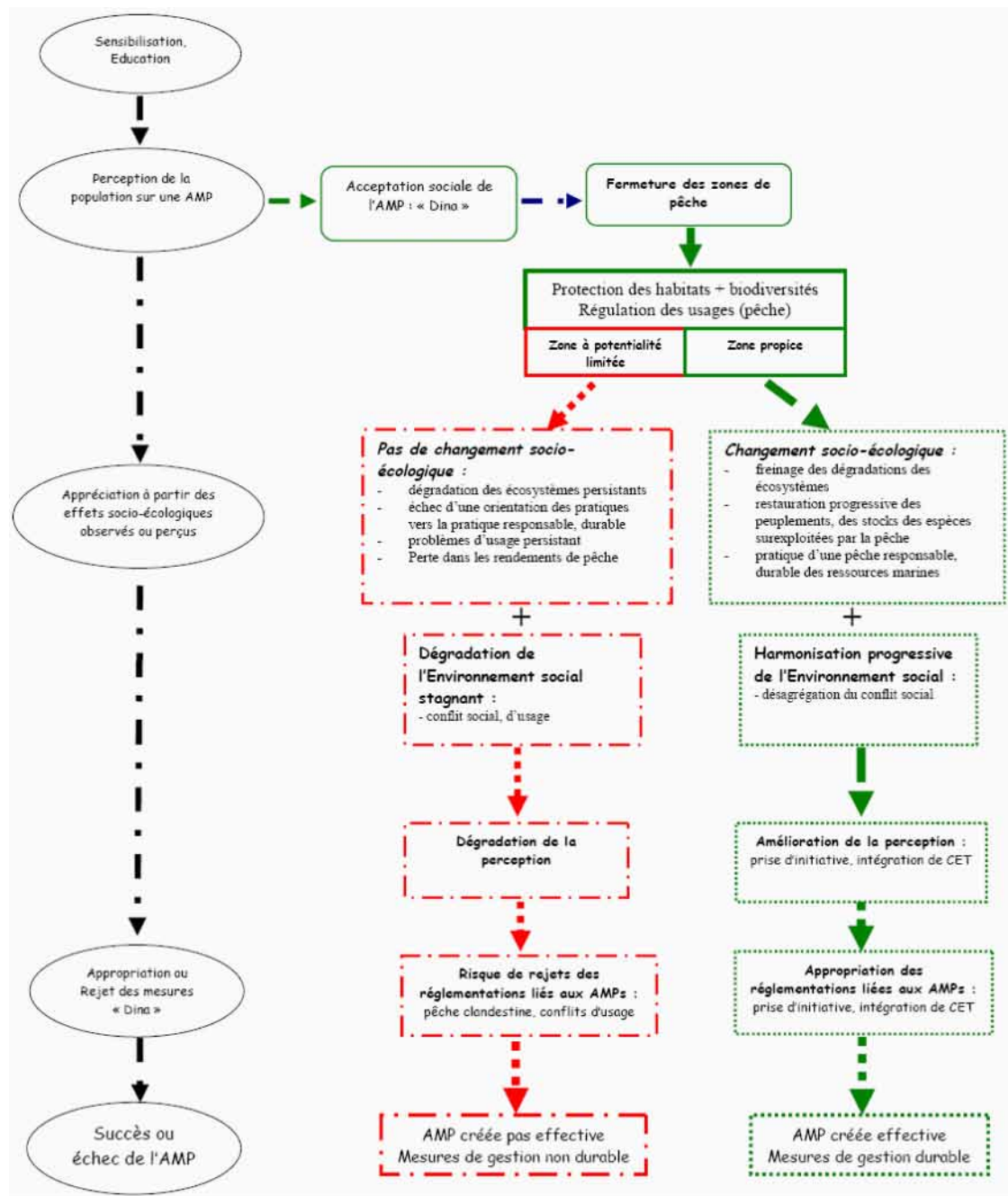


Figure 39 : Synthèse de l'évolution de la perception vers l'appropriation ou le rejet des mesures de gestion en fonction du contexte général. CET indique la Connaissance Ecologique Traditionnelle.

Dans le premier cas, les approches de gestion participative réalisées lors du processus de mise en place des réserves marines permettent d'augmenter l'acceptabilité de la population de pêcheurs, souvent faible au départ. Ainsi, la perception des menaces qui pèsent sur la pêche et leur dépendance à la pêche déterminent leur participation effective à la gouvernance de l'AMP. Plus l'acceptation est forte, plus les pêcheurs choisissent de mettre en réserve des zones à haute potentialité biologique qui sont souvent des zones les plus fréquentées par la

pêcherie locale. L'augmentation de la production biologique dans ces zones lors de la fermeture des RMTs est conditionnée par l'existence d'infractions internes ou externes qui au bout du compte déterminera le degré d'acceptabilité des pêcheurs. Cela va conduire à une meilleure prise de conscience des pêcheurs sur l'intérêt des réserves, favorisant l'appropriation des mesures de gestion et l'utilisation de leurs connaissances traditionnelles (savoir faire) pour améliorer la gestion. Ce contexte favorisera la durabilité des mesures de gestion et des réserves elles mêmes.

Dans le cas contraire, le choix se porte sur la mise en réserve de zones à potentialité biologique limitée, n'ayant pas suffisamment d'impact sur la production de pêche. La performance de la réserve diminue et les braconnages d'origine interne ou externe augmentent. Une telle situation ne montre pas les biens et services que les réserves marines peuvent apporter, et diminue la bonne perception des pêcheurs face aux réserves marines. Ainsi, il y aura un risque de rejet des mesures de gestion menaçant ainsi la durabilité des réserves marines.

De plus, il est nécessaire d'optimiser la potentialité de production de la zone mise en réserve en définissant une structure de gestion adaptée pour éviter les braconnages. La proposition d'activités alternatives rentables et compatibles avec la culture locale pourrait être une des solutions proposées. L'exploitation et la valorisation des post-larves par la méthode de PCC est une possibilité envisageable de par les intérêts socio-économiques et écologiques qu'elle apporte (Hair & Doherty, 2003; Lecaillon, 2004; Lecchini *et al.*, 2006; Grignon, 2007). L'analyse de la faisabilité financière de la PCC doit être complétée pour définir sa rentabilité pour l'ensemble des acteurs.

Une bonne harmonisation des facteurs sociologiques, économiques et écologiques pourrait contribuer à optimiser les relations entre pêcheurie récifale et réserve marine afin de permettre une gestion durable de la pêcheurie récifale dans le Sud Ouest de Madagascar.

6. Références bibliographiques

- Amand, M. (2004). Modélisation des ressources vivantes et de leur gestion en milieu corallien : application aux Aires Marines Protégées de Nouvelle-Calédonie. IRD, IFREMER.
- Andréfouët, S., Chagnaud, N., & Kranenburg, C., eds. (2009) *Atlas des récifs coralliens de l'Océan Indien Ouest, Centre IRD de Nouméa, Nouvelle-Calédonie*, pp 157.
- Andrianandrasana, H.T., Randriamahefasoa, J., Durbin, J., Lewis, R.E., & Ratsimbazafy, J.H. (2005) Participatory ecological monitoring of the Alaotra wetlands in Madagascar. *Biodiversity and Conservation*, **14**, 2757-2774.
- Angin, B. (2007). “Modification des techniques et pratiques de pêche Vezo en réponse aux perturbations du Grand récif de Tuléar (Madagascar)”. Mémoire MST AMVDR, Université de Rennes 1.
- Anonyme (2008). Resultats de l'enquête cadre dans la zone du projet : rapport final. MAEP, PACP, 81p.
- Armsworth, P.R. (2000) Modeling the swimming response of late stage larval reef fish to different stimuli. *Marine Ecology Progress Series*, **195**, 231-247.
- Arnold, J.E.M. (1992). Community Forestry: Ten Years in Review. Community Forestry Note No. 7. Forests, Trees and People Programme. FAO, Rome, 31p.
- Astuti, R. (1995) “The Vezo are not a kind of people”: Identity, Difference, and “Ethnicity” among a fishing people of Western Madagascar. *American Ethnologist*, **22**, 464-482.
- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R.E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K., & Turner, R.K. (2002) Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, **297**, 950-953.
- Bell, J., Doherty, P., & Hair, C. (1999) The capture and culture of postlarval coral reef fish: Potential for new artisanal fisheries. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*, **6**, 31-34.

- Bemahafaly, R. (1997) Modification morphologique et des sédiments du Grand Récif de Tuléar (comparaison 1960 – 1997). Mémoire de DEA à l'IH.SM (Université de Toliara).
- Bemiasa, J. (2009) Dynamique des pêcheries traditionnelles d'anchois, de calmars et de poulpes du Sud-Ouest de Madagascar: utilisation d'outils océanographiques pour la gestion des ressources. Doctorat, Université de Toliara.
- Bérard, M.-H. (2009) Légitimité des normes environnementales et complexité du droit: l'exemple de l'utilisation des Dina dans la gestion locale de la forêt à Madagascar (1996-2006). Doctorat, Université Laval Québec.
- Blanchard, G. & Guarini, J.-M. (1996) Studying the role of mud temperature on the hourly variation of the photosynthetic capacity of microphytobenthos in intertidal areas. *Sciences*, **319** (12), 1153-1158.
- Bohnsack, J.A., Harper, D.E., McClellan, D.B., & Hulsbeck, M. (1994) Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off Southeastern Florida, U.S.A. *Bulletin of Marine Science*, **55**, 796-823.
- Bohnsack, J.A. & Sutherland, D.L. (1985) Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. *Bulletin of Marine Science*, **37**, 11-39.
- Brenier, A. (2009) Pertinence des approches participatives pour le suivi écosystemique des pêcheries récifales. Doctorat, Université de Paris VI et Université de Toliara.
- Carassou, L., Mellin, C., & Poton, D. (2009) Assessing the diversity and abundances of larvae and juveniles of coral reef fish: a synthesis of six sampling techniques. *Biodiversity and Conservation*, **18**, 355-371.
- Carassou, L. & Ponton, D. (2007) Spatio-temporal structure of pelagic larval and juvenile fish assemblages in coastal areas of New Caledonia, southwest Pacific. *Marine Biology*, **150**, 697-711.
- Carassou, L., Ponton, D., Mellin, C., & Galzin, R. (2008) Predicting the structure of larval fish assemblages by a hierarchical classification of meteorological and water column forcing factors. *Coral Reefs*, **27** (4), 867-880. ISSN 0722-4028

- Chabanet, P. & Letourneur, Y. (1995) Spatial pattern of size distribution of four fish species on Reunion coral reef flats. *Hydrobiologia*, **300/301**, 299-308.
- Chaboud, C. (2006) Gérer et valoriser les ressources marines pour lutter contre la pauvreté. *Etudes rurales*, **178**, 197-212.
- Cinner, J.E. & Aswani, S. (2007) Integrating customary management into marine conservation. *Biological Conservation*, **140**, 201-216.
- Cinner, J.E. & McClanahan, T.R. (2006) Socioeconomic factors that lead to overfishing in small-scale coral reef fisheries of Papua New Guinea. *Environmental Conservation*, **33** (1), 73-80.
- Claudet, J. (2006) Aires marines protégées et récifs artificiels: méthodes d'évaluation, protocoles expérimentaux et indicateurs. Doctorat, Université de Perpignan/EPHE.
- Clausade, M.P. (1981) Motule cryptofauna of Tulear great reef outer slope: Brachyure and anomura distribution. *Proceedings of the fourth International Coral Reef Symposium*, **2**, 745-754.
- Clua, E., Beliaeff, B., Chauvet, C., David, G., Ferraris, J., Kronen, M., Kulbicki, M., Labrosse, P., Letourneur, Y., Pelletier, D., Thébaud, O., & Léopold, M. (2005) Towards multidisciplinary indicator dashboards for coral reef fisheries management. *Aquatic Living Resource*, **18**, 199-213.
- Collins, K.J., Jensen, A.C., Lockwood, A.P.M., & Lockwood, S.J. (1994) Coastal structures, waste materials and fishery enhancement. *Bulletin of Marine Science*, **55**, 1240-1250.
- Conand, F. & Tessier, E. (1996) Les DCP à l'île de La Réunion : histoire, évolution, influence sur les prises et l'activité de la pêche côtière. *Dispositif de concentration du poisson — Bulletin de la CPS n°1*, **3-6**.
- Connell, J.H. (1978) Diversity in tropical rain forest and coral reefs - High diversity of trees and corals is maintained only in a non-equilibrium state. *Science*, **199** (4335), 1302-1310.
- COUT (2008). Etude bioécologique et faisabilité de réserves marines dans la baie de Sarodrano et de l'embouchure de l'Onilahy. Rapport trimestriel, 50p.

- d'Cruz, T., Creech, S., & Fernandez, J. (1994) Comparison of catch rates and species composition from artificial and natural reefs in Kerala, India. *Bulletin of Marine Science*, **55**, 1029-1037.
- David, C.L. & Richard, F.S. (2005) Effects of current speed and turbidity on stationary light-trap catches of larval and juvenile fishes. *Fishery Bulletin*, **103**, 438–444.
- David, G. (1999) La valeur d'usage des récifs coralliens: acteurs, espaces-ressources, échelles. *Séminaire Gestion Intégrée et Développement durable des Zones Côtières /La Réunion. IRD, Laboratoire d'Etudes Rurales*.
- David, G., Mirault, E., Quod, J.P., & Thomassin, A. (2006) Les concordances territoriales au coeur de la gestion intégrée des zones côtières: l'exemple de la Réunion. *Internationals Nature-Société, analyse et models*.
- David, G., Razafindrabe, M., & Salvat, B. (1998) Elaboration d'une politique regionale de gestion durable des récifs: séminaire international homme et récif corallien; Nosy-Be (Madagascar) 14-18 octobre 1997. *Projet Environnement COI/UE: GREEN/OCEAN INDIEN*.
- Davies, T.E., Beanjara, N., & Tregenza, T. (2009) A socio-economic perspective on gear-based management in an artisanal fishery in south-west Madagascar. *Fisheries Management and Ecology*, **The socio-economics of an artisanal fishery**, 1-11.
- De San, M., Randriambola, T., & Razasimahaleo, R. (1999) L'Algoculture à Madagascar : Une complémentarité à la pêche traditionnelle. *INITIATIVE ACP-EU*, **12 (2-3)**, 34-36.
- Dennis, D.D., Goulet, D., & Rooker, J.R. (1991) Ichthyoplankton assemblages sampled by night lighting in nearshore habitats of SouthWestern Puerto Rico. *NOAA Technical Report NMFS*, **95**, 89-97.
- Depoutot, C. (1987) Contribution à l'étude des Dispositifs de Concentration de Poissons à partir de l'expérience polynésienne. Notes et Documents OCEANOGRAPHIE n° 33, ORSTOM Tahiti, 170 p.
- Dimech, M., Darmanin, M., Smith, I.P., Kaiser, M.J., & Schembri, P.J. (2009) Fishers' perception of a 35-year old exclusive Fisheries Management Zone. *Biological Conservation*, **142**, 2691-2702.

- Doherty, P.J. (1987) Light traps: selective but useful devices for quantifying the distributions and abundance of larval fishes. *Bulletin of Marine Science*, **41**, 423-431.
- Doherty, P.J., Dufour, V., Galzin, R., Hixon, M.A., Meekan, M.G., & Planes, S. (2004) High mortality during settlement is a population bottleneck for a tropical surgeonfish. *Ecology*, **85**, 2422-2428.
- Duclerc, J., Lefevre, J.-R., & Hardy, L. (1985) Les récifs artificiels : une technique de gestion et d'aménagement de l'espace marin littoral. In *Colloque franco-japonais d'océanographie, Marseille*, pg. 49-55.
- Durville, P., Bosc, P., Galzin, R., & Conand, C. (2003) Aquacultural suitability of post-larval coral reef fish. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*, **11**, 18-30.
- Edinger, E.N., Jompa, J., Limmon, G.V., Widjatmoko, W., & Risk, M.J. (1998) Reef Degradation and Coral Biodiversity in indonesia: Effects of Land-based Pollution, Destructive Fishing Practices and Changes Over Time. *Marine Pollution Bulletin*, **36 (8)**, 617-630.
- Engel, J. & Kvitek, R. (1998) Effects of otter trawling on a benthic community in Monterey Bay National Marine Sanctuary. *Conservation Biology*, **12**, 1204-1214.
- FAO (2003). Rapport de la vingt-cinquième session du COMITÉ DES PÊCHES. Rapport sur les pêches N° 702, FAO, Rome.
- Fauroux, E. & Laroche, J. (1989). Brève esquisse d'une description de la société Vezo (littoral occidental de Madagascar) à la fin du XXe siècle. Document de travail, ERA/CNRE/ORSTOM, Tuléar. 28 pages.
- Ferraris, J. & Cayré, P. (2003) Les Pêcheries Récifales dans le Pacifique Sud : d'une gestion intuitive vers une gestion écosystémique raisonnée. *Océanis*, **29**, 397-414.
- Gell, F.R. & Roberts, C.M. (2003). The Fishery Effects of Marine Reserves and Fishery Closures. WWF-US, 1250 24th Street, NW, Washington, DC 20037, USA.
- Graham, N.A., Wilson, S.K., Jennings, S., Polunin, N.V., Bijoux, J.P., & Robinson, J. (2006) Dynamic fragility of oceanic coral reef ecosystems. *PNAS*, **103**, 8425-8429.

- Green, A.L., Birkeland, C.E., Randall, R.H., Smith, B.D., & Wilkins, S. (1997) 78 years of coral reef degradation in Pago Pago Harbor, a quantitative record. *Proceedings of the Eighth International Coral Reef Symposium*, **2**, 1883-1888.
- Grignon, J. (2007) A new tool for restocking coral reefs in Fiji. *Culturing Fish Larvae*, 34-35.
- Hair, C. & Doherty, P. (2003) Rapport d'activités sur la capture et la culture de poissons des îles Salomon au stade de la préfixation. *Ressources marines et commercialisation, Bulletin de la CPS n°11*, 13-18.
- Harmelin-Vivien, M.L. (1974) Ichtyofaune des herbiers de phanérogames marines du grand récif de Tuléar (Madagascar): les peuplements et leur distribution écologique. *Tethys*, **5**, 425-436.
- Harmelin-Vivien, M.L. (1977) Ecological distribution of fishes on the outer slope of Tulear reef (Madagascar). *Proceedings, Third International Coral Reef Symposium*.
- Harmelin-Vivien, M.L. (1979) Ichtyofaune des récifs coralliens de Tuléar (Madagascar): écologie et relations trophiques. Doctorat, Université d'Aix-Marseille II.
- Harris, A., Manahira, G., Sheppard, A., Gough, C., & Sheppard, C. (2009) Demise of Madagascar's once Great Barrier Reef - Change in coral reef condition over 40 years. *ATOLL RESEARCH BULLETIN*, **574**.
- Irisson, J., LeVan, A., Lara, M.D., & Planes, S. (2004) Strategies and trajectories of coral reef fish larvae optimizing self recruitment. *Journal of theoretical Biology*, **227**, 205-218.
- Jackson, J., Kirby, M., Berger, W., Bjorndal, K., Dotsford, L., Bourque, B., Brabury, R., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J., Hughes, T., Kidwell, S., Lange, C., Lenihan, H., Pandolfi, J., Peterson, C., Steneck, R., Tigner, M., & Warner, R. (2001) Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, **293**, 629-638.
- Job, S. (2005) Intégrer la conservation marine et le développement durable: l'aquaculture communautaire des poissons marins pour le marché de l'aquariophilie. *Ressource marines et commercialisation, Bulletin de la CPS n°13*, 24-29.
- Koechlin, B., ed. (1975) *Les Vezo du Sud-Ouest de Madagascar : contribution à l'étude de l'éco-système de semi-nomades marins*, pp 243. Mouton, cahier de l'Homme, Paris-La Haye.

- Lacroix, D., Charbonnel, E., Dao, J.C., Véron, G., Lagardère, J.P., Mellon, C., Covès, D., & Buestel, D. (2002). Les récifs artificiels: aménagement du littoral marin et repeuplement. D.Lacroix Edit., IFREMER Publication, France.
- Lalande, A. (1985) *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*.
- Lapointe, B.E. (1997) Nutrient thresholds for bottom-up control of macroalgal blooms on corals reefs in Jamaica and Southeast Florida. *Limnology and Oceanography*, **42**, 1119-1131.
- Lapointe, B.E., Littler, M.M., & Littler, D.S. (1997) Macroalgal overgrowth of fringing coral reefs at discovery Bay, Jamaica, bottom-up versus top-down control. *Proceedings of the Eighth International Coral Reef Symposium*, **1**, 927-932.
- Laroche, J. & Ramanananarivo, N. (1995) A preliminary survey of the artisanal fishery on coral reefs of the Tulear Region (Southwest Madagascar). *Coral Reefs*, **14**, 193-200.
- Laroche, J., Razanoelisoa, J., Fauroux, E., & Rabenevanana, M. (1997) The reef fisheries surrounding the south-west coastal cities of Madagascar. *Fisheries Management and Ecology*, **4**, 285-299.
- Lassere, G. & Sene, C. (2008). Programme d'immersion de récifs artificiels pour une gestion durable des pêcheries au Sénégal. Ministère de l'économie maritime (Sénégal). Projet de gestion durable des ressources halieutiques (GIRMAC+), Don FEM PDF B N° TFO90576.
- Lavitra, T., Vaïtilingon, D., Rasolofonirina, R., & Eeckhaut, I. (2006) Abondance saisonnière des larves d'holothuries du grand récif de Toliara (Madagascar). *La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS n° 24*, 35-38.
- Lebart, L., Piron, M., & Morineau, A., eds. (1995) *Statistique exploratoire multidimensionnelle*, DUNOD, Paris.
- Lecaillon, G. (2004) The "C.A.R.E" (collect by artificial reef eco-friendly) system as a method of producing farmed marine animals for the aquarium market: An alternative solution to collection in the wild. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*, **12**, 17-20.
- Lecaillon, G. & Lourié, S.M. (2007) La PCC, un outil pour la Conservation et la Valorisation de la Biodiversité: Applications et Perspectives de la Collecte et de l'Élevage de Post-

- larves Marines (PCC) pour le Développement Durable et la Conservation de la Biodiversité des écosystèmes marins tropicaux et tempérés. *ECOCEAN*.
- Lecchini, D. & Galzin, R. (2003) Synthèse sur l'influence des processus pélagiques et benthiques, biotiques et abiotiques, stochastiques et déterministes sur la dynamique de l'autorecrutement des poissons coralliens. **27(3)**, 167-184.
- Lecchini, D., Osenberg, C.W.O., Shima, J.S., Mary, C.S., & Galzin, R. (2007b) Ontogenetic changes in habitat selection during settlement in a coral reef fish: Ecological determinants and sensory mechanisms. *Coral Reefs*, **26**, 423-432.
- Lecchini, D., Planes, S., & Galzin, R. (2007a) The influence of habitat characteristics and conspecifics on attraction and survival of coral reef fish juveniles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **341**, 85-90.
- Lecchini, D., Polti, S., Nakamura, Y., Mosconi, P., Tsuchiya, M., Remoissenet, G., & Planes, S. (2006) New perspectives on aquarium fish trade. *Fisheries Science*, **72**, 40-47.
- Leis, J.M. (2002) Pacific coral-reef fishes: the implications of behaviour and ecology of larvae for biodiversity and conservation, and a reassessment of the open population paradigm. *Environmental Biology of Fishes*, **65**, 199-208.
- Lieske, E. & Myers, R.F., eds. (1994) *Guide des poissons des récifs coralliens: région Caraïbe, Océan Indien, Océan pacifique, Mer rouge*.
- Lillette, V. (2007) Conservation et patrimonialisation de la tortue marine dans le Sud Ouest de l'Océan Indien. Doctorat Université de La Réunion, Faculté des Lettres et Sciences Humaines.
- Maamaatuaiahutapu, M., Remoissenet, G., & Galzin, R., eds. (2006) *Guide d'identification des larves de poissons récifaux de Polynésie française*, Editions Téthys edn, pp 104.
- Mahafina, J., Chabanet, P., Lecaillon, G., Caminade, J.-P., Ralijaona, C., & Ferraris, J. (soumis) A first Post-larvae Capture and Culture (PCC) experiment to evaluate the potential of colonisation of coral reef fish larvae in Toliara Bay (Madagascar, SW Indian Ocean). *WIOJMS*.
- Mahafina, J., Lecaillon, G., Chabanet, P., Ralijaona, C., Ranaivomanana, L., Bosc, P., & Ferraris, J. (2009) Capture & Culture of Post-larval fish: A possible alternative to

- overexploitation of artisanal fisheries in Toliara (Madagascar)? *Sixth Western Indian Ocean Marine Science Association Scientific Symposium, Saint Denis, La Réunion (France), 24-29 August 2009.*
- Malpot, E., Teitelbaum, A., Raumea, K., & Story, R. (2008) Preliminary assessment of the potential for post-larval fish capture and culture Aitutaki, Cook Islands.
- McClanahan, T., Davies, J., & Maina, J. (2005) Factors influencing resource users and managers' perceptions towards marine protected area management in Kenya. *Environmental Conservation*, **32** (1), 42-49.
- McClanahan, T.R., Ateweberhan, M., Ruiz Sebastian, C., Graham, N.A.J., Wilson, S.K., Bruggeman, J.H., & Guillaume, M.M.M. (2006a) Predictability of coral bleaching from synoptic satellite and in situ temperature observations. *Coral Reefs*, DOI 10.1007/s00338-006-0193-7.
- McClanahan, T.R. & Kanda-Arara, B. (1996) Fishery recovery in a coral reef marina park and its effect on the adjacent fishery. *Conservation Biology*, **10**, 1187-1199.
- McClanahan, T.R., Marnane, M.J., Cinner, J.E., & Kiene, W.E. (2006b) A Comparison of Marine Protected Areas and Alternative Approaches to Coral-Reef Management. *Current Biology*, **16**, 1408-1413.
- McClanahan, T.R., McField, M., Huitric, M., Bergmann, K., Sala, E., Nyström, M., Nordemar, I., Elfwing, T., & Muthiga, N.A. (2001) Responses of algae, corals and fish to the reduction of macroalgae in fished and unfished patch reefs of Glovers Reef Atoll, Belize. *Coral Reefs*, **19**, 367-379.
- McClanahan, T.R., Muthiga, N.A., Kamukuru, A.T., Machano, H., & Kiambo, R.W. (1999) The effects of marine parks and fishing on coral reefs on northern Tanzania. *Biological Conservation*, **89**, 161-182.
- McManus, J.W. (1997) Tropical marine fisheries and the future of coral reefs: a brief review with emphasis of Southeast Asia. *Coral Reefs*, **16**, S121 - S127.
- McManus, J.W., Reyes, R.B., & Nanola, C.L. (1997) Effects of some destructive fishing methods on coral cover and potential rates of recovery. *Environmental Management*, **21**, 69-78.

- McVean, A.R., Hemery, G., Walker, R.C.J., Ralisaona, B.L.R., & Fanning, E. (2005) La pêche traditionnelle de l'holothurie dans le sud-ouest de Madagascar: une étude de cas réalisée sur deux villages en 2002. *La pêche-de-mer Bulletin de la CPS n°21*.
- Milicich, M.J. (1988) The distribution and abundance of presettlement fish in the nearshore waters of Lizard Island. *Proceedings 6th international coral reef symposium, Australia*, **2**, 785-790.
- Milicich, M.J. & Doherty, P.J. (1994) Larval supply of coral reef fish populations: magnitude and synchrony of replenishment to Lizard Island, Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series*, **110**, 121-134.
- Ministère de l'Environnement des Forêts et du Tourisme (2009). Manuel de procédure pour la création des Aires Protégées Marines à Madagascar.
- Nowlis, J. & Roberts, C. (1997) You can have your fish and eat it, too : theoretical approach to marine reserves design. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym*, **2**, 1907-1910.
- ONE (2003). Préparation de la mise en place des Aires protégées marines et côtières (littoral de Tuléar). Rapport
- Ory, N. (2008). Etude des communautés biologiques benthiques et halieutiques au sein de la Baie de Ranobe, Sud-Ouest de Madagascar. Reef Doctor, WWF.
- Pary, B. (2000) Les récifs artificiels. Un outil d'aménagement de la bande côtière pour soutenir la pêche professionnelle. L'exemple du Languedoc-Roussillon. *In Actes de la Conférence Ressources marine*, pg. 475-486.
- Pascal, B. (2008) De la « terre des ancêtres » aux territoires des vivants: les enjeux locaux de la gouvernance sur le littoral sud-ouest de Madagascar, Doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T.J., Sumaila, U.R., Walters, C.J., Watson, R., & Zeller, D. (2002) Toward sustainability in world fisheries. *Nature*, **418**, 689-695.
- Pelletier, D., Garcia-Charton, J.A., Ferraris, J., David, G., Thébaud, O., Letourneur, Y., Claudet, J., Amand, M., Kulbicki, M., & Galzin, R. (2005) Designing indicators for assessing the effects of Marine Protected Areas on coral reef ecosystems: a multidisciplinary standpoint. *Aquat Living Resour*, **18**, 15-33.

- Pichon, M. (1972) Les peuplements à base de Scleractiniaires dans les récifs de la baie de Tuléar (Sud Ouest de Madagascar). In C. Munkundan & S.C. Gopinadha Pillae (eds). *Proc. Symp. Corals and Coral reef, Cochin*, 135-154.
- Planes, S. & Lecaillon, G. (2001) Caging experiment to examine mortality, during metamorphosis of coral reef fish larvae. *Coral Reefs*, **20(3)**, 211-218.
- Planes, S., Lecaillon, G., Lenfant, P., & Meekan, M. (2002) Genetic and demographic variation in new recruits of *Naso unicornis*. *Journal of Fish Biology*, **61**, 1033-1049.
- Pomeroy, R.S., Parks, J.E., & Balboa, C.M. (2006) Farming the reef: is aquaculture a solution for reducing fishing pressure on coral reefs? *Marine Policy*, **30**, 111-130.
- PROGES & I.H.S.M (2007). Rapport final: service de groupe d'expert scientifiques au niveau des écosystèmes/laboratoires de terrain côtiers marins/récifs coralliens dans la zone I (Toliara).
- Rabearisoa, A.L. (2006). Apport de l'évaluation économique dans la gestion durable des ressources naturelles: cas de la gestion communautaire de Nosy Ve - Toliara. Faculté de droit, d'économie, de gestion et de sociologie (Université d'Antananarivo), Memoire de DEA en sciences économiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.
- Rakotoarinivo, W. (1998) Les petits poissons pélagiques de la région de Toliara (Sud Ouest de Madagascar): biologie, écologie, exploitation et aménagement. Doctorat, Université de Toliara.
- Rakotondralambo, A. (2008) Origine et connaissance de l'érosion des sols des bassins versants de Madagascar: conséquences sur les habitats des écosystèmes continentaux et marins côtiers - protocole de suivi des flux et application au fleuve Onilahy. Doctorat, Université de Toliara, (Institut Halieutique et des Sciences Marines), Madagascar.
- Rakotoson, L.R. & Tanner, K. (2006) Community-based governance of coastal zone and marine resources in Madagascar. *Ocean & Coastal Management*, **49**, 855-872.
- Ramampihery, D. (1998). Analyse Diagnostique des problématiques de l'Environnement mlaarin et Côtier : littoral de Toliara. AGERAS/ONE Toliara.

- Ranaivomanana, L., Mahafina, J., Ferraris, J., Ralijaona, C., & Chabanet, P. (soumis) Gouvernance des ressources halieutiques : cas des réserves marines temporaires dans le Sud Ouest de Madagascar. *VERTIGO*.
- Ranaivomanana, L.N.J. (2006) Identification des conditions d'appropriation de la gestion durable des ressources naturelles et des écosystèmes: cas du Grand Récif de Toliara. Doctorat, Université de Renne, Université de Toliara (Institut Halieutique et des Sciences Marines), Madagascar.
- Randria, N. (2006) Aires Marines Protégées. *Midi Madagascar*.
- Rasoarimalala, F. (2001) Variations de la biodiversité spécifique des peuplements de poissons sur le Grand Récif de Toliara (Sud-Ouest de Madagascar), entre 1970 et 1997. Mémoire de DEA, Université de Toliara (IH.SM), Madagascar.
- Ratsimbazafy, H.A. (2010). Etude participative des effets biologiques des réserves temporaires de poulpes (*Octopus cyanea*), pour l'aire marines protégée «Velondriake ». Mémoire DEA, IH.SM, VELONDRIAKE, Bleu Ventures.
- Rauby, T. (2006). Premiers éléments d'étude de la colonisation larvaire des poissons de récif corralien à Suva, Fiji. EPHE.
- Razafimbahiny, H.T. (2003). La contribution de la valorisation de la biodiversité au developpement local: l'exemple de la collecte et de la culture des algues dans la région de Toliara. Mémoire de DESS, Université d'Antananarivo.
- Razanoelisoa, J. (2008) L'Aménagement et la gestion intégrée des ressources naturelles: application sur la région d'Anakao. Doctorat, IH.SM (Université de Toliara), Madagascar.
- Rejela, M. (1993) La pêche traditionnelle vezo du Sud Ouest de Madagascar: "un système d'exploitation dépasse? Doctorat, Université de Toliara.
- Rilov, G. & Benayahu, Y. (1998) Vertical Artificial Structures as an Alternative Habitat for Coral Reef Fishes in Disturbed Environments. *Marine Environmental Research*, **45**, 431-451.

- Russ, G., Alcala, A., & Cabanban, A. (1992) Marine reserves and fisheries management on coral reef with preliminary modelling of the effects on yield per recruit. *Pro. 7th Int. Coral Reef Sym., Guam.*, **2**, 978-985.
- Russ, G.R. & Alcala, A.C. (1998) Natural fishing experiments in marine reserves 1983 - 1993: roles of life history and fishing intensity in family responses. *Coral Reefs*, **17**, 399-416.
- Sadovy, Y. (2005) Trouble on the reef: the imperative for managing vulnerable and valuable fisheries. *Fish and Fisheries*, **6**, 167-185.
- Sale, P.F. (1991) The ecology of fishes on coral reef. *Academic press Inc. USA*.
- Sale, P.F. (2002) Coral Reef fishes: Dynamics and diversity in a complex ecosystem. *Elsevier Science USA*.
- Salimo (1997) Etude de la pêche-collecte à pied sur les platiers du Grand Récif de Toliara, Mémoire de DEA, Université de Toliara.
- Samoilys, M.A., Martin-Smith, K.M., Giles, B.G., Cabrera, B., Anticamara, J.A., Brunio, E.O., & Vincent, A.C.J. (2007) Effectiveness of five small Philippines' coral reef reserves for fish population depends on site-specific factor, particularly enforcement history. *Biological Conservation*, **136**, 584-601.
- Sene, C. (2010) Etablissement et gouvernance de l'Aire Marine Protégée de Joal-Fadiouth (Sénégal), Thèse de l'Université de Liège, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Unité de Recherche : Socio-Economie Environnement Développement (SEED).
- Sponaugle, S., Grorud-Colvert, K., & Pinkard, D. (2006) Temperature-mediated variation in early life history traits and recruitment success of the coral reef fish *Thalassoma bifasciatum* in the Florida Keys. *Marine Ecology Progress Series*, **308**, 1-15.
- Svensson, P., Rodwell, L.D., & Attrill, M.J. (2010) The perceptions of local fishermen towards a hotel managed marine reserve in Vietnam. *Ocean and Coastal Management*, **53**, 114–122.
- Tacquet, M. (1998) Le Dispositif de Concentration des Poissons (DCP): une alternative à la forte pression de pêche sur les ressources récifales de la Martinique. *Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean fisheries Institute*, pg. 249-261.

- Taquet, M. & Diringer, A., eds. (2007) *Poisson de l'océan Indien et de la mer Rouge*, Quae edn.
- Thomassin, A. (2005). Gestion participative et Aires Marines Protégées : l'expérience des îles du sud-ouest de l'océan Indien pour le projet Andavadoaka (Madagascar). Mémoire DEA, Université de La Réunion (Faculté des Lettres et des Sciences Humaines).
- Thomassin, A. & David, G. (soumis) Elaboration d'une méthode pour construire des indicateurs d'acceptation sociale: application à la réserve naturelle marine de La Réunion.
- Thomassin, A., David, G., Duchêne, J., & Bissery, C. (2010a) Social acceptance indicators of recreational fishermen in the Natural Marine Reserve of Reunion Island. *WIOJMS (soumis)*.
- Thomassin, A., David, G., Duchêne, J., & Bissery, C. (soumis) Social acceptance indicators of recreational fishermen in the Natural Marine Reserve of Reunion Island. *WIOJMS*.
- Thomassin, A., White, C.S., Stead, S.S., & David, G. (2010b) Social acceptability of a Marine Protected Area: The case of Reunion Island. *Ocean and Coastal Management*, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2010.01.008.
- Thomassin, P. (1969) Les biotopes de sables coralliens derivant des appareils récifaux de la région de Tuléar (SW Madagascar). In Station marine d'Endoume - Marseille.
- Toany (1995). Les poulpes des zones récifales du Sud Ouest de Madagascar: biologie et pêche traditionnelle. Memoire de DEA, IH.SM (Université de Toliara).
- Vasseur, P. (1974) The overhangs, tunnels and dark reef galleries of Tulear (Madagascar) and their sessile invertebre communities. *Proceedings of the second international coral reef symposium*, 2, 143-159.
- Vasseur, P. (1977) Cryptic sessile communities in various coral formations on reef flats in the vicinity of Tulear (Madagascar). *Proceedings of the third International Coral Reef Symposium*, 95-100.
- Vasseur, P. (1997) Ecosystèmes côtiers en danger dans la région de Tuléar: analyse des agressions humaines et problèmes de gestion. *Coll. Iles et Archipels*, 23, 97-119.

- Vasseur, P., Gabrie, C., & Harmelin-Vivien, M. (1988) State of corail reefs and mangroves of the Tulear region (SW Madagascar): assesment of humain activities and suggestions for management. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium*, **2**, 421-426.
- White, A.T., Loke, C.M., De Silva, M.W.R.N., & Guarin, F.Y. (1990) Artificial reefs for marine habitat enhancement in Southeast Asia. *ICLARM Education Series*, **11**, 45.
- Wickel, J. (2008) L'"effet réserve" en milieu marin tropical: synthèse des connaissances internationales et bilan des suivis écologiques effectués sur les récifs coralliens protégés de l'Outre mer français. IFRECOR.
- Wilkinson, C.R. (1999) Global and local threats to coral reef functioning and existence: review and predictions. *Marine and Freshwater Research*, **50**, 867-878.
- WWF (2006). Tour d'horizon des projets menés dans les régions côtières de Madagascar. Rapport de parrainage Madagascar 2006.
- Zhou, P., Fan, L.-W., & Zhou, D.-Q. (2010) Data aggregation in constructing composite indicators: A perspective of information loss. *Expert Systems with Applications*, **37**, 360-365.

7. Liste des publications (* indique les articles soumis)

1. ***Jamal Mahafina**, Pascale Chabanet , Gilles Lecaillon , Jean-Philippe Caminade, Christian Ralijaona & Jocelyne Ferraris (2010) A first Post-larvae Capture and Culture (PCC) experiment to evaluate the potential of colonisation of coral reef fish larvae in Toliara Bay (Madagascar, SW Indian Ocean). *WIOJMS*.
2. **Jamal Mahafina**, Jocelyne Ferraris, Lala Ranaivomanana, Christian Ralijaona & Pascale Chabanet (2011). Perceptions et comportements des pêcheurs du Sud Ouest de Madagascar face à l'implantation des réserves marines de pêche. *10e Forum halieumétrique, 28 juin-1er juillet 2011, Boulogne-sur-Mer*.
3. **Jamal Mahafina**, Lala Ranaivomanana, Pascale Chabanet, Christian Ralijaona & Jocelyne Ferraris (2010) Acceptability and adaptability of the fishermen communities to the Marine Protected Areas in South West of Madagascar. *World Small-Scales Fisheries Congress, 18-22 October 2010, Bangkok*.
4. *Lala Ranaivomanana, **Jamal Mahafina**, Jocelyne Ferraris, Christian Ralijaona, & Pascale Chabanet (2011) Gouvernance des ressources halieutiques : cas des réserves marines temporaires dans le Sud Ouest de Madagascar. *VERTIGO*.
5. Marc Léopold, Christian Chaboud, Gilles Domalain, Carlotta Estrella Arellano, Jocelyne Ferraris, Pierre Fréon, Amaga D. Kodio, **Jamal Mahafina**, Francis Laloë, Pierre Morand, Hélène Rey-Valette, Djiga Thiao (2010) Diversity of small-scale fisheries: research perspectives and governance challenges. *World Small-Scales Fisheries Congress, 18-22 October 2010, Bangkok*.
6. Ambroise Brenier , **Jamal Mahafina**, Jocelyne Ferraris. & René Galzin (2009) "Relevance of participatory approaches for ecosystemic monitoring of reef fisheries" *Paper presented at the annual meeting of the International Marine Conservation Congress, George Madison University, Fairfax, Virginia*.
7. *Ambroise Brenier, Jocelyne Ferraris, **Jamal Mahafina** (2009) Participatory assessment of the Toliara Bay reef fishery (southwest Madagascar). *Journal Madagascar Conservation & Development*.
8. *Ambroise Brenier, **Jamal Mahafina**, René Galzin, Jocelyne Ferraris (2009) Approches participatives : une solution pour le suivi des pêcheries récifales ? *Revue Natures Sciences et Sociétés*.

1. *Jamal Mahafina, Pascale Chabanet , Gilles Lecaillon , Jean-Philippe Caminade, Christian Ralijaona & Jocelyne Ferraris (2010) A first Post-larvae Capture and Culture (PCC) experiment to evaluate the potential of colonisation of coral reef fish larvae in Toliara Bay (Madagascar, SW Indian Ocean). *WIOJMS*.

A first Post-larvae Capture and Culture (PCC) experiment to evaluate the potential of colonisation of coral reef fish larvae in Toliara Bay (Madagascar, SW Indian Ocean)

Mahafina J.^{1,2}, Chabanet P.², Lecaillon G.³, Caminade J-P⁴, Ralijaona C.¹ & Ferraris J.⁵

¹ IHSM, Institut Halieutique et des Sciences Marines, BP 141 Route du Port, Toliara 601, Madagascar ; contact: mahafinaj@yahoo.fr

² Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UR 128, BP 172, 97492 Sainte Clotilde, Réunion, France

³ ECOCEAN, 1 avenue St Sauveur, 34980 Saint Clément de Rivière, France

⁴ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR DEV Espace, BP 172, 97492 Sainte Clotilde, Réunion, France

⁵ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UR 128, Laboratoire Arago Observatoire Banyuls, BP 44, 66651 Banyuls sur mer cedex, France

Abstract

Toliara Bay (south-west Madagascar) is heavily fished and management measures are necessary to decrease overexploitation. Marine Protected Areas (MPAs) are widely recognized as an important tool for management. But these MPAs are confronted with several problems among which the quasi-absence of alternative activities associated with marine resources. Capture and culture of coral reef fish post-larvae could be one solution. A pilot experiment was carried out on this area from December 2008 to February 2009. Sampling was conducted by traditional fishermen using light traps during the new moon period. Relationships between environmental parameters (sea surface temperature, wave height, turbidity) and some fish families were analysed. Over 4,000 post-larvae (PL) were trapped and 33 families identified over 17 fishing days. Total capture of PL was found to be inversely linked to SST and turbidity. The captures in PL/night/CARE were very elevated (202 PL/CARE) in comparison to other sites worldwide. They were dominated by Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae and Apogonidae. These results open up a possible alternative for the regulation of artisanal fisheries in this region. The outlets for Post-larvae Capture and Culture (PCC) are worthy of interest, as reef fish PL are a potential resource for generating an alternative activity to environmental overexploitation, via aquaculture, ornamentals and restocking environments. Before developing this sector, however, it is important to have (i) a longer sampling period, and (ii) estimate the economic and technical feasibility of the method together with its degree of acceptability by the local population.

Key words: post-larvae, coral reef fish, colonisation, PCC, Madagascar, SW Indian Ocean

Introduction

Coastal marine zones play a crucial role in the economic, social and political development of numerous countries as they are a major source of goods and services for the local populations (Balmford *et al.*, 2002). Coastal marine biodiversity is however directly impacted by disturbances brought about by increased anthropogenic pressure on littoral environments, with overexploitation of resources, various types of pollution, the destruction and fragmentation of the habitat (Ruiz & Romero, 2003; Gollasch, 2006; Kaiser *et al.*, 2006) and effects related to global climate change (Vitousek *et al.*, 1997; Boesch *et al.*, 2001; Worm *et al.*, 2006). The south-western region of the Indian Ocean is no exception to this. The region has a high level of marine biodiversity, including some of the Indian Ocean's most diverse coral reefs, mangrove forests and sea-grass beds. These environments sustain major social and economic activities in the region (e.g. fisheries, aquaculture, tourism), which contribute significantly to the livelihoods of coastal communities and the welfare of the countries involved. Today the coastal and marine environment is increasingly subjected to a wide range of natural and anthropogenic disturbances such as harmful fishing methods, destruction of habitats, over-exploitation of resources, marine pollution and conflicting use of resources by growing populations. Consequently Western Indian Ocean countries recognise the urgent need for better and more effective management of their coastal and marine resources to improve people's quality of life. The Malagasy State, for example, advocates sustainable development and conservation of the marine environment by implementing protective measures on the whole shoreline (Randria, 2006).

Within a context of overexploitation of marine resources, the reduction of fishing capacity via restrictive measures (such as fixing quotas and regulating fishing equipment) and the setting-up of Marine Protected Areas (MPAs) are solutions advocated by scientists, managers and decision-makers in order to offset the deficit of resources in the environment and enhance the resilience of ecosystems (Pauly *et al.*, 2002). Nonetheless, few alternative solutions are proposed to the users whose access to the resources is now restricted. Among the possibilities, fish farming offers major additional livelihood options for coastal communities. Such activities have potential for reducing pressure on reefs, providing employment and supplying reliable protein. Other activities in the region that provide additional livelihood options include seaweed farming and eco-tourism. Another alternative activity, Post-larvae Capture and Culture (PCC), is explored here, in parallel to the conservation measures associated with the setting-up of MPAs on the south-west coast of Madagascar. Taking as a starting-point the fact that the mortality rate of post-larvae (PL) tops 90% during the first weeks after they move from the open ocean to the reef environment (Planes & Lecaillon, 2001; Planes *et al.*, 2002; Doherty *et al.*, 2004), the PL are captured before they are settled on to the reef without an impact on the *in situ* populations nor any degradation of the environment during harvesting (Bell *et al.*, 1999; Hair & Doherty, 2003; Lecaillon, 2004; Maamaatuaiahutapu *et al.*, 2006). These PL are reared and constitute a new resource to be exploited sustainably for the local populations and their economic development via the production of aquacultural resources for the local markets (food fish and ecotourism) and international markets (the aquarium trade). PCC experiments are recent, and for the most part have been carried out in the Pacific (Dufour *et al.*, 1996; Hair, 2002; Lecaillon, 2004; Malpot *et al.*, 2008; Bell *et al.*, 2009; Carassou *et al.*, 2009). The only known experiment in the Indian Ocean was led in Reunion Island (unpublished data); the one described here is thus the first to have been carried out in Madagascar. It was made in Toliara Bay (SW Madagascar) where the reef is overexploited by the artisanal fisheries (Laroche & Ramananarivo, 1995; Vasseur, 1997). Nonetheless, the coastal populations are still actively fishing on this reef, but especially for juveniles and some small coastal pelagic species (Rakotoarinivo, 1998; Brenier, 2009). Therefore it can be supposed that there could be

significant potential for the arrival of PL, although the larval flux remains unknown. Yet the persistence and renewal of fish communities throughout time are linked to this larval colonisation, which has a major influence on the composition and abundance of adult populations (Doherty & Williams, 1988; Caley *et al.*, 1996; Sale, 2002) and associated fisheries. The objective of this pilot test is to obtain a first qualitative and quantitative assessment of the coral reef fish colonisation in Toliara Bay in order to evaluate the potentiality of PCC in the region.

Materials and methods

1. Study area

The study area is located in the southwest of Madagascar (SW Indian Ocean) at the reef complex of Toliara Bay (Figure 1). The outer barrier reef complex of Toliara (“Grand Récif” or GRT) is delimited by two rivers, the Fiherenana to the north and the Onilahy to the south. The coral reef complex of Toliara has been described by Battistini *et al.* (1975) and more recently with remote sensing tools by Andréfouët *et al.* (2009). From the outside to the inside, the barrier reef complex is made up of a continental outer shelf barrier and a continental fringing reef. The external part of the reef (shelf barrier) consists of a forereef, a reef flat and a shallow terrace. A deep lagoon separates the outer barrier reef from the fringing reefs, except to the south where the continental barrier reef is closer to the mainland. To the south there is no lagoon but a pass, with a forereef as a boundary to a patch reef with a subtidal reef flat (Nosy Tafara). On the internal part of the reef, a lagoon-exposed fringing reef is composed of a reef flat (located to the south) and a terrace adjacent to the mainland (Andréfouët *et al.*, 2009).

The littoral communities are faced with increasing demand for local and regional consumption for marine produce, and even from marine resource exporters for the international market. Consequently, the reef flats are overexploited by traditional fishing on foot and by canoe, whose main devices are nets, the seine and the line. The barrier reef is less exploited and damaged. Apart from the harm caused by fishermen trampling the reef flats and the overexploitation of resources, the GRT is also under other kinds of pressure from human activity, linked to the development of the Toliara town and the erosion of the drainage basins, causing significant amounts of soil to be washed down into the reef zone (Ranaivomanana, 2006; Rakotondralambo, 2008).

2. Sampling method

Sites

The sampling of coral reef PL was conducted on the outer barrier reef as the reef is less disturbed, owing to there being less soil arriving, no trampling and less exploitation; it is also a deeper environment, which is important as the light traps need to be set up at a minimum depth of 10 m. Both study sites are located to the north and south of the GRT: to the north, the Ankolatse site (S₁), opposite the village of Ankiembe close to Toliara; and to the south, the Rakaivo site (S₂), opposite the village of Sarodrano (Figure 1). These two sampling sites were selected for their contrasting environmental conditions, with the northern one (S₁) under the influence of the ocean, and the southern one (S₂) close to a pass and influenced by the river Onilahy. They were also chosen due to their importance for traditional fishing locally.

Capture device (CARE)

Fish larvae were collected using a light trap called CARE (Collect by Artificial Reef Eco-friendly) (Figure 2) consisting of a floating underwater housing and a conical net. The CARE device uses the light to attract post-larvae, as most oceanic ichthyoplankton are phototropic. The device is illuminated here by fishermen at night with a waterproof lamp emitting a special spectrum. It is an artificial reef as post-larval fish spontaneously enter the cod-end of the device to protect themselves from predation, with neither stress nor physical contact (Lecaillon, 2004). The CARE device is recognised as an efficient sampling tool for the study of PL and larval colonisation (Doherty, 1987). The traps were tied to a moored buoy. This buoy was maintained by a rope, which was attached to a cemented tyre placed on the seabed (Figure 2).

Sampling periods and technique

Capture periods of post-larvae were centred around the new moon and were defined by this because colonisation of PL peaks during these times (Milicich & Doherty, 1994; Rauby, 2006; Sponaugle *et al.*, 2006). For the pilot test, they were collected from December 2008 to February 2009 (Table 1) during three lunar cycles in the warm season defined from the new moon (27 November 2008, 27 December 2008 and 26 January 2009).

Harvesting of the PL was carried out with local fishermen using their traditional outrigger sailing canoes to travel to the capture sites throughout the period of experimentation. The light traps were deployed each fishing night before sunset and were illuminated for around 11 hours. Each trap was tied to a moored buoy overnight and was harvested the next morning at dawn.

The PL harvested were then sorted and identified by a scientist. Sorting was carried out mainly at the family rank and then, where possible, at the ranks of genus and species. Any juveniles, clupeiformes and invertebrates (crustaceans, cephalopods, crabs) captured were not taken into account in this study, which focuses on larval reef fish colonisation. Only the PL were identified, using books and guides available in the region (Lieske & Myers, 1994; Maamaatuaiahutapu *et al.*, 2006; Taquet & Diringer, 2007). Photographs were taken of each specimen and biological specimens were kept in order to establish a reference collection.

3. Capture and environmental data considered

After every fishing night, the number of CAREs used during the capture, the number of species per fish family captured, and the visibility around the CAREs (defined here as turbidity) were noted. In order to cross biological observations with environmental factors liable to influence the arrival of larvae (Carassou *et al.*, 2008), meteorological data were taken into account: sea surface temperature (SST), swell height (or wave height) and turbidity. Turbidity was estimated qualitatively by the fishermen according to whether or not the CAREs were visible from the sea surface (0: good visibility, low turbidity; 1: average visibility, average turbidity; 2: poor visibility, high turbidity). Wave heights were calculated using satellite altimetry that observes how the sea surface reflects the radar signal from Topex/Poseidon and Jason-Envisat (using models from www.aviso.oceanobs.com). Altimetry data were used in near-real time (within 3 to 48 hours) to improve weather forecasting models by assimilating these data. Finally, Sea Surface Temperatures (SST) were obtained from remote sensing data obtained by the L-band station network SEASnet located in Reunion Island (www.seasnet.org). The SST maps were produced from high-resolution data AVHRR-3 (Advanced Very High Resolution Radiometer) from the polar-orbiting NOAA satellites (N15, N16, N17 and N18), with the spatial resolution in geographic projection being 0.1° (a temperature value of 0.1°C per surface area of approximately 1 km^2). Producing the SST maps required a complex chain of processing including a relocation of the NOAA images (geometrical correction), adjustment of temperature calculation ratios by means of the meteorological buoys (calibration), whilst taking

into account diurnal warming and cloud cover (elimination). Finally, a synthesis of five days (SST map) was produced by merging the SST days generated from the temperature values calculated for each image acquired. From GPS coordinates for points of post-larvae capture, an average of eight temperature values framing the selected points was calculated daily to obtain a SST value for these harvesting sites.

4. Data analysis

The capture and environmental data were considered as variables in an exploratory statistical analysis operated by XLSTAT software. For capture data, the number of PL/night/CARE, number of fish families captured, catch per site and catch per lunar cycle were defined firstly to obtain overall characteristics of post-larval flow (diversity, abundance) in Toliara Bay and secondly to describe temporal variability of recruitment over the various lunar cycles sampled. The captures were calculated per unit effort. Abundance of every fish family was calculated and estimated respectively during the experiment and per lunar cycle. For environmental data, the statistical parameters (average and standard deviation) per lunar cycle were calculated for SST, height data and turbidity.

Moreover, potential environmental causes of the temporal variability were explored via an analysis of the relationship between captures (diversity, abundance) and environmental data (turbidity, wave heights, SST), using a Pearson's correlation test with the hypothesis that the CARE observations are independent. Spatio-temporal variability of data and co-variation between biological and environmental parameters were described by a Principal Component Analysis (PCA). The same analysis was carried out between environmental parameters and some fish families (Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae, and Apogonidae). Potential influence of environmental parameters on the arrival of these fish families was determined together with the relationship between these fish families.

Results

Reef fish post-larvae captured

25 light traps (CAREs) were operated over 17 fishing days (11 days around site 1 and 6 days on site 2). 4,049 post-larvae were harvested in total (Table 1).

The average capture was 201.8 ± 85.6 PL/night/CARE with an average of 9.4 ± 1.0 families captured per fishing night. The captures on each site were 247.2 ± 131.8 and 118.7 ± 25.8 PL/night/CARE for S_1 and S_2 respectively. The average capture per lunar cycle was variable over time, with colonising peaking in early December (389.3 ± 192.7), a decrease in late December (47.3 ± 6.4) and another increase at the end of January (86.2 ± 20.6).

The post-larvae identified belong to 33 different families (Figure 3). The families present in the highest numbers were the Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae and Apogonidae (Figure 3). In percentage of the captures, they represent 46.5%, 20.1%, 9.0%, 6.2% and 4.5% respectively. The genera *Acanthurus*, *Balistoides*, *Parablennius*, *Trachinotus*, *Neoniphon*, *Lethrinus*, *Paraluteres*, *Parupeneus*, *Lactoria* and 13 other species were identified. These species include *Zebrasoma veliferum*, *Carangoides ferdau*, *Gnathonodon speciosus*, *Chaetodon auriga*, *Hemiramphus commersoni*, *Lutjanus monostigma*, *Lutjanus argentimaculatus*, *Lutjanus fulviflamma*, *Chromis viridis*, *Pseudochromis natalensis*, *Siganus sutor*, *Siganus argenteus* and *Sphyrna barracuda*.

Some species were captured throughout the experiment but with a variation in the number of individuals according to the day of capture. This is the case for the five most abundant families, i.e. the Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Apogonidae and Pomacentridae (Figure 4). Other families, such as the Gerreidae, Serranidae, Ostraciidae and Acanthuridae, were captured or

appeared only in a given period (Table 2). The number of individuals captured per family is maximal for the Siganidae during the first lunar cycle (264.9 ± 163.8).

Environmental parameters

Data obtained via teledetection show there was no difference in sea surface temperatures (SST, in °C) between the two sites during the experimental period. Overall, the SSTs were more or less homogenous, with an increase during the second lunar cycle in late December (27.5 ± 0.7 , 29.6 ± 0.2 , 29.8 ± 0.1). Swell height data were for Toliara Bay, with the swell being greater in January. The mean wave height (in metres) was 1.0 ± 0.1 , 1.2 ± 0.1 and 1.1 ± 0.10 respectively for the three lunar cycles (Figure 5A).

Throughout the experiment the turbidity of the seawater was evaluated qualitatively each fishing night according to a semi-quantitative scale (low, medium or high turbidity). It was relatively elevated during the experimental period, with a higher level during the second cycle, corresponding to the middle of the rainy season in the area (Figure 5B).

Relationship between environmental factors and capture of post-larvae

It was not possible to establish any significant relationship between the variation in swell height with the SST, the turbidity and the mean total capture of PL. In contrast, however, a positive correlation was established between the SST and the daily total capture of PL/CARE ($r = -0.565$; $p = 0.018$). The correlation analysis shows that the appearance of some families is linked to certain environmental parameters: Gobiidae with swell ($r = 0.538$; $p = 0.026$) and Siganidae with SST ($r = -0.625$; $p = 0.007$). Moreover, arrivals of certain families correlate with each other, such as the Siganidae with the Apogonidae ($r = 0.781$) and the Pomacentridae ($r = 0.613$; $p = 0.009$) throughout the entire experimental period (Figure 4).

PCA of the environmental data and the number of individuals captured for the best-represented families (in number of individuals) enabled these relationships to be illustrated by using the first factorial plane, which represents over 65% of the global variability (Figure 6). This analysis shows that: (i) the peaks of Pomacentridae, Apogonidae and Siganidae are related to weak values of SST and turbidity; (ii) the Siganidae are inversely correlated to the SST; (iii) the Gobiidae are correlated to high swell values; (iv) the Lutjanidae, although not so well-represented on the correlation circle, are inversely correlated to the swell; and (v) the Pomacentridae are weakly but positively correlated to the swell (Figure 6A). The ordination of individuals in this first factorial plane shows the site and time effects to explain these relationships: the spatial variability is less than the temporal variability (Figure 6B).

Discussion and conclusion

Capture of fish post-larvae (diversity and abundance)

Colonisation is high on the reefs of Toliara Bay despite the overexploitation of the lagoon's reef flat and the degradation of the ecosystem (Vasseur, 1997). Indeed, over 4,000 PL and 33 identified families were captured during the experiment, notwithstanding a low sampling rate and the minimal number of CAREs over the three lunar cycles monitored. Moreover, the average captures in PL/night/care were very elevated in Toliara (202 PL/CARE) in comparison to other sites worldwide such as Reunion Island, Fiji, Hawaii and the Philippines (36, 32, 20 and 19 PL/CARE respectively) where the same techniques were used (unpublished data). The mean values obtained on these sites correspond to the lowest value of this sampling period in Toliara (21 PL/night/CARE, Table 1).

The number of families captured remained stable during the three sampling cycles (an average of 9 families/night/CARE). The total number of families caught during the experiment (33) was higher in Madagascar than in other countries: 27 in New Caledonia (Carassou & Ponton,

2007), 24 in Puerto Rico (Dennis *et al.*, 1991), or 24 on the Great Barrier Reef (Milicich, 1988). This result bears witness to the region's high ichthyological diversity.

A few families were predominant in the catches, i.e. the Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae, Apogonidae, Gerreidae and Lethrinidae (Figures 3 and 4). This result can be explained by the presence of dominant species/families on the study site, but also by the species' strategies for colonising the environment and the adults' reproductive period (Leis, 2002). Certain families, such as the Apogonidae, were captured on a regular basis, whereas others such as the Siganidae arrived by peaks.

Most of the species and families captured during this study are to be found in fishing-nets (Laroche & Ramananarivo, 1995; Brenier, 2009; Davies *et al.*, 2009) and in-situ observations of adult populations (Harmelin-Vivien, 1979; Rasoarimalala, 2001). This result is evidence that post-larval colonisation takes place in Toliara Bay and that a proportion of the juveniles manage to settle despite the significant degradation of the habitats, with habitat being an essential factor in recruitment success (Lecchini *et al.*, 2007a; Lecchini *et al.*, 2007b). These juveniles will turn into fertile adults that will be able to recolonise the environment (local recruitment). However, the high rate of colonisation observed in our study might also be due to arrivals of PL from external reefs other than those located in Toliara Bay. This hypothesis puts forward the possible connectivities between reefs in the south-west zone of Madagascar (regional recruitment).

Relationships between captures and environmental parameters

Capture of post-larvae is linked to environmental conditions and notably turbidity, as the efficiency of the capture equipment relies essentially on visibility in the water (David & Richard, 2005; Rauby, 2006; Carassou *et al.*, 2009). At the end of January (cycle 3), after significant rainfall, the high turbidity recorded on site S₂ under the direct influence of the river and its wash of turbidity brought captures on this site to a halt.

Our results have shown that the total capture of PL is inversely linked to SST and turbidity. The significant relationship between colonisation and SST can be explained by the larvae's requirements during their pelagic stage, in particular their needs in plankton for feeding (Carassou *et al.*, 2008). Indeed, the SST is correlated to the concentration in chlorophyll (a marker of the presence of plankton) which increases with the temperature (Blanchard & Guarini, 1996). Over and above this trophic aspect, larval colonisation is also influenced by wind speed and direction (Carassou *et al.*, 2008). As for turbidity, which is inversely related to capture abundance, this result is probably linked more to decreased efficiency of the CARE device when visibility in seawater is reduced than to the behavioural and ecological characteristics of the post-larvae themselves.

The only significant relationships between the environmental parameters and the families caught concern the SST, which is inversely correlated to the abundance of Siganidae, and to the swell, which is positively correlated to the Gobiidae. In a future study it would be necessary to use multiparametric probes, which are more sensitive to the variations in environmental factors than satellite images that smooth environmental parameters. Nonetheless, using satellite images enables a study to be carried out on a more regional scale: an interesting opportunity when one considers that the recognised swimming capabilities of PL (Fisher, 2005) which can cover great distances in their pelagic stage. The fact that Apogonidae, Pomacentridae and Siganidae are to be found in the same catches may be due to a favourable combination of several environmental factors such as temperature, turbidity and wind (Carassou *et al.*, 2008). It could also be caused by the similarities in these families as regards the adults' egg-laying period, the duration of their larval stage and the swimming speed of the PL.

The experimental design, because of time and spatial limitation due to logistical constraints with fishermen's involvement in the experiment and temporal dependence between observations, does not allow analysis of the data with more robust statistical models such as ANOVA or GLM. The statistical analysis of the data collected during this pilot project is a first explanatory approach for quantifying and qualifying the colonisation of PL and identifying the relationships between environmental and biological data. This experiment, which enables the generating of hypotheses about processes of coral reef fish recruitment together with the highlighting of the biological potential of Toliara Bay for PCC, must be carried out with spatial and temporal replicates. A rigorous sampling design must be planned to control environmental signals in the statistical data analysis.

PCC: potentialities and perspectives

At the intersection of fishing and aquaculture, PCC aims to reconcile the objectives of conservation and development of coral ecosystems.

i) From an environmental stance, the technique used to fish post-larvae preserves not only the physical environment but also the stock of adults and juveniles targeted by traditional fishing (Hair & Doherty, 2003).

ii) From an operability standpoint, this study has shown the benefits of PCC. Indeed, it is possible to capture PL with limited means involving traditional fishermen with canoes. Nonetheless, local environmental constraints curbing the efficiency of the capture devices (wind direction and speed, turbidity, tide) demonstrate that the technique fails to be optimal the whole year round, notably during the rainy season when there is a considerable increase in the quantity of soil washed down by the rivers. The selected sites that were close to the shoreline evidenced interesting capture potential, especially for the site in the north of the Great Reef of Toliara Bay (S₁).

iii) From an economic viewpoint, PCC is a sustainable alternative to fishing. The outlets for PCC are worthy of interest, as reef fish PL are a potential resource for generating an alternative activity to environmental overexploitation, via aquaculture, ornamentals and restocking environments. Indeed, 67.8% of the PL in these captures are edible fish, and 9.3% could be of interest to the ornamental industry. The Siganidae in particular hold high potential for rearing, firstly because they are majority species in the catches and secondly as they are herbivores, thus limiting rearing costs. Feeding rabbitfish (Siganidae) with spiruline, whose nutritional qualities are now widely recognised, would be worth testing in the future. As for the species which could be commercialised as ornamentals (Pomacentridae, Chaetodontidae, Acanthuridae), they are abundant in the catches (23% of the number of identified species) and represent approximately 10% of the captures in number of individuals. Lastly, some species could be used for replenishing degraded environments (Lethrinidae, for instance) and/or establishing underwater trails for ecotourism (for example, Pomacentridae).

iv) From a social perspective, PCC's capturing and farming activities and its outlets ought to enable an involvement of the local communities in the management of their resources.

This pilot study has therefore demonstrated the high potentialities of PCC in the Toliara region. Before developing this sector in Madagascar, however, it is important to have a longer sampling period to determine changes in catches (diversity and abundance) during the year, and to estimate the economic and technical feasibility of the method and its degree of acceptability by the local population.

Acknowledgments

I thank the fishermen of Ankiembe and Sarodrano villages, especially Nery Gaston, Roma and Parosy for their help in this experiment and Gérard Lassere for the fruitful discussions around the paper. Many thanks to Celia Gautier for proofreading. This study was funded essentially by the Institut de Recherche pour le Développement (IRD), with the collaboration of IH.SM (University of Toliara), the company ECOCEAN, and the Association Réunionnaise pour le Développement de l'Aquaculture (ARDA).

References cited

- Andréfouët, S., Chagnaud, N., & Kranenburg, C., eds. (2009) *Atlas des récifs coralliens de l'Océan Indien Ouest, Centre IRD de Nouméa, Nouvelle-Calédonie*, pp 157.
- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R.E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K., & Turner, R.K. (2002) Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, 297, 950-953.
- Battistini, R., Bourrouilh, F., Chevalier, J.P., Coudray, J., Denizot, M., Faure, G., Fischer, J.C., Guilcher, A., Harmelin-Vivien, M.L., Jaubert, J., Laborel, J., Montaggioni, L., Masse, J.P., Mauge, L.A., Peyrot-Clausade, M., Pichon, M., Plante, R., Plaziat, J.C., Plessis, Y.B., Richard, G., Salvat, B., Thomassin, B.A., Vasseur, P., & Weydert, P. (1975) Eléments de terminologie récifale indopacifique. *Téthys*, 7(1), 1-111.
- Bell, J., Doherty, P., & Hair, C. (1999) The capture and culture of postlarval coral reef fish: Potential for new artisanal fisheries. *SPC Live Reef Fish Info. Bull.*, 6, 31-34.
- Bell, J.D., Clua, E., Hair, C.A., Galzin, R., & Doherty, P.J. (2009) The Capture and Culture of Post-Larval Fish and Invertebrates for the Marine Ornamental Trade. *Reviews in Fisheries Science*, 17(2), 223-240.
- Blanchard, G. & Guarini, J.-M. (1996) Studying the role of mud temperature on the hourly variation of the photosynthetic capacity of microphytobenthos in intertidal areas. *Sciences*, 319 (12), 1153-1158.
- Boesch, D., Bureson, E., Dennison, W., Houde, E., Kemp, M., Kennedy, V., Newell, R., Paynter, K., Orth, R., & Ulanowicz, R. (2001) Factors in the decline of coastal ecosystems. *Science*, 293, 1589-1590.
- Brenier, A. (2009) Pertinence des approches participatives pour le suivi écosystemique des pêcheries récifales, Université de Paris VI, Université de Toliara.
- Caley, M.J., Carr, M.H., Hixon, M.A., Hugues, T.P., Jones, G.P., & Menge, B.A. (1996) Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Annual Review Ecological System*, 27, 477-500.
- Carassou, L., Mellin, C., & Poton, D. (2009) Assessing the diversity and abundances of larvae and juveniles of coral reef fish: a synthesis of six sampling techniques. *Biodiversity and Conservation*, 18, 355-371.
- Carassou, L. & Ponton, D. (2007) Spatio-temporal structure of pelagic larval and juvenile fish assemblages in coastal areas of New Caledonia, southwest Pacific. *Marine Biology*, 150, 697-711.
- Carassou, L., Ponton, D., Mellin, C., & Galzin, R. (2008) Predicting the structure of larval fish assemblages by a hierarchical classification of meteorological and water column forcing factors. *Coral Reefs*.
- David, C.L. & Richard, F.S. (2005) Effects of current speed and turbidity on stationary light-trap catches of larval and juvenile fishes. *Fishery Bulletin*, 103, 438-444.

- Davies, T.E., Beanjara, N., & Tregenza, T. (2009) A socio-economic perspective on gear-based management in an artisanal fishery in south-west Madagascar. *Fisheries Management and Ecology*.
- Dennis, D.D., Goulet, D., & Rooker, J.R. (1991) Ichthyoplankton assemblages sampled by night lighting in nearshore habitats of SouthWestern Puerto Rico. *NOAA Technical Report NMFS*, 95, 89-97.
- Doherty, P.J. (1987) Light traps: selective but useful devices for quantifying the distributions and abundance of larval fishes. *Bulletin of Marine Science*, 41, 423-431.
- Doherty, P.J., Dufour, V., Galzin, R., Hixon, M.A., Meekan, M.G., & Planes, S. (2004) High mortality during settlement is a population bottleneck for a tropical surgeonfish. *Ecology*, 85, 2422-2428.
- Doherty, P.J. & Williams, D.M. (1988) The replenishment of coral reef fish populations. *Oceanography and Marine Biology (Annual Review)*, 26, 487-551.
- Dufour, V., Riclet, E., & Lo-Yat, A. (1996) Colonisation of fish at Moorea island, French Polynesia: temporal and spatial variation of the larval flux. *Marine and Freshwater Research*, 47, 413-422.
- Fisher, R. (2005) Swimming speeds of larval coral reef fishes: impact on self-recruitment and dispersal. *Marine Ecology Progress Series*, 285, 223-232.
- Gollasch, S. (2006) Overview on introduced aquatic species in European navigational and adjacent waters. *Helgol Marine Ressources*, 60 (2), 84-89.
- Hair, C. (2002) Development of New Artisanal Fisheries Based on the Capture and Culture of Postlarval Coral Reef Fish. *Regional Workshop on Seafarming and Grouper Aquaculture*, 129-133.
- Hair, C. & Doherty, P. (2003) Rapport d'activités sur la capture et la culture de poissons des îles Salomon au stade de la préfixation. *Ressources marines et commercialisation*, Bulletin de la CPS n°11, 13-18.
- Harmelin-Vivien, M.L. (1979) Ichtyofaune des récifs coralliens de Tuléar (Madagascar): écologie et relations trophiques., Université d'Aix-Marseille II.
- Kaiser, M.J., Clarke, K.R., Hinz, H., Austen, M.C.V., Somerfield, P.J., & Karakassis, I. (2006) Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. *Marine Ecology Progress Series*, 311, 1-14.
- Laroche, J. & Ramananarivo, N. (1995) A preliminary survey of the artisanal fishery on coral reefs of the Tulear Region (Southwest Madagascar). *Coral Reefs*, 14, 193-200.
- Lecaillon, G. (2004) The "C.A.R.E" (collect by artificial reef eco-friendly) system as a method of producing farmed marine animals for the aquarium market: An alternative solution to collection in the wild. *SPC Live Reef Fish information Bulletin*, 12, 17-20.
- Lecchini, D., Osenberg, C.W.O., Shima, J.S., Mary, C.S., & Galzin, R. (2007b) Ontogenetic changes in habitat selection during settlement in a coral reef fish: Ecological determinants and sensory mechanisms. *Coral Reefs*, 26, 423-432.
- Lecchini, D., Planes, S., & Galzin, R. (2007a) The influence of habitat characteristics and conspecifics on attraction and survival of coral reef fish juveniles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 341, 85-90.
- Leis, J.M. (2002) Pacific coral-reef fishes: the implications of behaviour and ecology of larvae for biodiversity and conservation, and a reassessment of the open population paradigm. *Environmental Biology of Fishes*, 65, 199-208.
- Lieske, E. & Myers, R.F., eds. (1994) *Guide des poissons des récifs coralliens: région Caraïbe, Océan Indien, Océan pacifique, Mer rouge*.
- Maamaatuaiahutapu, M., Remoissenet, G., & Galzin, R., eds. (2006) *Guide d'identification des larves de poissons récifaux de Polynésie française*, Editions Téthys edn, pp 104.

- Malpot, E., Teitelbaum, A., Raumea, K., & Story, R. (2008) Preliminary assessment of the potential for post-larval fish capture and culture, Aitutaki, Cook Islands.
- Milicich, M.J. (1988) The distribution and abundance of presettlement fish in the nearshore waters of Lizard Island. *Proceedings 6th international coral reef symposium, Australia*, 2, 785-790.
- Milicich, M.J. & Doherty, P.J. (1994) Larval supply of coral reef fish populations: magnitude and synchrony of replenishment to Lizard Island, Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series*, 110, 121-134.
- Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T.J., Sumaila, U.R., Walters, C.J., Watson, R., & Zeller, D. (2002) Toward sustainability in world fisheries. *Nature*, 418, 689-695.
- Planes, S. & Lecaillon, G. (2001) Caging experiment to examine mortality, during metamorphosis of coral reef fish larvae. *Coral Reefs*, 20(3), 211-218.
- Planes, S., Lecaillon, G., Lenfant, P., & Meekan, M. (2002) Genetic and demographic variation in new recruits of *Naso unicornis*. *Journal of Fish Biology*, 61, 1033-1049.
- Rakotoarinivo, W. (1998) Les petits poissons pélagiques de la région de Toliara (S W Madagascar): biologie, écologie, exploitation et aménagement. Université de Toliara.
- Rakotondralambo, A. (2008) Origine et connaissance de l  rosion des sols des bassins versants de Madagascar: conséquences sur les habitats des écosystèmes continentaux et marins côtiers - protocole de suivi des flux et application au fleuve Onilahy, Université de Toliara.
- Ranaivomanana, L.N.J. (2006) Identification des conditions d'appropriation de la gestion durable des ressources naturelles et des écosystèmes: cas du Grand Récif de Toliara., Université de Rennes, Université de Toliara (IH.SM).
- Randria, N. (2006) Aires Marines Protégées. *Midi Madagascar*.
- Rasoarimalala, F. (2001) Variations de la biodiversité spécifique des peuplements de poissons sur le Grand Récif de Toliara (Sud-Ouest de Madagascar), entre 1970 et 1997, Université de Toliara (IH.SM).
- Rauby, T. (2006). Premiers éléments d  tude de la colonisation larvaire des poissons de récif corallien    Suva, Fiji. EPHE.
- Ruiz, J.M. & Romero, J. (2003) Effects of disturbances caused by coastal constructions on spatial structure, growth dynamics and photosynthesis of the seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine Pollution Bulletin* 46, 1523-1533.
- Sale, P.F. (2002) Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem. *Academic Press, San Diego*.
- Sponaugle, S., Grorud-Colvert, K., & Pinkard, D. (2006) Temperature-mediated variation in early life history traits and recruitment success of the coral reef fish *Thalassoma bifasciatum* in the Florida Keys. *Marine Ecology Progress Series*, 308, 1-15.
- Taquet, M. & Diringer, A., eds. (2007) *Poisson de l'oc  an Indien et de la mer Rouge*.
- Vasseur, P. (1997) Ecosyst  mes côtiers en danger dans la région de Tuléar: analyse des agressions humaines et problèmes de gestion. *Coll. Iles et Archipels*, 23, 97-119.
- Vitousek, P.M., D'Antonio, C.M., Loope, L.L., Rejmanek, M., & Westbrooks, R. (1997) Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*, 21(1), 1-16.
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J., & Watson, R. (2006) Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science*, 314, 787-790.

Figure 1: Localisation of studying area. The sampling sites are located at the outer barrier reef (black square) of two fishing areas: Ankolatse (S_1) for Ankiembe village and Rakaivo (S_2) for Sarodrano village.

Figure 2: Simplified diagram of a light trap, CARE (Collect by Artificial Reef Eco-friendly) and its installation in the sea.

Figure 3: Number of individuals caught per fish family compared to the total number caught (relative abundance). The x-axis indicates the relative abundance (%) of all the fish families and the y-axis gives the list of fish families caught during the experiment in decreasing order.

Figure 4: Number of individuals caught for the five most abundant fish families during the experiment (fishing nights). The left axis indicates the number of Siganidae and the right axis ($N \cdot 10^{-1}$) indicates the numbers of Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae and Apogonidae.

Figure 5: Fluctuations of environmental parameters during a time including the sampling period (15 November 2008 to 15 February 2009).

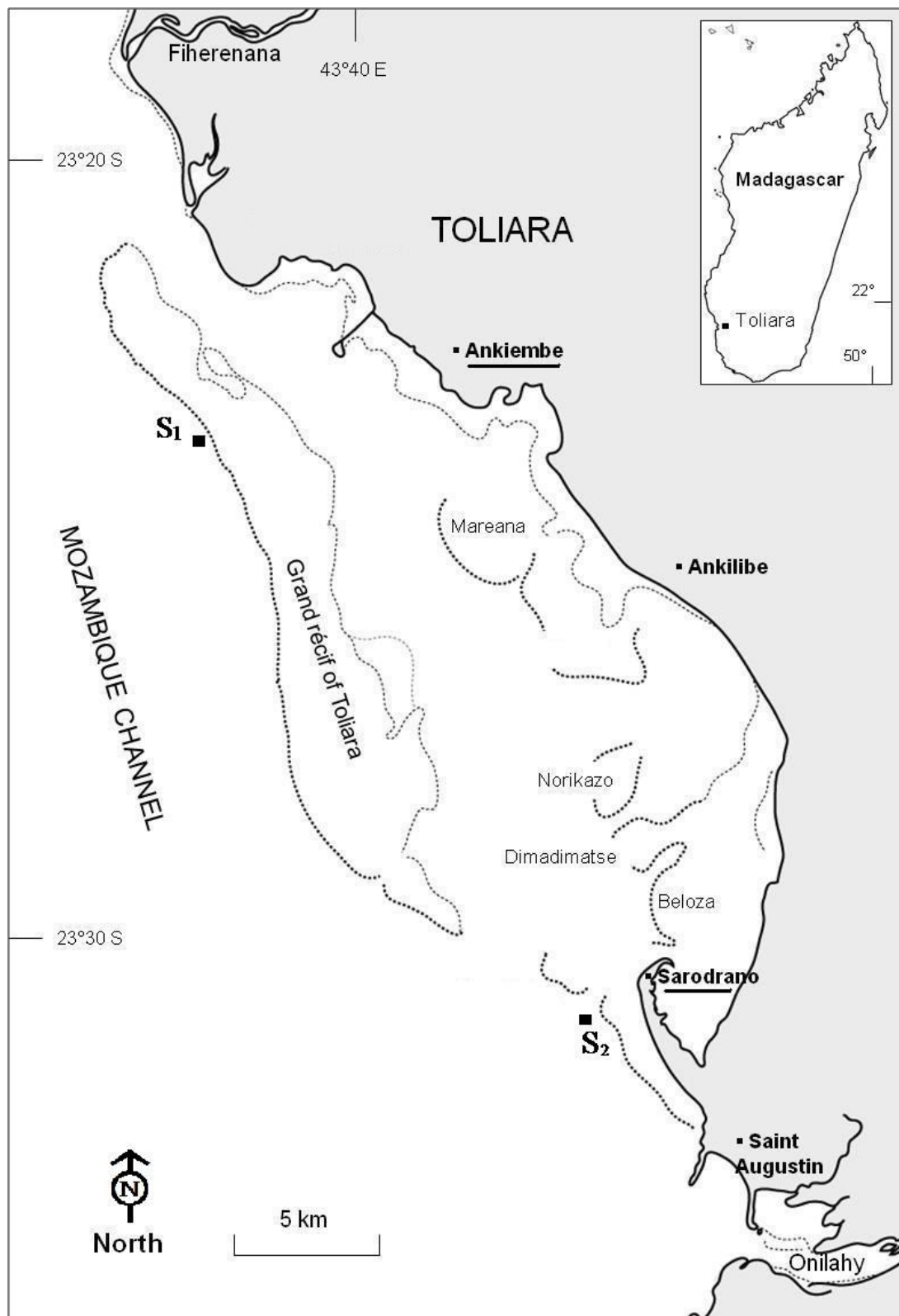
A- Average of SST ($^{\circ}\text{C}$) and wave heights (metres). Numbers on the horizontal axis indicate the N° of days, from 15 November 2008 to 15 February 2009 (1 to 91). The first new moon Nm 1 is 27 November 2008 (13), the second Nm 2 is 27 December 2008 (43), and the third Nm 3 is 26 January 2009 (73). Here, the first lunar cycle (Cycle 1) defined fishing between 28 November to 27 December 2008 starting from 14 to 43 on the horizontal axis, the second cycle (cycle 2) defined the fishing range between 28 December 2008 to 26 January 2009 starting from 44 to 73, and the third cycle (cycle 3) included those between 27 January to 25 February 2009 starting from 74 to 91.

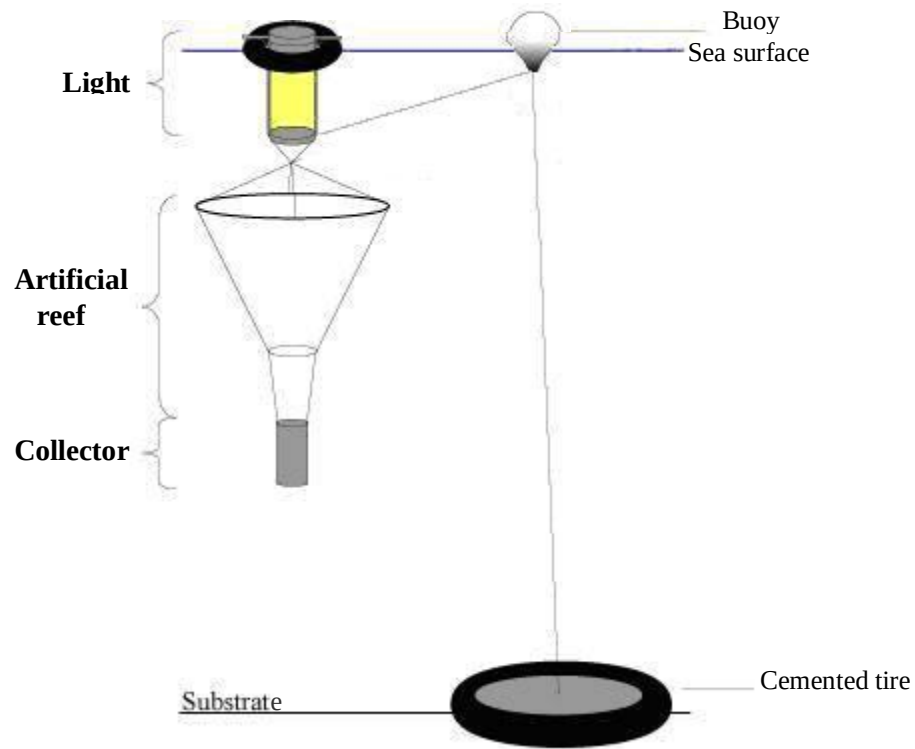
B- Turbidity in the three cycles.

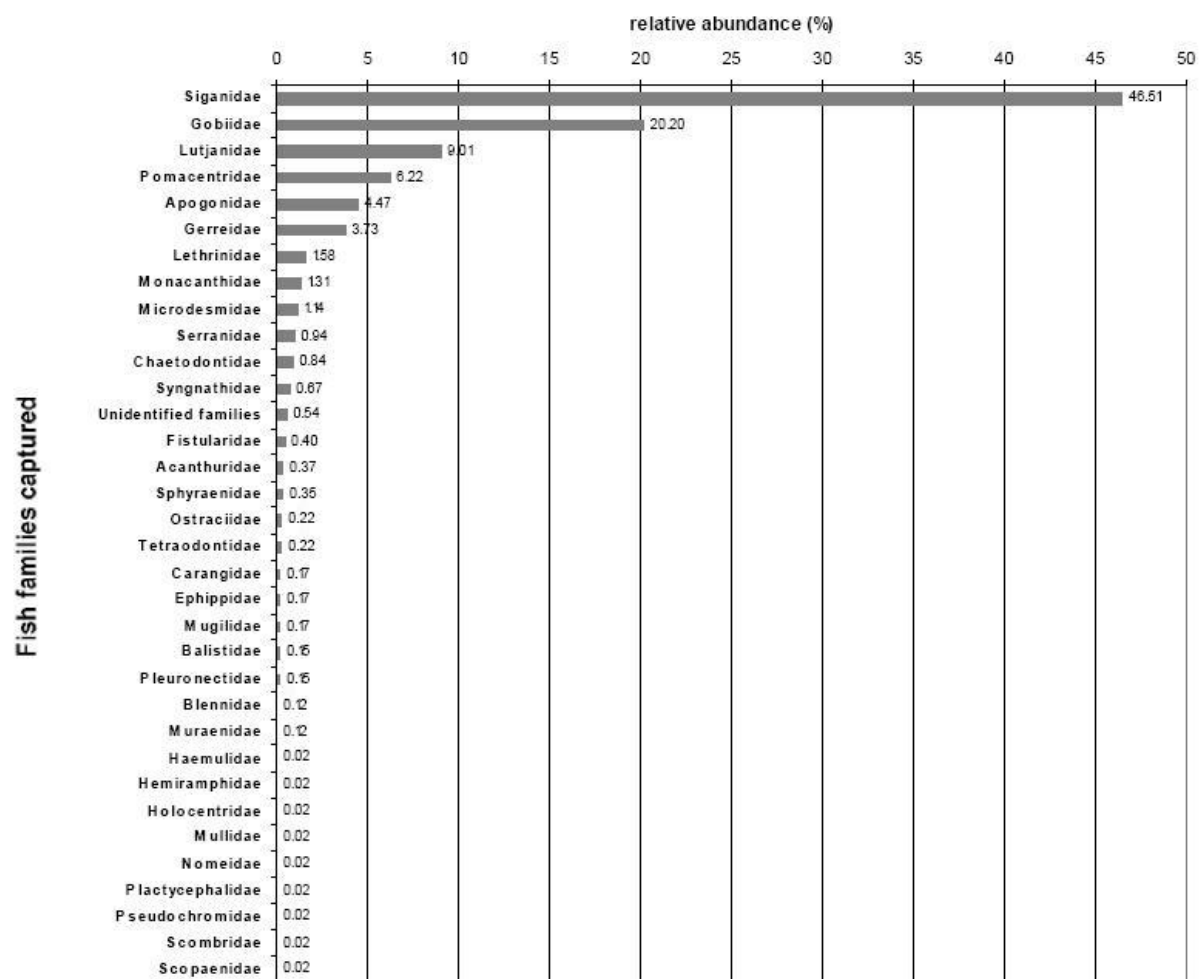
Figure 6: Principal Component Analysis (PCA) carried out on the correlation matrix.

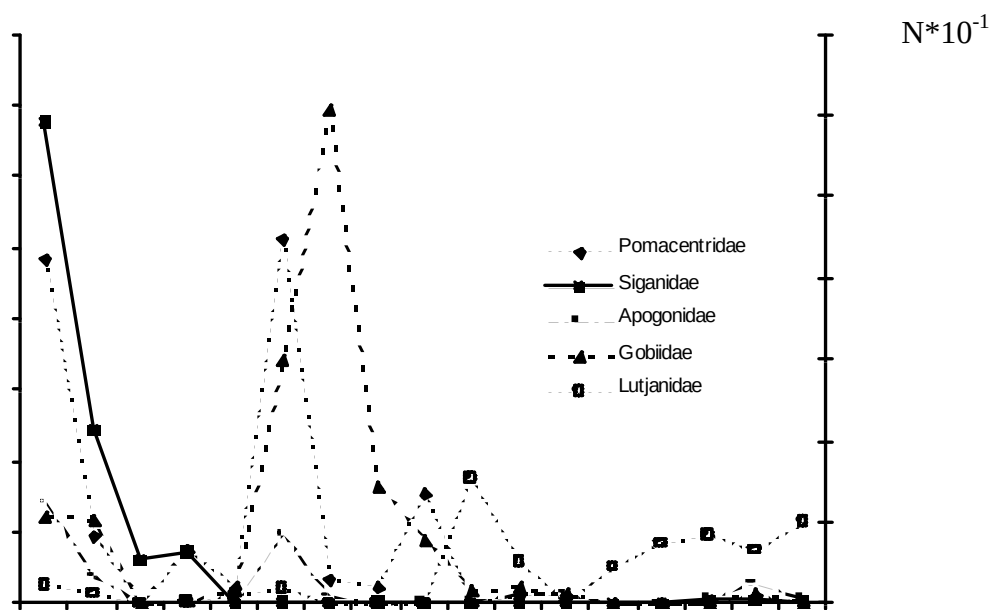
A- Variables: environmental parameters (temperature, wave heights, turbidity) and the five fish families considered (Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae, Apogonidae).

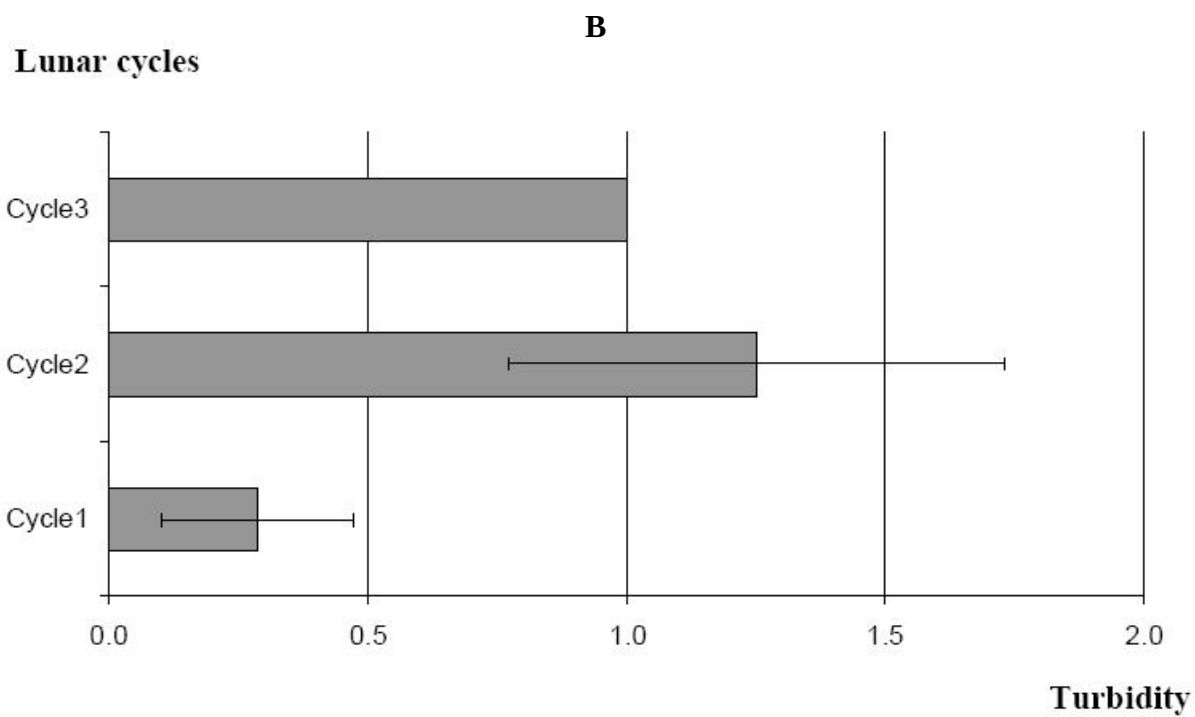
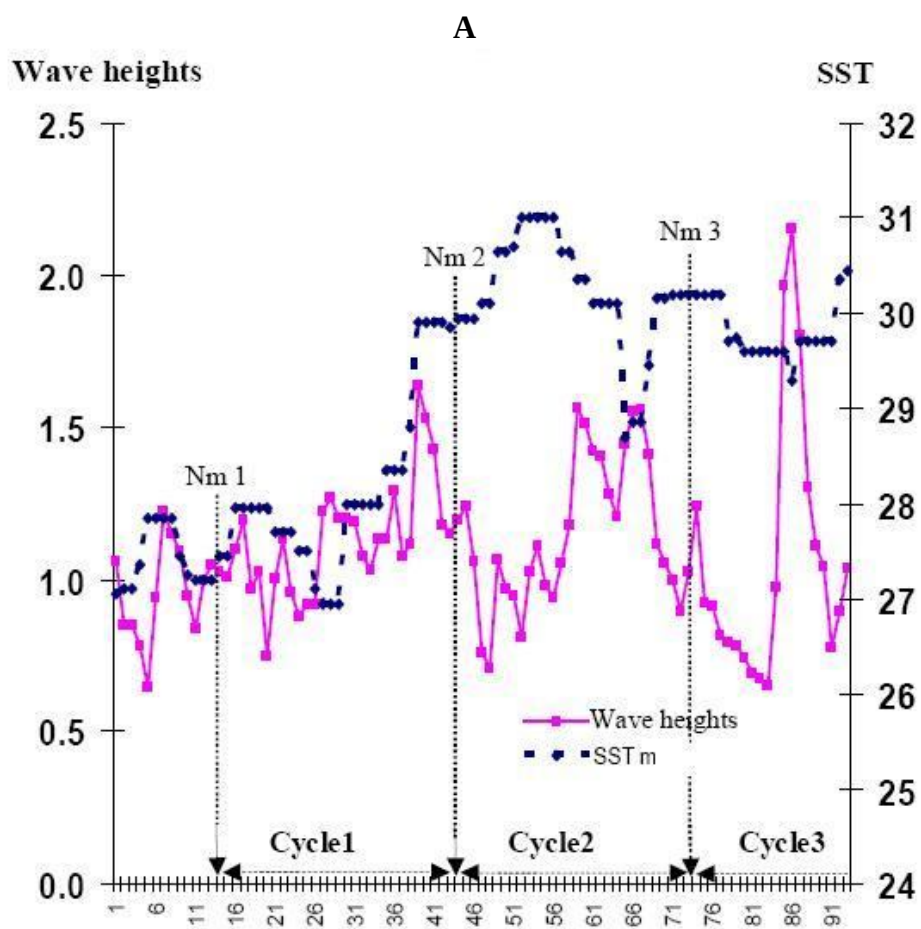
B- Daily observations: codes in grey indicate the day numbers and the indices indicate the fishing site (see Table 1).











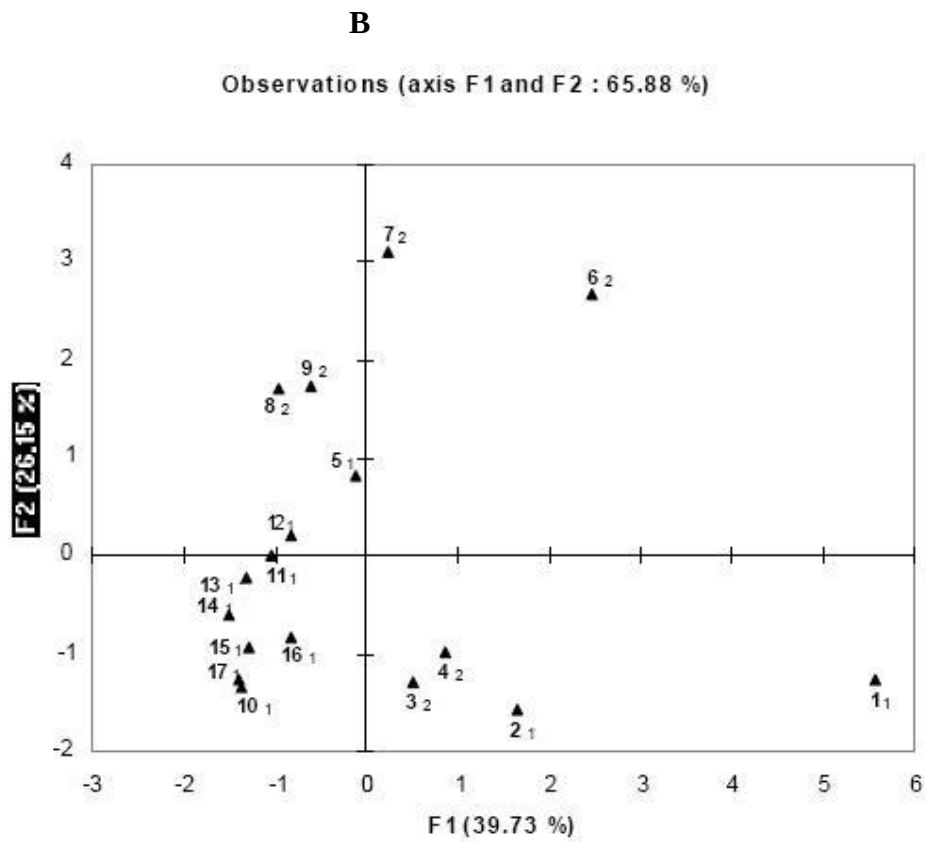
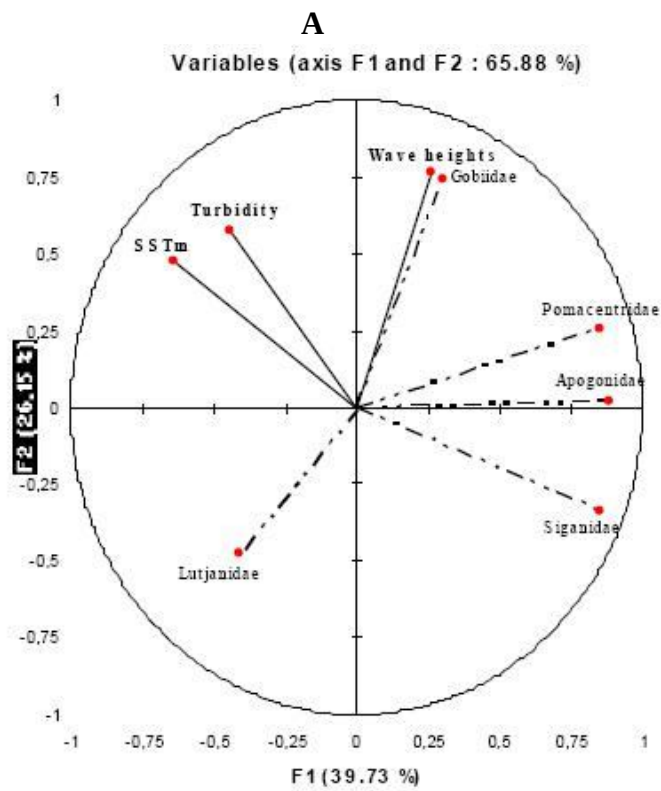


Table 1: Number of fish individuals per night and apparatus on site 1 (Ankolatse) and site 2 (Rakaivo) around the new moon nights (27 November 2008, 27 December 2008 and 26 January 2009).

Cycles	Dates	N° of days	Sites	Nb of CAREs used	Average of number of individuals caught/night/CARE
Cycle1	03/12/2008	1	1	1	1478
	04/12/2008	2	1	1	577
	05/12/2008	3	2	1	112
	06/12/2008	4	2	1	150
	23/12/2008	5	1	2	46
	24/12/2008	6	2	2	181
	25/12/2008	7	2	2	181
Cycle2	28/12/2008	8	2	2	48
	29/12/2008	9	2	2	41
	23/01/2009	10	1	2	65
	24/01/2009	11	1	2	36
Cycle3	28/01/2009	12	1	2	21
	29/01/2009	13	1	1	151
	30/01/2009	14	1	1	47
	01/02/2009	15	1	1	73
	02/02/2009	16	1	1	137
	03/02/2009	17	1	1	88

Table 2: Representativeness of some fish families in the daily catch. +: $N < 10\%$, ++: $10\% \leq N < 50\%$, and +++: $N > 50\%$ (N: number of individuals of the family captured compared with the total catch of the fishing day). Cycle 1 goes from D1 to D7, cycle 2 from D8 to D11 and cycle 3 from D12 to D17.

Fish families	Cycle 1							Cycle 2				Cycle 3						
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	
Nb of fish families caught/day	12	12	4	7	8	17	7	7	7	14	12	11	4	2	7	15	13	
Siganidae	+++	+++	+++	+++		+	+	+							++	+	+	
Gobiidae	+	++		+	++	++	+++	+++	+++	+	++	++				+	+	
Lutjanidae	+	+		+	+	+				+++	++		++	+++	+++	++	+++	
Pomacentridae	+	+		+	+	++	+	+	++		+	+				+		
Apogonidae	+	+		+	+	++	+		+	+	+	++			+	++	+	
Gerreidae													+++	+	+	++		
Lethrinidae	+	+					+	+	+	+					+	+	++	
Monacanthidae	+				++		+		+	+	+							
Microdesmidae											++	++				++	+	
Serranidae	+	+	+															
Chaetodontidae		+			++	+		+		++	+							
Syngnathidae	+	+				+				+	+	+				+	+	
Unknown families	+		+	+		+				+		+					+	
Fistularidae		+				+		+	+									
Acanthuridae		+				+				+	+	+						
Sphyraenidae	+	+				+				+	+		+			+		
Ostraciidae					+					+			+					
Tetraodontidae	+		+	+		+				+		+					+	
Carangidae										+					+	+	+	
Ephippidae															+	+	+	
Mugilidae																		
Balistidae						+			+		+							
Pleuronectidae																+		
Blennidae					+	+	+									+		
Muraenidae						+				+	+	+						

3. Jamal Mahafina, Lala Ranaivomanana, Pascale Chabanet, Christian Ralijaona & Jocelyne Ferraris (2010) Acceptability and adaptability of the fishermen communities to the Marine Protected Areas in South West of Madagascar. *World Small-Scales Fisheries Congress, 18-22 October 2010, Bangkok*.

Acceptability and adaptability of the fishermen communities to the Marine Protected Areas in South West of Madagascar

Jamal Mahafina¹, Lala Ranaivomanana¹, Pascale Chabanet², Christian Ralijaona¹, & Jocelyne Ferraris³

1- Institut Halieutique et des Sciences Marines. Université de Toliara. BP 141, Toliara 601 (Madagascar) ; IRD (UR 227)/IHSM Courriel : mahafinaj@yahoo.fr

2- IRD (UR 227). BP 172, 97492 Ste Clotilde (Réunion, France)

3- IRD (UR 227). Observatoire de Banyuls, 66650 Banyuls sur mer (France)

Introduction

Coral reef ecosystems show a widespread degradation around the world due to human activities and climate change (Kaiser *et al.*, 2006; Worm *et al.*, 2006), including the majority of sites in South West of Madagascar. Marine Protected Areas (MPAs) area among the management measures proposed by scientists and managers to ensure sustainable fisheries and conservation of biodiversity (Pauly *et al.*, 2002). An effort to setting up MPAs along the Malagasy coastline is initiated since 2003 through the engagement of the State at the world conference of Durban. The objective is to increase MPA areas from 1.7 to 6 millions ha in Madagascar that implies a participatory approach from various non-governmental organizations and national institutions (Borrini-Feyerabend & Dudley, 2005).

The implementation of MPAs is confronted to several problems, including the understanding of role and uses of stakeholders, particularly fishermen communities confronted to the fishing prohibition. Therefore, MPAs would be considered by the users as a constraint against their socio-economic situation and lifestyle, specifically in developing countries. This leads us to formulate the hypothesis that the success implementation of MPAs depends mainly on the degree of integration and appropriation of fishermen communities directly concerned on the uses of resources. Their perception and behaviour must reflect the acceptability and effectiveness of MPAs, and therefore the success and the degree of appropriation of management measures. Two questions arise from this hypothesis:

- (i) What is the acceptability degree of management actions linked to the MPA by the fishermen?
- (ii) Given that some measures would generate a shortfall of economical or subsistence resources, what about the adaptability of fishermen to MPAs and to technological innovations that could fill the shortfalls?

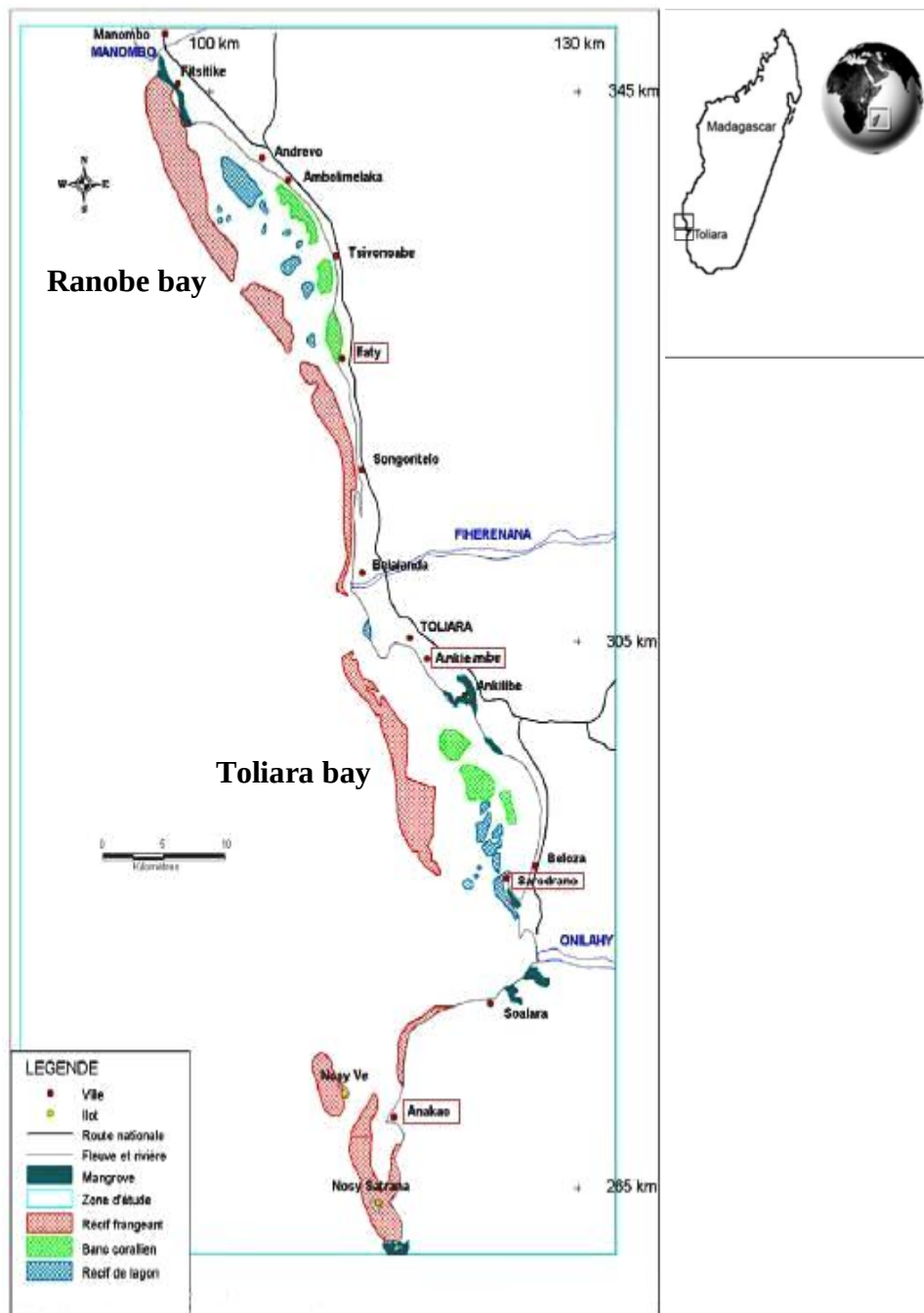
This study concerns the effect of the implementation of temporary marine reserves (TMR) on fishermen communities and the experiment of an alternative to fishing activity, the Post-larval Capture and Culture (PCC), in the Toliara region (South West of Madagascar).

Materials and methods

1. Study sites

Toliara bay and Ranobe bay are situated in the south west of Madagascar (Figure 1). The study was carried out at Sarodrano village (Toliara bay) and Ifaty village (Ranobe bay), which have respectively 2 and 1 TMRs. Sarodrano TMRs constitute the main fishing areas for local fishermen while Ifaty TMR constitutes the second fishing area for the majority of fishers. Fishing is the main activity of incomes and proteins for subsistence. Several types of fishing are practiced: gillnet, lines, spear gun, target mainly fish (Davies *et al.*, 2009). Part of the fishing net and line are also targeting squids (Pascal, 2008).

Figure 1: Map of the study sites in south west Madagascar



2. Data collection

Post-larvae capture

Post-larvae Capture and Culture (PCC) experiment was conducted to quantify the colonization of post-larvae in the Toliara bay and to evaluate the potentiality of the PCC in the region as an alternative to fishing (Mahafina *et al.*, 2009). The capture of post-larvae (PL) had been initiated and carried out with fishermen at Toliara bay from December 2009 to February 2010. It was carried out essentially on the outer slope during the night using the CARE (Collect by Artificial Reef Eco-friendly) around of new moon period. The post-larvae caught were collected, identified and recorded.

Perception interviews

Perception interviews on MPA guided by a survey form had been conducted at the Sarodrano and Ifaty villages. Interview questions included participation of fisherman in the process of MPA implementation, their satisfaction to the reserve and their perception on the results obtained after the opening of the TMR (MPA effect).

Fishing monitoring and consumption by fishers household

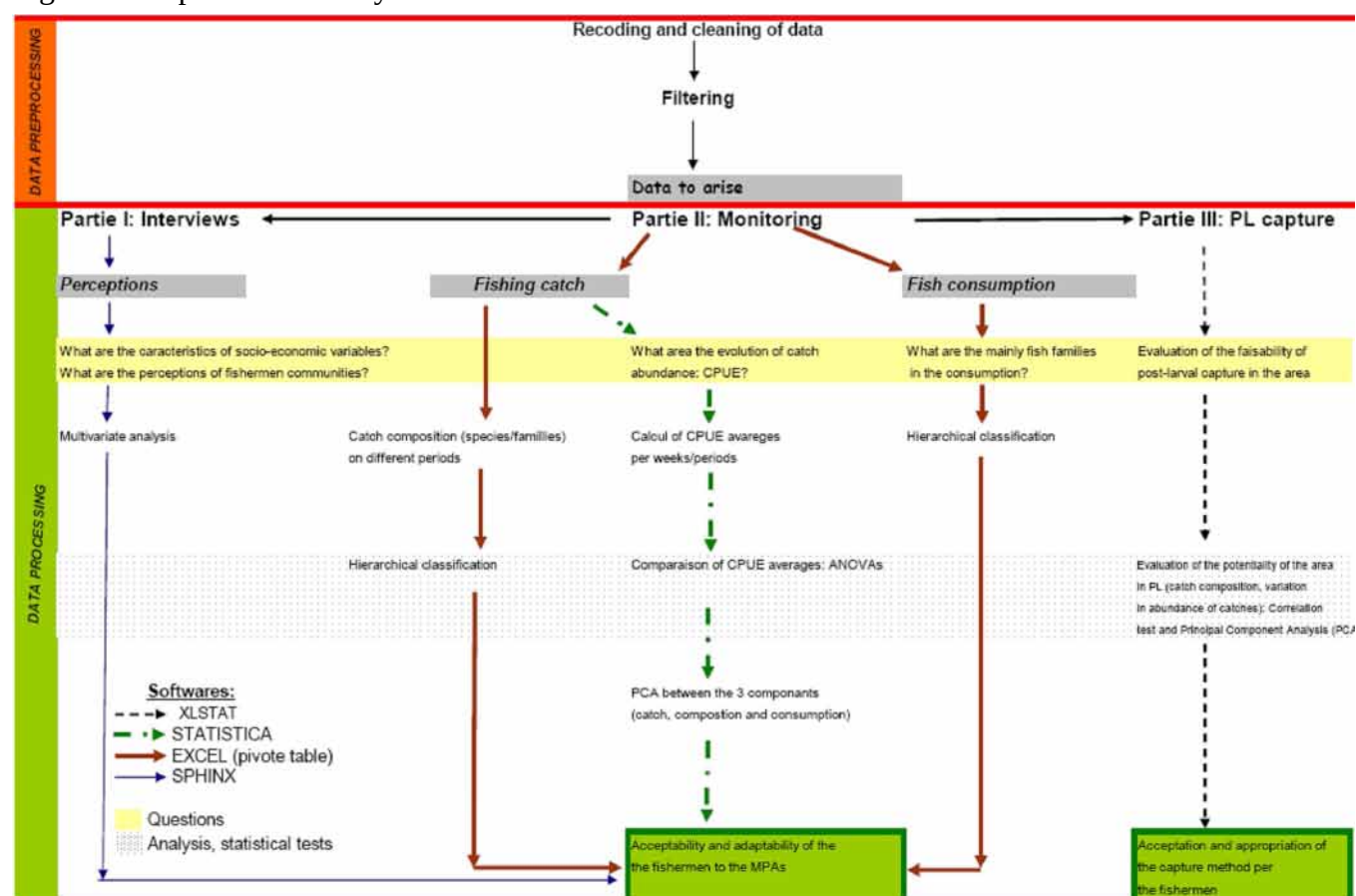
To explain and complete data collection, monitoring of fishermen behaviour (fishing, selling and consumption of fish and cephalopods) had been carried out from October 2009 to April 2010. The period of TMR closure is usually from December to March in the area since 2008. They were made by wives of fisherman using a logbook.

Monitoring included parameters such as fishing location, the number of fishermen who fish together, species and number of individuals for caught fish and the weight for cephalopods. The sales of fish and cephalopods as well as fisherman' consumption were recorded.

3. Data processing and analysis

Steps of data analysis are given in Figure 2.

Figure 2: Steps for data analysis



We considered two categories for the status of the TMRs: opening and closure of the fishing reserves. The monitoring was divided in four periods: two opening of fishing reserves (P1 from the end of October to November 30, and P4 from February 28 to the beginning of April) and two closure of fishing reserves (P2 from the beginning of December to January 14, and P3 from January 15 to February 27). During the study two seasons were defined according to sea surface temperature: a warm season (October to January) and an inter season (February to April) during which the temperature decreases.

The goal of the statistical analysis was to study the effect of the status of the regulated fishing areas and the seasons on fishing activities and catches. Then the fishing practices and their impact described by the monitoring data were compared with the perceptions and the PCC experiment. Only the monitoring data of Ifaty was analysed here.

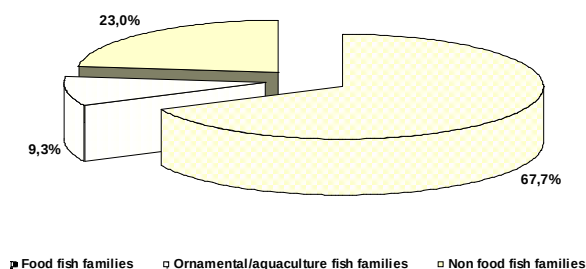
Results

1. Post-larval capture

During the PCC experiment, 25 light traps (CAREs) were sampled over 17 fishing days. 4,049 post-larvae (PL) were harvested. The average capture was 201.8 ± 85.6 PL/night/CARE with an average of 9.4 ± 1.0 families captured per fishing night.

The post-larvae identified belong to 33 different families. The families present in the highest numbers were the Siganidae, Gobiidae, Lutjanidae, Pomacentridae and Apogonidae. In percentage of the captures, they represent 46.5%, 20.1%, 9.0%, 6.2% and 4.5% respectively. 67,7% of fish collected through PCC are used for usual human consumption (Figure 3).

Figure 3: Categories of fish (%) collected through Post-Larvae Capture and Culture (ornamental, food and non food families).



2. Perception interviews

53 fishermen were interviewed during 45 minutes to 1 hour in the two villages. Most fishermen used gill net (Table 1), some of them were polyvalent on their fishing practices.

Table 1: structure of fishing practices in the two sampled villages

Fishing practices	Sarodrano village	Ifaty village
Gill net	17	14
Hand lines	16	14
Fishing foot	11	8
Spear gun	7	3
Beach senne	4	0

Acceptability and adaptability of the fishers against TMRs

Almost all interviewed fishers in the two villages defined a marine reserve as a closed area for fishing with the objective to increase marine resources. The set-up of regulations was discerned as a constraint for the seiners and in some cases for the netters. The squid fishermen (lines) and gathering fishers perceived it as acceptable and beneficial for them because of the improvement of their performance after the opening of the reserve. The shoreline fishers with spear guns were indifferent to the reserve.

The responses indicated any change in perception of catch, catch compositions as well as their consumption of fish (except a few days after the opening of reserve, the first days of period P4), but an increase in the uptake were reported for cephalopods few days after the opening of the reserve. Any change in attendance of the main fishing areas were reported to Ifaty, while a modification of this was pointed at the fishing nets, lines, senne, and a minority of foot fishermen at Sarodrano.

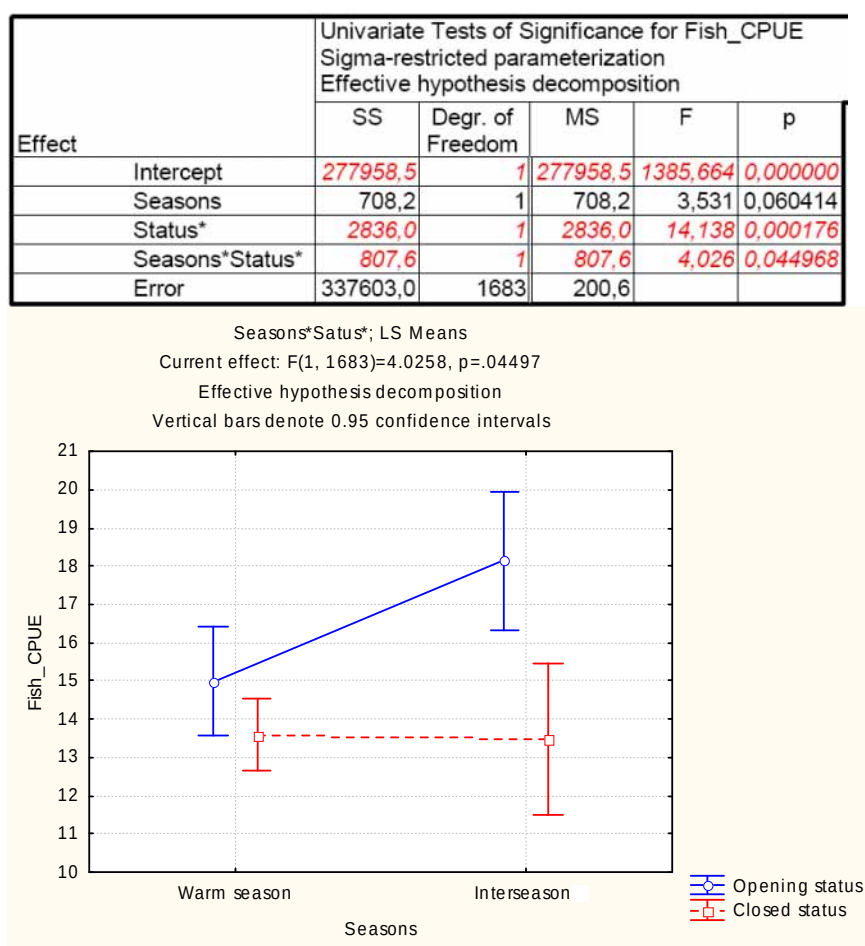
Acceptability of PCC

Apart from economic considerations, the capture of PL was perceived as an interesting activity and compatible with fisherman lifestyle associated mainly with sea and fishing. Growing of post-larvae is not in their mentality but this is not prohibiting for their culture.

3. Monitoring activities

Around of 4,000 fishing trips were recorded in the two villages. Among them, 1685 fishing trips were recorded at Ifaty and more than 2,300 fishing trips at Sarodrano village. The individual number of fish captured per fisherman (CPUE: Catch per Unit Effort) at Ifaty shows a fluctuation of the catch for three fishing practices (nets, lines, and guns). Tests of ANOVA showed a significant difference in their average per weeks / periods for fish with nets and lines, and squids. CPUE showed significant interaction between status of the reserve and season (Figure 4).

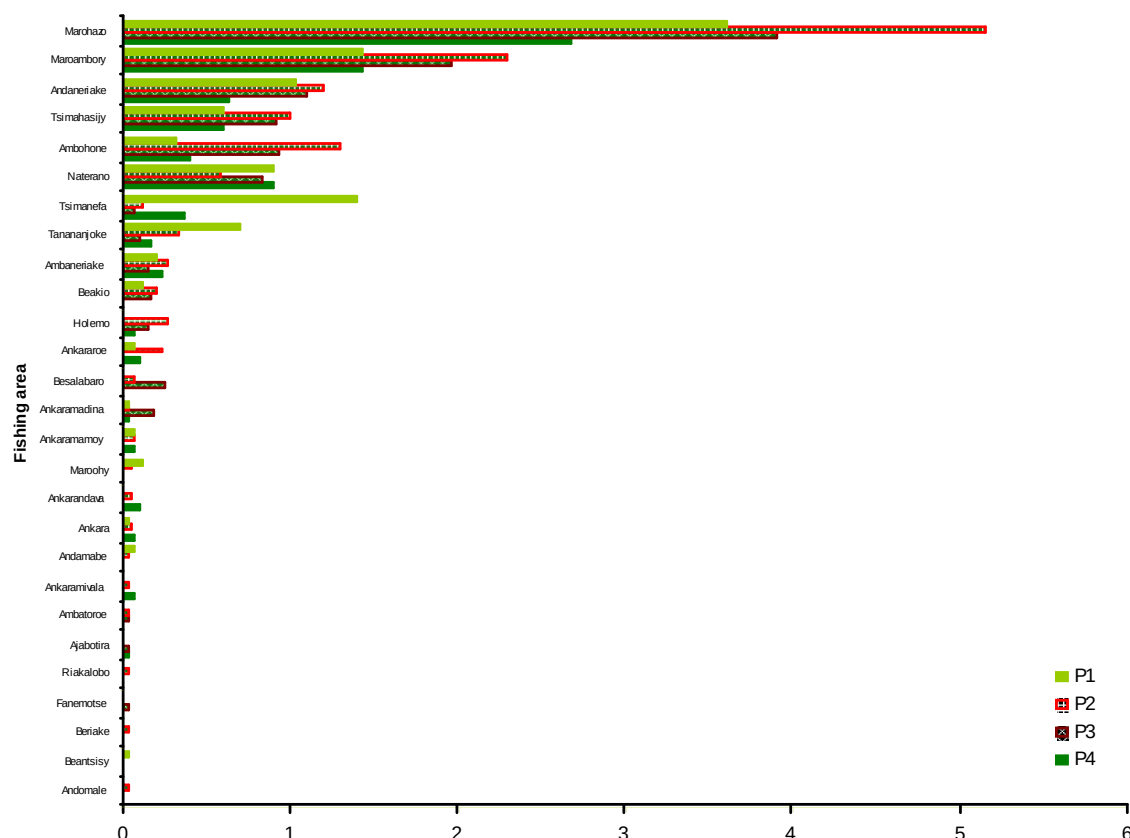
Figure 4: Result of ANOVA factorial for CPUE (number of fishes /fisherman) with the season and the status of reserve



Some families were dominant on the captures: Acanthuridae, Scaridae, Mullidae, Lethrinidae, Siganidae, Haemullidae, Serranidae, Labridae. Their proportion varies during the period and according to the status of the reserve (closed, open). The Acanthuridae, Scaridae, Serranidae, Siganidae were the most consumed families by fishermen using nets, lines, and spear guns.

Concerning the site frequentation, no significant changes were detected on the order of attendance at most fishing areas. But, a significant increase in attendance at some major fishing areas was observed (Figure 5). Illegal fisheries were recorded during closing of the reserves.

Figure 5: Frequentation of the fishing areas per fisherman during four periods at Ifaty. P1, P4 indicate the opening periods and P2, P3 indicate the closure periods of the reserve. Tsimanefa is local name of the reserve.



Discussion

Potentiality of the area in post-larvae

Colonisation is high on the reefs of Toliara Bay despite the overexploitation of the lagoon's reef flat and the degradation of the ecosystem. Indeed, over 4,000 PL and 33 identified families were captured during the experiment despite a low sampling rate and the minimal number of CAREs. Moreover, the average captures in PL/night/care were very elevated in Toliara (202 PL/CARE) in comparison to other sites worldwide such as Reunion Island, Fiji, Hawaii and the Philippines (36, 32, 20 and 19 PL/CARE respectively) where the same techniques were used (unpublished data). The total number of families caught during the experiment was high in Madagascar, this result bears witness to the region's high fish diversity.

The diversity and abundance of PL collected open a possible alternative for artisanal fisheries in the region through PCC, reef fish PL being using as a potential resource for food and ornamental fish for the aquarium market (Lecaillon & Lourié, 2007a; Lecaillon & Lourié, 2007b). But the adaptation for fisherman to an innovation is determined by many socio-economic factors.

Acceptability and adaptability of fishermen to the Turning Marine Reserves

Perception investigations support the results on monitoring activities. The interviews show that majority of fishermen accept the closure of fishing areas. But illegal fishing is observed during the closed periods of reserve. An adaptation of behaviour is observed as fishermen change their fishing ground during its closure; then an increase in fishing pressure is observed at some fishing areas (Marohazo, Maroambory and Andaniriake, Figure 5). Nevertheless no significant changes were detected on the order of frequentation at most fishing areas, except for the fishing reserve. The increase of fish CPUE at Ifaty during the opening of the reserve after the warm season confirms the positive perception about MPA. This increase may be due to several factors including the biological effect of the reserve, that would be surprising for fishes, but possible for octopus, because of the short time between closure and opening of the MPA. The increase could be also due to seasonal effect because of favorable environmental conditions; indeed the period of the opening of the TMR (P4) arrives just after the rain season when the water is less turbid. The comparison between the two villages located in the same region and submitted to same oceanic conditions would permit to distinguish the two concomitant variables, MPA and natural effects.

The main families collected during the experiment of the PCC are found for the catch and consumption monitoring. This first pilot study has therefore demonstrated the high potentialities of PCC in the Toliara region for the aquaculture of relevant species for human food and its degree of acceptability by the local population.

References cited

- Borrini-Feyerabend, G. & Dudley, N. (2005). Elan Durban...: nouvelles perspectives pour les Aires Protégées à Madagascar. WCPA, CEESP, IUCN.
- Davies, T.E., Beanjara, N., & Tregenza, T. (2009) A socio-economic perspective on gear-based management in an artisanal fishery in south-west Madagascar. *Fisheries Management and Ecology*.
- Kaiser, M.J., Clarke, K.R., Hinz, H., Austen, M.C.V., Somerfield, P.J., & Karakassis, I. (2006) Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. *Mar Ecol Prog Ser*, **311**, 1–14.
- Lecaillon, G. & Lourié, S.M. (2007a) Current status of marine post-larve collection: Existing tools, initial resultat, market opportunities and prospects. *SPC Live Reef Fish information Bulletin*, **17**, 3-10.
- Lecaillon, G. & Lourié, S.M. (2007b) L a P CC, un outil pour la Conservation et la Valorisation de la Biodiversité: Applications et Perspectives de la Collecte et de l'Elevage de Post-larves Marines (PCC) pour le Développement Durable et la Conservation de la Biodiversité des écosystèmes marins tropicaux et tempérés. *ECOCEAN*.
- Mahafina, J., Lecaillon, G., Chabanet, P., Ralijaona, C., Ranaivomanana, L., Bosc, P., & Ferraris, J. (2009) Capture & Culture of Post-larval fish: A possible alternative to overexploitation of artisanal fisheries in Toliara (Madagascar)? *Sixth Western Indian Ocean Marine Science Association Scientific Symposium*, Saint Denis, La Réunion (France), 24-29 August 2009.
- Pascal, B. (2008) De la « terre des ancêtres » aux territoires des vivants: les enjeux locaux de la gouvernance sur le littoral sud-ouest de Madagascar, Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T.J., Sumaila, U.R., Walters, C.J., Watson, R., & Zeller, D. (2002) Toward sustainability in world fisheries. *Nature*, **418**, 689-695.

Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J., & Watson, R. (2006) Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science*, **314**, 787-790.

8. Annexes

Annexe 1

Fiche d'enquête

Informations générales	
Date	3 principales zones de pêche
Nom	Pratiquant l'activité depuis
Village d'enquête ☐ Sarodrano ☐ Ifaty ☐ Ankienbe	Education ☐ Primaire ☐ Secondaire ☐ Lycée ☐ Non instruit
Age	Sexe ☐ M ☐ F
Classification d'âge ☐ Jeunes ☐ Adultes	Pratique pêche principale ☐ Pied ☐ Lignes ☐ Filets ☐ Sennes ☐ Fusils ☐ Polyvalent
Activité principale ☐ Pêcheur ☐ Mareyeur ☐ Piroguier ☐ Autres	Fréquence hebdomadaire de pêche
Idée acquies, perception de la population sur les réserves	
Savez vous ce qu'une réserve (AMP)? ☐ Oui ☐ Non	Où l'avez vous attendu? ☐ A la radio ☐ Au reunion du village ☐ Par des amis ☐ autres
Si oui, pouvez vous nous la décrire? 	Y a til des réserves dans votre village? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas
Importance des zones mise en réserves pour votre activité	
Importance Rakaivo ☐ Principale ☐ secondaire ☐ occasionnelle ☐ Pas du tout	Importance Tsimanefa ☐ Principale ☐ secondaire ☐ occasionnelle ☐ Pas du tout
Fréquence heb Rakaivo	Fréquence heb Tsimanefa
Importance Ankorohoke ☐ Principale ☐ secondaire ☐ occasionnelle ☐ Pas du tout	Importance Ankenky ☐ Principale ☐ secondaire ☐ occasionnelle ☐ pas du tout
Fréquence heb Ankorohoke	Fréquence heb Ankenky
Définition d'une réserve pour les pêcheurs	
Pour vous, qu'est ce qu'une réserve? ☐ Zone réglementée qui vous empêche de ☐ Site où la faune et flore sont protégées ☐ un moyen d'augmenter les ressources pour la pêche ☐ Un outil pour sensibiliser à l'environnement	Quel intérêt trouvez vous sur la mise en place des RS? ☐ Beauté et richesse des sites ☐ La diversité ☐ Autres
Importance de l'existence d'une alternative à la pêche	
Une autre activité est elle nécessaire pour une meilleure acceptation des Réserves? ☐ Oui ☐ Non	
Pourquoi? 	

Niveau de participation, acceptabilité, de satisfaction sur les reserves marines temporaires

Avez vous participé aux réunions de consultation? ☐ Oui ☐ Non	Etes vous satisfait des décisions de mise en RS?
Si oui, dans quelle mesure: ☐ Prise de décision ☐ Suivi ☐ Sensibilisation	Pourquoi?
Votre avis a été pris en compte dans la mise en place des reserves? ☐ Oui ☐ Non	Pensez vous que le "Dina" a été respecté? ☐ Oui ☐ Non
Pourquoi? 	Pourquoi?

Apprehension des changements socio-écologiques potentiels observés par les pêcheurs liée aux reserves marines

Selon vous, les reserves ont elles un impact sur l'environnement? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas Sur l'abondance des poissons? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas Sur les Céphalopodes? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas Sur les Crustacées? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas Sur le détournement des courants? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas Sur l'Abondance d'espèces de PSS capturé? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas Sur l'Abondance de capture de pêche? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas	Sur la Zone concentration de votre effort de pêche? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas Si oui, Les zones de concentration: Sur l'utilisation des techniques de pêche? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas Sur la Capture par unité d'effort par technq? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas Sur l'habitude de pêche? ☐ Oui ☐ Non Sur la qualité, qtté de PSS consommé? ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas
---	--

Relation vis à vis de l'utilisation de l'espace durant la mise en reserve

Y avait il des Mésententes entre vous ou autre? ☐ Oui ☐ Non	Etat de relation avec les pêcheurs immigrants: ☐ Bonne ☐ Conflictuelle ☐ Inexistant
Pourquoi? 	Autres ----- ☐ Bonne ☐ Conflictuelle, Inexistant
Etat de relation entre Pêcheur résident: ☐ Bonne ☐ Conflictuelle ☐ Inexistant	

Acceptabilité de la PCC

Une présentation de la technique de PCC sera faite avant l'enquête. Elle consiste à présenter et à expliquer avec l'aide d'un pêcheur ayant participé lors de l'expérience de capture dans la baie de Toliara. Un document de présentation sera présenté.

Est ce que la capture de post-larve (PL) va à l'encontre de votre culture "vezo"?

☐ Oui ☐ Non

La capture des PL avec ce type de matériel vous intéresse?

☐ Oui ☐ Non

Pourquoi?

Pour que vous pratiquiez l'activité durablement, quels sont les conditions minimum que vous voulez avoir?

Comment trouvez vous l'idée d'élevé de petits poissons? (d'après les présentations qu'on vous ait donnée tout à l'heure)

☐ Simple ☐ Compiqué ☐ Ne sais pas

Est ce qu'un "vezo" pourrait élever des poissons?

☐ Oui ☐ Non

Pourquoi?

Elever des petits poissons va à l'encontre de votre culture?

☐ Oui ☐ Non

Elever des petits PSS vous interesse?

☐ Oui ☐ Non

Pourquoi?

Annexe 2

Dictionnaire des données d'une fiche d'enquête

Thèmes	Variables	Natures	Utilités	Problèmes rencontrés		
Informations générales						
	Date		Avoir des renseignements socio-économiques sur la personne enquêtée	Rien à signaler		
	Nom	Qualitative (nominale)		Rien à signaler		
	Village	Qualitative		Rien à signaler		
	Age	Quantitative		Rien à signaler		
	Activité principale	Qualitative		Rien à signaler		
	Pratiquant l'activité depuis (expérience)	Quantitative		Rien à signaler		
	Education	Qualitative		Rien à signaler		
	Sexe	Qualitative		Rien à signaler		
	Principale technique de pêche utilisée	Qualitative		Rien à signaler		
	Fréquence hebdomadaire de pêche	Quantitative		Rien à signaler		
Thèmes liés aux réserves et autres						
Idées acquises (perception) sur les réserves marines	Savez-vous ce que c'est une réserve (AMP)?	Qualitative	Avoir la perception d'une réserve pour les pêcheurs	Rien à signaler		
	Si oui, pouvez-vous nous la décrire?	Qualitative		Rien à signaler		
	Où l'avez vous attendu?	Qualitative		Rien à signaler		
	Y a-t-il des réserves dans votre village?	Qualitative		Rien à signaler		
Importance des zones mises en réserves pour la pêche locale	Importance Rakaivo pour la pêche	Qualitative	Avoir une idée sur l'importance de la zone de pêche mise en réserve par les pêcheurs dans le village	Rien à signaler		
	Fréquence hebdomadaire de fréquentation Rakaivo	Quantitative		Rien à signaler		
	Importance Ankorohoke pour la pêche	Qualitative		Rien à signaler		
	Fréquence hebdomadaire de fréquentation Ankorohoke	Quantitative		Rien à signaler		
	Importance Tsimanefa pour la pêche	Qualitative		Rien à signaler		
	Fréquence hebdomadaire de fréquentation Tsimanefa			Rien à signaler		
	Importance Ankeriky pour la pêche	Qualitative		Rien à signaler		
	Fréquence hebdomadaire de	Quantitative		Rien à signaler		

	fréquentation Ankeriky					
Définition d'une réserve pour les pêcheurs	Pour vous, qu'est ce qu'une réserve?	Qualitative	Rédaction (discussion)	Rien à signaler		
	Quel intérêt trouvez-vous sur la mise en place des réserves marines?	Qualitative		Rien à signaler		
Importance de l'existence d'une alternative à la pêche	Une activité est elle nécessaire pour une meilleure acceptation des réserves?	Qualitative	Voir la nécessité d'une alternative à la pêche pour la fermeture des réserves	Rien à signaler		
	Pourquoi?	Qualitative		Rien à signaler		
Niveau de participation, d'acceptabilité, de satisfaction sur les réserves marines temporaires	Avez-vous participé aux réunions de consultation?	Qualitative	Voir l'acceptabilité (perception) de la mise en réserves des zones de pêche ainsi que leurs causes potentielles	Rien à signaler		
	Si oui, dans quelle mesure:	Qualitative		Rien à signaler		
	Votre avis a été pris en compte dans la mise en place des réserves?	Qualitative		Rien à signaler		
	Pourquoi?	Qualitative		Rien à signaler		
	Êtes-vous satisfait des décisions de mise en réserve?	Qualitative		Rien à signaler		
	Pourquoi?	Qualitative		Rien à signaler		
	Pensez vous que le « Dina » a été respecté?	Qualitative		Rien à signaler		
	Pourquoi?	Qualitative		Rien à signaler		
Appréhension des changements socio-écologiques potentiels observés par les pêcheurs, liée aux réserves marines	Selon vous, les réserves ont elles un impact sur l'environnement?	Qualitative	Identification des changements perçus par les pêcheurs liés à la fermeture des réserves	Rien à signaler		
	Sur l'abondance des poissons (PSS)?	Qualitative		Rien à signaler		
	Sur les Céphalopodes?	Qualitative		Rien à signaler		
	Sur les Crustacées?	Qualitative		Rien à signaler		
	Sur le détournement des coraux?	Qualitative		Rien à signaler		
	Sur l'Abondance d'espèces de PSS capturé?	Qualitative		Rien à signaler		
	Sur l'Abondance de capture de pêche?	Qualitative		Rien à signaler		
	Sur la Zone concentration d'effort de pêche?	Qualitative		Rien à signaler		
	Si oui, les zones de concentration:	Qualitative		Rien à signaler		
	Sur l'utilisation des techniques de pêche?	Qualitative		Rien à signaler		
	Sur la Capture par unité d'effort par technique?	Qualitative		Rien à signaler		
	Sur l'habitude de pêche?	Qualitative		Rien à signaler		

	Sur la qualité, la quantité de PSS consommé?	Qualitative		Rien à signaler		
Relation sociale vis à vis de l'utilisation de l'espace durant la mise en réserve	Y avait-il des mésententes entre vous ou autre?	Qualitative	Identification de l'état (impact) de relation sociale vis-à-vis de la mise en place des réserves	Rien à signaler		
	Pourquoi?	Qualitative		Rien à signaler		
	Etat de relation entre Pêcheur résidant:	Qualitative		Rien à signaler		
	Etat de relation avec les pêcheurs immigrants:	Qualitative		Rien à signaler		
Acceptabilité de la Post-larve Capture et Culture (PCC)						
Capture de PL	Est ce que la capture de post-larve va à l'encontre de votre culture "Vezo"?	Qualitative	Rédaction (discussion)	Rien à signaler		
	La capture des PL avec ce type de matériel vous intéresse?	Qualitative		Rien à signaler		
	Pourquoi?	Qualitative		Rien à signaler		
	Pour que vous pratiquiez l'activité durablement, quels sont les conditions minimum que vous voulez avoir?	Qualitative		Rien à signaler		
Culture/élevage de PL	Comment trouvez vous l'idée d'élevé de petits poissons? (d'après les présentations qu'on vous ait donnée tout à l'heure)	Qualitative	Rédaction (discussion)	Rien à signaler		
	Est ce qu'un "Vezo" pourrait élever des poissons?	Qualitative		Rien à signaler		
	Pourquoi?	Qualitative		Rien à signaler		
	Elever des petits poissons va à l'encontre de votre culture?	Qualitative		Rien à signaler		
	Elever des petits poissons vous intéresse?	Qualitative		Rien à signaler		
	Pourquoi?	Qualitative		Rien à signaler		

Fiche de suivi

Fomba fihaza:

Ty nihane	Isany	Viliny
Karazany fia nihany:		
Horita (kg)		
Anglisy (kg)		

Annexe 4

Dictionnaire des données d'une fiche de Suivi

Variables	Unités des variables considérés	Natures	Commentaire	
			Utilité des variables	Problèmes rencontrés
Informations générales				
Date		Qualitative	- identification de la période de pêche - permettant d'évaluer la taille d'échantillonnage	Rien à signaler
Nom du pêcheur		Qualitative (nominale)	- permettant de suivre son activité durant le suivi	Rien à signaler
Village		Qualitative	- identification de la zone de suivi	Rien à signaler
Heure départ		Qualitative	- permet d'estimer la durée de sortie	Rien à signaler
Heure d'arrivé		Qualitative	- permet d'estimer la durée de sortie	Rien à signaler
Lieu de pêche		Qualitative	- permet de savoir la zone de capture et de voir la modification des zones de pêche par rapport à la fermeture des réserves	Rien à signaler
Nombre d'hommes par pirogue		Quantitative	- Permettant de calculer la CPUE	Rien à signaler
Nb total de pirogues sorties en mer dans la journée		Quantitative	- Permettant d'estimer le % de pirogues échantillonnées par jour	- manque de donnée sur certaines périodes du suivi
Technique de pêche utilisée		Qualitative	- Vérifier les compatibilités avec les données sur les matériels de pêche - permet de savoir la technique de pêche utilisée lors de la sortie - utile pour la description plus précise et détaillé des techniques de pêche utilisée actuellement	Rien à signaler
Matériels de pêche		Qualitative	- permettant de vérifier la classification de la technique de pêche utilisée - utile pour la description plus précise et détaillé des techniques de pêche utilisée actuellement	Rien à signaler
Les captures de pêche				
Nombre d'espèces capturées	Nombre	Quantitative	Voir la variation en nombre d'espèce de la capture	Rien à signaler
Nom espèce capturée	Nom	Qualitative	- permettant d'identifier la famille d'appartenance de l'individu capturé	Estimation difficile pour capture des sennes de plage
Quantité espèce	en nombre d'individus	Quantitative	- avoir la quantité de chaque famille capturée	Estimation souvent difficile pour capture des sennes de plage formée essentiellement par des juvéniles
Capture totale en poisson	nombre d'individus	Quantitative	- avoir la quantité (abondance) totale de la capture de pêche	Estimation du nombre d'individus souvent difficile pour capture des sennes de plage
Poids poulpes capturés	en kg	Quantitative	- avoir la quantité de poulpes capturés lors de la pêche	Rien à signaler
Poids calmars capturés	en kg	Quantitative	- avoir la quantité de calmars capturés lors de la pêche à la ligne ou au filet	Rien à signaler

Les ventes et consommations				
Nombre de poissons vendus	en nombre d'individus	Quantitative	Pour avoir une idée sur le % de poisson vendu en général par rapport à la capture totale	Rien à signaler
Prix total du poisson vendu	en Ariary	Quantitative	- avoir une idée sur l'équivalence économique de la partie vendue	Le prix des poissons très variable suivant les circonstances
Poids de poulpe vendu	En kg	Quantitative	- idem	Rien à signaler
Prix total du poulpe vendu	en Ariary	Quantitative	- idem	Rien à signaler
Poids du calmar vendu		Quantitative	- idem	Rien à signaler
Prix total du calmar vendu	en Ariary	Quantitative	-idem	Rien à signaler
Espèces de poissons consommés	Nom	Qualitative	- avoir la qualité d'espèce consommée	Rien à signaler
Quantité espèces consommées	en d'individus	Quantitative	- avoir une idée sur la quantité consommée	- données manquantes sur certaines périodes - problème sur l'obtention des données car c'est un sujet assez sensible et difficile à obtenir
Prix relatif des poissons consommés	en Ariary	Quantitative	- avoir l'équivalence monétaire (économique) de la partie vendue pour la description de la consommation en poisson dans la rédaction	- pas fiable (très relatif)
Quantité de poissons consommés	en nombre d'individus	Quantitative	- avoir une idée sur la quantité consommée	- problème sur l'obtention régulière des données car c'est un sujet sensible
Poids du poulpe consommé	en kg	Quantitative	- savoir la quantité de poulpes consommés par rapport à ceux qui sont vendus	Rien à signaler
Prix du poulpe consommé	en Ariary	Quantitative	- idem	Rien à signaler
Poids du calmar consommé	en kg	Quantitative	- savoir la partie du poulpe capturé qui est destiné pour la consommation	Rien à signaler
Prix du calmar consommé	en Ariary	Quantitative	- savoir le prix de la partie du poulpe capturé qui est destiné pour la consommation	Rien à signaler

Annexe 5

Liste des noms communs et locaux des familles identifiées lors de l'expérimentation de capture

Familles capturées	Noms communs	Noms locaux
Acanthuridae	Poissons chirurgiens	Angy, Anjarame
Apogonidae	Poisson cardinal	
Balistidae	Baliste	Votsandra
Blennidae	Blennie	Dosoloha
Carangidae	Carangue	Lanora
Chaetodontidae	Poissons papillons	Fianakoho
Ephippidae		Baboke
Fistularidae		
Gerreidae		Ambariake
Gobiidae	Gobie	
Haemulidae		Angarera
Hemiramphidae		Tserapoty
Holocentridae	Poisson ecureuil	Bemaso
Lethrinidae	Becs de canne	Antsisy, Tapaporoha
Lutjanidae	Lutjans	Amporama, Joho
Microdesmidae	Poisson gachette	
Monacanthidae	Poisson lime	
Mugilidae		Torovoke
Mullidae		Fiantsomotse, Tsoy
Muraenidae	Leptocephales	Lamaira
Nomeidae		
Plactycephalidae		Toho
Pleuronectidae		
Pomacentridae	Poissons demoiselles Poissons anges	Tsokorokodo
Pseudochromidae		
Serranidae	Mérus	Taratake
Scombridae		Lamatra
Scorpaenidae	Poisson scorpion	Lafo
Siganidae	Poissons lapins	Amboramasake
Sphyraenidae	Barracoudas	Manjadovoke
Syngnathidae	Syngnathe/Hippocampe	
Ostraciidae	Poissons vaches	
Tetraodontidae	Poissons ballons	Botana

Annexe 6

Les coordonnées des individus sur le plan factoriel (au niveau des 3 axes considérés) de l'ACM

	Axis1	Axis2	Axis3
1	0.0476226130	-0.640043967	0.51337319
2	0.0001417078	-0.485580884	0.42338092
3	0.0001417078	-0.485580884	0.42338092
4	0.0595663381	-0.387418857	0.47065296
5	0.0595663381	-0.387418857	0.47065296
6	0.0595663381	-0.387418857	0.47065296
7	0.3225320853	-0.373059879	0.46272062
8	0.0305880239	-0.239053414	0.45516501
9	-0.0887363902	-0.373334798	0.30723842
10	0.2920857692	-0.619587349	0.43093653
11	0.4666288173	-0.382362731	0.30080375
12	-0.0088044014	-0.798763076	0.08927976
13	0.0001417078	-0.485580884	0.42338092
14	0.0595663381	-0.387418857	0.47065296
15	0.0595663381	-0.387418857	0.47065296
16	0.0145896802	-0.515259234	0.22165700
17	0.4369513301	-0.299390688	0.29000765
18	0.0595663381	-0.387418857	0.47065296
19	0.0595663381	-0.387418857	0.47065296
20	1.7629283518	1.102792632	0.02626427
21	1.3163473175	0.970010477	0.19626635
22	0.2762089751	-0.571313754	-0.98601372
24	0.4611917688	-0.238232589	-0.51671760
25	1.6837785672	1.246382557	0.24565278
26	0.7845096485	0.444349026	0.31058865
27	0.6312765386	-0.554400215	-0.77340502
28	0.5288511783	-0.440852746	-0.27273673
29	-0.9594257396	0.421250347	0.12047911
30	-0.8732725907	0.705996889	0.40650177
31	-0.9289794235	0.667777818	0.15226320
32	-0.4109641650	-0.106217901	-0.34737403
33	-0.9326972210	0.607834862	0.35922973
34	-0.8442942765	0.557631446	0.42198973
35	-0.6564907539	0.444709655	-0.11480160
36	-0.7453929863	0.525614632	0.07112139
37	-0.9331723745	0.669877532	0.30584723
38	-0.7248944794	0.495488667	-0.22657183
39	0.1704303882	0.005945282	-0.11036623
40	-0.7643470050	0.657008616	-0.13049695
41	-0.0066044909	0.067327546	-0.59034743
42	-0.1827382995	-0.052265898	-0.43438067
43	-0.2953575484	-0.031879471	0.00751909
44	0.8371996303	0.867485081	-0.07614523
45	0.1946466925	0.035762271	-0.61502598
46	-0.1270073323	0.017294282	-0.48220759
47	-0.0722998826	-0.437949947	-1.58106597
48	-0.1827382995	-0.052265898	-0.43438067
49	-0.2626373024	-0.088960851	-0.48602498
50	-0.0081952514	0.184958720	-0.56451344
51	-0.2468919520	0.416344415	-0.36722237
52	-0.0977527679	0.059149182	-0.61652367
53	-0.3220619327	-0.187122878	-0.53329702

Annexe 7

Les coordonnées des modalités sur le plan factoriel (au niveau des 3 axes considérés) de l'ACM

	Comp1	Comp2	Comp3
vilage.Ifaty	-0.63143534	0.50747301	-0.50084189
vilage.Sarodrano	0.58466235	-0.46988242	0.46374249
classe.âge.Adultes	-0.29321946	-0.41465238	-0.18398015
classe.âge.Jeunes	0.13031976	0.18428995	0.08176895
pratique.de.pêche.Filets	-0.25845164	0.43872826	0.35660513
pratique.de.pêche.Fusils	0.02456404	-1.01336417	0.47314611
pratique.de.pêche.Lignes	-0.68537744	0.21834353	-0.20924423
pratique.de.pêche.Pied	-0.05174149	-0.27530372	-1.25444695
pratique.de.pêche.Polyvalent	-0.05191350	-0.46653364	0.44367373
pratique.de.pêche.Sennes	2.33505129	1.85044292	0.41558913
impact.env..Ne.sais.pas	0.33485705	0.32629176	-0.97140866
impact.env..Non	-0.23478189	-0.08883492	0.43638333
impact.env..Oui	0.60681685	-0.90141411	0.84989348
impact.ab..pss.Non	-1.31782411	1.10306092	0.19373110
impact.ab..pss.Oui	0.35356256	-0.29594317	-0.05197664
impact.ab..ceph..Ne.sais.pas	2.33505129	1.85044292	0.41558913
impact.ab..ceph..Non	-1.40803833	1.13148425	0.29149102
impact.ab..ceph..Oui	0.12474153	-0.49254248	-0.12045439
impact.ab..crust..Ne.sais.pas	-0.16157839	0.32434394	-0.82073085
impact.ab..crust..Non	-1.49994490	1.20457389	0.49882665
impact.ab..crust..Oui	0.52190783	-0.56132893	0.46546537
impact.détournement.de.coraux.Ne.sais.pas	1.47852513	1.15064203	-0.60204223
impact.détournement.de.coraux.Non	-0.20037867	-0.17800787	0.00900656
impact.détournement.de.coraux.Oui	2.15358238	2.02169534	0.26025871
impact.ab..pss.capturé.Ne.sais.pas	1.06285434	-1.09034303	-1.65090012
impact.ab..pss.capturé.Non	-0.33671078	0.02267174	0.12694809
impact.ab..pss.capturé.Oui	0.90247347	0.01760130	-0.24408671
impact.ab..capture.Ne.sais.pas	0.17165668	-0.99246321	-2.73982718
impact.ab..capture.Non	-0.38401312	-0.10126836	0.27716268
impact.ab..capture.Oui	1.06655171	0.44091198	-0.36733575
impact.zone.concentration.pêche.Ne.sais.pas	0.03267831	-1.41485626	0.64320751
impact.zone.concentration.pêche.Non	-0.27923600	-0.10664315	-1.02620485
impact.zone.concentration.pêche.Oui	0.11780524	0.12655313	0.40304736
impact.sur.UE...technique.Ne.sais.pas	0.45417684	-1.09740603	-1.35435686
impact.sur.UE...technique.Non	-0.20065210	-0.04303568	0.11110079
impact.sur.UE...technique.Oui	2.40421242	2.10874323	0.13929731

Annexe 8

Liste des quelques noms locaux enregistrés des poissons observés lors des suivis de pêche

Noms locaux	Familles	Espèces
Aloalao	Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i> <i>Acanthocybium solandri</i>
Ambalily		
Amboramasake	Siganidae	<i>Siganus sutor</i> <i>Siganus argenteus</i>
Ambariake	Gerreidae	<i>Gerres acinaces</i> <i>Gerres filamentosus</i>
Ambatsoy	Serranidae	<i>Plectropomus sp</i>
Ambitsy	Lethrinidae	
Ambory	Acanthuridae	
Amporama	Lutjanidae	
Anadanora	Carangidae	
Anadovo	Serranidae	
Anageba	Clupeidae	
Anakarombe	Lutjanidae	<i>Lutjanus kasmira</i>
Anakefitse	Caesionidae	
Anaketorovo	Mugilidae	
Anandanora	Carangidae	
Angarera	Haemulidae	
Angelike	Lethrinidae	<i>Lethrinus mahsena</i>
Angoe	Carangidae	
Angy	Acanthuridae	
Anjarame	Acanthuridae	<i>Acanthurus triostegus</i>
Antendro	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> <i>Liza malepsus</i>
Antserabata	Belonidae	
Antserabato	Belonidae	
Tseradava	Belonidae	<i>Strongylura sp</i>
Antserake	Belonidae	<i>Hemiramphus commersoni</i>
Antserakebata	Belonidae	
Antserakebole	Belonidae	
Antserapoty	Hemiramphidae	
Antsisy (ou Tapaporoha)	Lethrinidae	<i>Lethrinus lantjan</i> <i>Lethrinus harak</i>
Ariloha	Haemulidae	
Arombe	Lutjanidae	<i>Pristipomoides zonatus</i>
Anjarame	Acanthuridae	<i>Acanthurus triostegus</i>
Atendro	Mugilidae	
Antsisy	Lethrinidae	<i>Lethrinus lantjan</i> <i>Lethrinus harak</i>
Babo	Ephippidae	<i>Platax sp</i>
Laberatse	Priacanthidae	
Bemaso	Holocentridae	<i>Gnathodentex aurolineatus</i> <i>Monotaxis grandoculis</i> <i>Scolopsis bimaculatus</i> <i>Scolopsis ghanam</i>
Bosiry	Siganidae	
Bleziky ou Tserake bleu)	Belonidae	
Bobokoro	Albulidae	

Bodoloha	Scaridae	
Bolezike	Belonidae	
Botana	Tetraodontidae	
Dongiriloha	Siganidae	
Dosoloha	Blenniidae	
Fianakoho	Chaetodontidae	<i>Chaetodon sp</i>
Fiambonjo	Labridae	
Fiabesony	Labridae	
Fiandolo	Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>
Fiamakoho	Chaetodontidae	<i>Chaetodon sp</i>
Fiamasiake	Haemulidae	<i>Plectorhinchus schotaf</i> <i>Plectorhinchus sordidus</i>
Fiambaza	Scaridae	<i>Scarus ghobban</i>
Fiambojo	Labridae	<i>Cheilinus diagramus</i> <i>Cheilinus fasciatus</i> <i>Cheilinius chlorurus</i> <i>Cheilinus trilobatus</i>
Fiambondao	Labridae	<i>Cheilinus diagramus</i> <i>Cheilinus fasciatus</i> <i>Cheilinius chlorurus</i> <i>Cheilinus trilobatus</i>
Fiambonjo	Labridae	<i>Cheilinus diagramus</i> <i>Cheilinus fasciatus</i> <i>Cheilinius chlorurus</i> <i>Cheilinus trilobatus</i>
Fianakoho	Chaetodontidae	<i>Chaetodon sp</i>
Fiambonjo	Labridae	<i>Cheilinus diagramus</i> <i>Cheilinus fasciatus</i> <i>Cheilinius chlorurus</i> <i>Cheilinus trilobatus</i>
Fiantsifa	Acanthuridae	<i>Naso unicornis</i>
Fiantsifavola	Acanthuridae	<i>Naso lituratus</i>
Fiatsomotse	Mullidae	
Tsoy	Mullidae	
Fimpitike	Echeneidae	<i>Echeneis naucrates</i>
Fitse	Caesionidae	
Fitsemalinike	Caesionidae	
Gamo	Nemipteridae	<i>Nemipterus bleekeri</i>
Geba	Clupeidae	<i>Sardinella gibbosa</i> <i>Herklotsichtys quadrimaculatus</i>
Gogo	Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>
Gorongoro	Pomacentridae	<i>Stegastes nigricans</i>
Gorongoro	Pomacentridae	<i>Stegastes nigricans</i>
Gorongoro	Pomacentridae	<i>Stegastes nigricans</i>
Joho	Lutjanidae	<i>Lutjanus argentimaculatus</i> <i>Lutjanus malabaricus</i> <i>Plectorhinchus gibbosus</i>
Kabolovo	Scorpaenidae	
Taratake	Serranidae	<i>Epinephelus chlorostigma</i> <i>Epinephelus tauvina</i>
Kifalahotse	Kyphosidae	<i>Kyphosus sp</i>
Kiloka	Scaridae	<i>Leptoscarus vaigiensis</i>
Kimena	Holocentridae	
Kipela	Acanthuridae	
Kirivivy	Acanthuridae	

Koisa	Megalopidae	
Lafo	Scorpaenidae	<i>Pterois sp</i>
Lamaira	Muraenidae	<i>Echidna nebulosa</i> <i>Echidna zebra</i>
Lamatra	Scombridae	<i>Thunnus albacares</i> <i>Thunnus obesus</i>
Lamatra ngeza	Scombridae	
Lamatraboro	Scombridae	
Laberatse	Priacanthidae	
Lamilamy (sol)	Soleidae	
Lanora	Carangidae	
Lanora	Carangidae	
Lejaleja	Carangidae	<i>Torpedo sinuspersici</i>
Lemeleme	Labridae	
Lily	Acanthuridae	<i>Gazza minuta</i>
Logimbato	Carangidae	
Logy	Carangidae	<i>Selar crumenophthalmus</i>
Logimbato	Carangidae	
Longimbato	Carangidae	
Lovo	Serranidae	
Lovofisake	Serranidae	
Lovohara	Serranidae	
Malila	Haemulidae	<i>Plectorhinchus sp</i>
Moloto	Scaridae	<i>Thalassoma purpurum</i>
Manjadovoke	Sphyraenidae	<i>Sphyraena foresteri</i>
Mantsimbava ou Laberatse	Priacanthidae	
Moroy	Diodontidae	<i>Diodon sp</i>
Matsiroke	Clupeidae	<i>Gilchristella aestuarius</i>
Menaohy	Mugilidae	
Menasofy	Acanthuridae	
Minotsoke (Fitse malinike)	Caesionidae	
Moloto	Scaridae	<i>Thalassoma purpurum</i>
Moroy	Diodontidae	<i>Diodon sp</i>
Ongike	Lethrinidae	<i>Gymnocranius grandoculis</i> <i>Scolopsis vosmeri</i>
Sambonto	Scombridae	
Salabaro	Lutjanidae	<i>Lutjanus gibbus</i> <i>Lutjanus sebae</i>
Saroby	Lutjanidae	<i>Lutjanus kasmira</i> <i>Lutjanus lutjanus</i>
Sasake	Serranidae	<i>Cephalopholis argus</i> <i>Epinephelus rivulatus</i>
Tsomarene	Haemulidae	
Somanovava ou Volomboto	Synodontidae	
Soroboa	Rhinobatidae	<i>Rhynchobatus djiddensis</i>
Talatala	Carangidae	
Tapaporoha	Lethrinidae	
Taratake	Serranidae	<i>Epinephelus chlorostigma</i> <i>Epinephelus tauvina</i>
Tserabihy	Labridae	
Tsokorokodo	Pomacentridae	
Toho	Platycephalidae	<i>Platycephalus longiceps</i>

Tohobato	Platycephalidae	
Tohombato	Platycephalidae	
Tohompasy	Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>
Tona	Muraenidae	
Tsoraby	Labridae	
Torovoke	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>
Tsabeake	Lethrinidae	
Tsabeake	Lethrinidae	
Tsokorokodo	Pomacentridae	
Salabaro	Lutjanidae	<i>Lutjanus gibbus</i> <i>Lutjanus sebae</i>
Tsabeake	Lethrinidae	
Tseradava	Belonidae	<i>Tylosurus raphidoma</i>
Sardine	Carangidae	
Tserapoty	Hemiramphidae	
Tserabata	Belonidae	
Tserabato	Belonidae	
Tseradava	Belonidae	
Tseradinibato	Belonidae	
Tserakebata	Belonidae	
Tserakebole	Belonidae	
Tserambihy	Labridae	
Tserapoty	Hemiramphidae	<i>Hemiramphus archipelagus</i>
Tsoy	Mullidae	
Tsiparake	Mugilidae	
Tsokorokodo	Pomacentridae	
Tsokotsoko		
Tsomarene	Haemulidae	
Tsontso	Ballistidae	<i>Rhinecanthus aculeatus</i> <i>Rhinecanthus rectangulus</i>
Tsoraby	Labridae	
Tsorakatsiva	Fistularidae	<i>Fistularia commersonii</i>
Tsoy	Mullidae	<i>Mulloides auriflamma</i>
Vahoho	Sparidae	
Voitso	Haemulidae	
Varavara	Serranidae	
Varilava	Clupeidae	<i>Spratelloides delicatulus</i>
Veradavenoke	Serranidae	
Voitso	Haemulidae	
Volomboto	Synodontidae	
Votsandra	Balistidae	

Résumé

La dégradation des habitats coralliens et de ses populations associées par la pêche récifale se généralise dans le Sud Ouest de Madagascar. Ainsi, la mise en place de mesures de gestion à travers la fermeture des zones de pêche en réserves marines est utilisée sur l'ensemble de ses littoraux malgaches dans un but d'une gestion durable des écosystèmes coralliens. Une étude de l'impact de la fermeture des zones pêche et de la faisabilité d'une méthode alternative à la pêche (Post-larve Capture et Culture, PCC) a été initiée à des fins de conservation, de valorisation de la biodiversité et de gestion participative. Une expérimentation de capture de post-larves a été réalisée avec des pêcheurs autour de la période de nouvelle lune dans la baie de Toliara. Des enquêtes ont été effectuées dans deux villages de pêcheurs se trouvant dans la baie de Toliara et dans la baie de Ranobe. Elles avaient pour objectif d'analyser la perception des pêcheurs sur l'impact des réserves marines ainsi que l'acceptabilité sociale de la PCC. Parallèlement, un suivi de l'activité de pêche, de ses captures, les ventes et consommations de ses produits de pêche (poissons, poulpes, calmars) a été conduit avec des femmes de pêcheurs pour appréhender les pratiques, les comportements adaptatifs par rapport aux mesures de gestion et les confronter aux perceptions révélées par les enquêtes. Les résultats montrent des arrivées importantes de post-larves malgré la dégradation des récifs et une forte acceptation de la PCC, activité pouvant être proposée comme alternative à la pêche pour améliorer la perception, les pratiques, les comportements de pêche raisonnées dans une optique de mise en place de réserves marines. De plus, les résultats illustrent une variabilité des perceptions et des comportements face à la fermeture des zones de pêche, laquelle est surtout relative aux captures par unité d'effort (poissons, céphalopodes), et à la fréquentation des zones de pêche. Ce travail nous a montré l'importance de la prise en compte de la perception des usagers des ressources dans l'efficacité et la durabilité des mesures de gestion telles que la mise en place d'aires marines protégées.

Mots clés : perception, réserves marines temporaires, PCC, pêcheurs, poissons récifaux, céphalopodes.

Abstract

Degradation of coral habitats and their fish populations associated with reef fisheries spreads all over the southwest of Madagascar. Thus, the implementation of management measures through the closure of fishing areas in marine reserves is used on Malagasy coasts for sustainable management of coral reefs ecosystem. A study of the impact of the fishing closure areas for fisherman and the feasibility of an alternative activity to fishing (Post-larval Capture and Culture, PCC) was initiated in order to increase biodiversity conservation and participatory management. An experiment of post-larvae capture using PCC method was conducted with fishermen around the new moon periods in the Toliara Bay. Surveys were conducted in two fishing villages located in the Toliara Bay and the Ranobe Bay. They aimed to analyse the fishermen perceptions on the impact of marine reserves and the social acceptability of the PCC. Meanwhile, monitoring of fishing activity, the catches, sales and consumptions of fishing products (fish, octopus, squid) was conducted with wives of fisherman to study their adaptive behaviours to management measures and compare them with the perceptions revealed by the surveys. The results show an important post-larvae recruitment despite reef degradation and a high acceptance of the PCC, activity that may be proposed as an alternative to fishing for improving acceptability of marine reserves (perceptions, and practices). Furthermore the results illustrate the variability of perceptions and adaptations facing the closure of fishing areas, particularly for catch per unit effort (fish, cephalopods), and attendance of fishing. This work reveals the importance of taking into account the perception of fisherman in order to increase the efficiency of management measures such as marine protected areas.

Key words : perception, temporary marines reserves, PCC, fishermen, reef fishes, cephalopods.