

Université Paris VI – Pierre et Marie Curie – UFR des Sciences de la Vie
Université de Tuléar – Institut Halieutique et des Sciences Marines

Doctorat

Discipline : Océanologie Biologique

présenté par Ambroise BRENIER

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

Pertinence des approches participatives pour le suivi écosystémique des
pêcheries récifales

Thèse dirigée par : Jocelyne FERRARIS

Eulalie RANAIVOSON

René GALZIN

Soutenue le : 23 mars 2009

Jury :

| | |
|--------------------|------------|
| Yves LETOURNEUR | Rapporteur |
| Guy FONTENELLE | Rapporteur |
| René GALZIN | Examineur |
| Eulalie RANAIVOSON | Examineur |
| Jocelyne FERRARIS | Examineur |
| Christian MARION | Examineur |
| Daniel PAULY | Examineur |
| Catherine GABRIE | Examineur |

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Jocelyne Ferraris, directrice de l'Unité de Recherche 128 de l'Institut de Recherche pour le Développement pour m'avoir accordé sa confiance dès mon stage de DEA. Elle m'a ouvert les portes de la recherche sur les écosystèmes coralliens et m'a offert tout ce dont peut rêver un thésard : un sujet de thèse passionnant, des finances pour mon fonctionnement, une intégration au sein de la vie scientifique de l'équipe (programmes de recherche, colloques etc.), une disponibilité à toute épreuve et des conseils avisés. Son dynamisme, sa volonté et sa ténacité enjouée furent une large source d'admiration et d'inspiration pendant toutes ces années sous sa direction.

Mes remerciements s'adressent aussi tout spécialement à René Galzin, directeur de l'équipe de recherche « écosystèmes coralliens » de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes pour m'avoir toujours soutenu depuis mon stage de DEA. C'est une formidable chance d'avoir dans son encadrement une personne passionnée et dévouée telle que René Galzin, sur qui j'ai toujours pu compter pour trouver une solution aux problèmes rencontrés. Côtoyer, pendant ces années de formation à la recherche, René Galzin, qui est un modèle d'énergie, de rigueur et d'organisation déployées pour le travail, fut un véritable enrichissement.

Mes très sincères remerciements à Manwai Rabenevanana, directeur de l'Institut Halieutique et des Sciences Marines, qui m'a accueilli chaleureusement et guidé au sein de l'institut qu'il dirige, et Eulalie Ranaivoson, professeur à l'Institut Halieutique et des Sciences Marines, pour avoir accepté de codiriger cette thèse. Tous deux ont été d'une aide, scientifique, administrative et logistique, considérable lors de mes missions à Madagascar. Ils n'ont pas ménagé leurs efforts pour me faire partager leurs connaissances concernant les écosystèmes coralliens de la région de Tuléar. Merci beaucoup.

Ma reconnaissance et mon amitié vont à toute l'équipe du Centre de Biologie et d'Ecologie Tropicale et Méditerranéenne, de l'Unité de Recherche 128, de l'Institut Halieutique et des Sciences Marines, de la représentation de l'Institut de Recherche pour le Développement en Polynésie française et à Madagascar, et du Centre de Recherche Insulaire et Observatoire de l'Environnement. Au sein de chacun de ces centres j'ai eu la chance de bénéficier d'un accueil et d'un cadre de travail exemplaire. Je ne citerai pas personnellement toutes les

personnes que je souhaiterais remercier au sein de ces six équipes, car je dois garder un peu de place pour écrire le reste de la thèse..., mais sachez que je n'oublie pas que je vous dois énormément. Ce fut un réel plaisir que d'évoluer au sein d'équipes aussi passionnées et amicales et dans un cadre intellectuel aussi stimulant.

Je tiens aussi à exprimer ma profonde reconnaissance envers les personnes qui m'ont accompagné et guidé sur le terrain en particulier Nicolas Maihota à Moorea et Tikehau, Hery, Jamal, Olmedo, Leandro, George et Jo à Tuléar.

Une pensée particulière pour : Catherine Gabrié, qui en m'introduisant auprès de ses contacts à Madagascar, a permis que cette thèse ait lieu ; Gilbert David et Helen Crowley pour m'avoir facilité les missions à Andavadoaka ; Jean Blanchot pour avoir partagé son bureau à Tuléar ; la famille Souandh pour m'avoir accueilli comme un frère à Tuléar ; et Paul Nival, qui en m'ouvrant les portes de son DEA, me permet aujourd'hui d'écrire ces quelques lignes sur un manuscrit de thèse. Merci à vous !

Merci à l'Agence Universitaire de la Francophonie pour m'avoir octroyé une bourse doctorale ainsi qu'à l'Initiative Corail pour le Pacifique (CRISP), au Service de la Pêche de Polynésie française, à la Fondation Naturalia et Biologia et à l'Action Thématique Interdépartementale sur les Aires Protégées de l'Institut de Recherche pour le Développement pour le support financier dont ils m'ont fait bénéficier.

Il me tient aussi à cœur de remercier toutes les personnes – à Moorea, à Tikehau et à Tuléar – qui m'ont accordé du temps pour des entretiens et qui ont facilité ou se sont impliqués dans la collecte de données halieutiques, en donnant de leur temps, de leur personne et parfois même en mettant à disposition leurs moyens logistiques. Je pense notamment au service de la pêche de Polynésie, au maire de Tikehau et à ses adjoints, à la directrice de l'école primaire de Tikehau, aux professeurs et élèves des promotions 2006 des classes de CE2, CM1 et CM2 de l'école primaire de Tikehau, aux directeurs des collèges de Paopao et Afareaitu à Moorea, aux professeurs et aux élèves des promotions 2006 des classes de 4°1, 4°2, 4°3 et 4°T du collège de Paopao et 5°A, 5°B, 5°C, 5°D, et 5°F du collège de Afareaitu, aux pêcheurs et aux moniteurs de plongée qui ont accepté de participer à un programme de suivi du milieu marin de Tikehau (Yvon, Isabelle, Léon, Thérèse, Gilbert, Dan, Rolland, Tiare, Nora, Kaharani) et de Moorea (Rolland, Bernard, Metua, Thierry, Metua, Eric, Peter, Bobby, Patrick, Atepa,

Toromona, Fifi), au service de la pêche et des ressources halieutiques de Tuléar, au service des statistiques de Tuléar, aux directeurs, professeurs et élèves des promotions 2006 des classe de 7^{ième} des écoles primaires de Ambohitsabo, Besakoa, Mahavatse II, Mahavatse I, Ankiembe, Ankilibe, Sarodrano, Saint Augustin à Tuléar, aux pêcheurs des villages de la baie de Tuléar et aux mareyeuses qui ont participé aux échantillonnages des débarquements de pirogues sur la plage d'Ankiembe (Pauline, Ernestine et Célestine). A vous tous, un très grand merci ! Mauruuru ! Misoatra !

Un immense merci à ma famille qui m'a constamment soutenu, encouragé et conseillé avec justesse. Merci à ma petite Maman adorée, à mon très cher Papa vénéré, à mes frères « triplés » et à ma petite sœur préférée !

Et enfin, parfois, le miracle arrive... le chercheur trouve !

Merci donc à toi, ô Thèse (!), grâce à qui au mois d'avril 2007, je me trouve au CRIOBE, au fond de la baie d'Opunohu, sur l'île de Moorea, le plus bel écrin du Pacifique, pour y trouver la plus merveilleuse des perles.... Elodie.

Avant propos

Cette thèse a été réalisée sous la cotutelle Université de Paris VI – Université de Tuléar (Madagascar). A l'université de Paris VI l'inscription s'est faite au sein de l'école doctorale des Sciences de l'Environnement d'Ile de France. La recherche a été conduite sous la direction conjointe de Jocelyne Ferraris (Institut de Recherche pour le Développement, Unité de Recherche 128), Eulalie Ranaivoson (Institut Halieutique et des Sciences Marines, Tuléar) et René Galzin (Ecole Pratique des Hautes Etudes, Centre de Biologie et d'Ecologie Tropicale et Méditerranéenne). La bourse de thèse a été obtenue grâce au programme de bourses de formation à la recherche de l'Agence Universitaire de la Francophonie. Ce programme finance les doctorants dont le projet de recherche associe une université francophone des pays du sud et une université francophone des pays du Nord. Les laboratoires d'accueil ont été : l'Unité de Recherche 128 de l'Institut de Recherche pour le Développement, en accueil au Centre de Biologie et d'Ecologie Tropicale et Méditerranéenne de Perpignan et son antenne de terrain à Moorea le Centre de Recherche Insulaire et Observatoire de l'Environnement, et l'Institut Halieutique et des Sciences Marines de l'Université de Tuléar.

Cette inscription en doctorat à l'université Paris VI, fait suite à un diplôme de DEA en Océanologie Biologique et Environnement Marin délivré par cette même université en juillet 2003. Le stage de DEA s'était déroulé sous la direction de Jocelyne Ferraris et René Galzin et a abouti à un mémoire dont le titre est : « Variabilité temporelle de l'organisation de trois peuplement de poissons récifaux (Tiahura, Moorea, Polynésie française) ».

Le sujet de la thèse « pertinence des approches participatives pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales » a été, dans un premier temps, proposé pour tenter de répondre aux interrogations des gestionnaires des écosystèmes coralliens, et plus particulièrement des pêcheries récifales, de Polynésie française. Que ce soit pour prendre des mesures de gestion éclairées ou pour évaluer l'impact de celles existantes, le gestionnaire a besoin de disposer régulièrement d'un minimum d'informations concernant l'état des ressources et du milieu exploité. Or ces informations sont très difficiles à obtenir et les systèmes conventionnels qui permettent de les fournir sont coûteux, hypothéquant sérieusement leur pérennité. De plus ces gestionnaires se retrouvent face à la nécessité de renforcer l'adhésion de la société civile, et des usagers en particulier, aux mesures de gestion qui sont mises en œuvre, notamment en les

impliquant plus fortement à toutes les étapes du processus de gestion (diagnostic, choix, et suivi des mesures de gestion). Leur question était donc la suivante « est-il possible de se baser sur des suivis réalisés par la société civile (suivis participatifs) pour obtenir des informations régulières sur l'état des ressources exploitées par les pêcheries récifales de Polynésie française ? ». Cette question prend certainement encore plus de sens dans les pays en voie de développement, où les moyens à la disposition des gestionnaires des écosystèmes coralliens et des pêcheries récifales en particulier, sont très limités. Moyens qui ne permettent pas la mise en œuvre de suivis de l'état des ressources nécessitant des compétences techniques pointues et aux coûts élevés. C'est pourquoi la question a été élargie, pour tenter de répondre non pas seulement aux gestionnaires de Polynésie française, mais aussi à ceux de pays en voie de développement. Pour cela deux zones d'études ont fait l'objet d'investigations : la Polynésie française et Madagascar. Ainsi l'objectif général de l'étude est d'évaluer la pertinence des approches participatives pour contribuer au suivi écosystémique des pêcheries récifales. Les sous objectifs sont les suivants : 1) identifier des méthodes de suivi participatif réalistes génériques qui permettent de répondre aux besoins du suivi tout en étant adaptées aux participants ; 2) évaluer si le degré de participation et l'assiduité des participants sont suffisants pour fournir les données requises, notamment sur le long terme ; 3) évaluer la validité des données produites ; 4) déterminer l'intérêt des informations générées par les suivis participatifs pour évaluer la durabilité biologique des pêcheries récifales.

Au sein de ce manuscrit de thèse le lecteur trouvera sept parties. Dans un premier chapitre sont introduits les concepts de suivi écosystémique des pêcheries récifales et de suivi participatif afin d'établir la problématique de l'étude. Puis les objectifs de l'étude et la démarche de travail sont présentés. Ce chapitre se termine par la présentation des sites d'étude (Moorea, Tikehau et Tuléar). Le chapitre 2 est consacré à l'identification de méthodes de suivi participatif appropriées pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales. Le chapitre 3 porte sur l'évaluation de la faisabilité de ces méthodes et du degré de participation et d'assiduité des participants. Le chapitre 4 traite d'une part de l'évaluation de la validité scientifique des données collectées et, d'autre part, de l'évaluation de la pertinence des informations obtenues à travers les suivis participatifs. L'avant dernière partie et la dernière partie s'attachent respectivement à discuter des résultats de la présente étude et à en tirer les conclusions.

Table des matières

| | | |
|---------|---|-----------|
| 1 | Introduction | 12 |
| 1.1 | Caractéristiques des pêcheries récifales..... | 12 |
| 1.2 | Suivi écosystémique des pêcheries récifales..... | 13 |
| 1.3 | Problématique | 20 |
| 1.3.1 | Difficultés liées à la mise en œuvre de programmes de suivi des pêcheries récifales | 20 |
| 1.3.2 | Les suivis participatifs : une solution ? | 23 |
| 1.4 | Objectifs de l'étude | 26 |
| 1.5 | Sites d'étude..... | 30 |
| 1.5.1 | Moorea | 34 |
| 1.5.2 | Tikehau..... | 37 |
| 1.5.3 | Tuléar | 39 |
| 2 | Identification de méthodes de suivi participatif | 42 |
| 2.1 | Démarche suivie | 42 |
| 2.1.1 | Vers l'identification d'un protocole générique..... | 43 |
| 2.1.1.1 | Conditions de succès des programmes de suivi participatif..... | 43 |
| 2.1.1.2 | Identification d'indicateurs potentiels..... | 45 |
| 2.1.1.3 | Caractérisation du système à suivre et des participants potentiels..... | 45 |
| 2.1.1.4 | Principales méthodes de suivi participatif utilisées en milieu corallien..... | 47 |
| 2.1.2 | Présentation du protocole générique | 49 |
| 2.1.3 | Spécificités des sites d'étude et adaptation des méthodes | 50 |
| 2.2 | Présentation des méthodes de suivi testées | 52 |
| 2.2.1 | Enquêtes de perception..... | 53 |
| 2.2.2 | Suivi des captures..... | 54 |
| 2.2.2.1 | Cahiers de pêche..... | 54 |
| 2.2.2.2 | Enquêtes au débarquement par les mareyeuses | 55 |
| 2.2.3 | Comptages visuels en plongée | 56 |
| 2.2.4 | Enquêtes via les écoliers | 57 |
| 3 | Evaluation de la faisabilité des méthodes et du degré d'implication de la population | 65 |
| 3.1 | Méthodologie | 65 |
| 3.2 | Résultats : faisabilité des méthodes et degré d'implication de la population | 66 |
| 3.2.1 | Enquêtes de perception..... | 66 |
| 3.2.2 | Cahiers de pêche | 67 |
| 3.2.3 | Enquêtes au débarquement par les mareyeuses | 68 |
| 3.2.4 | Comptages visuels en plongée | 69 |
| 3.2.5 | Enquêtes via les écoliers | 70 |
| 3.3 | Résultats : quantité et diversité d'indicateurs renseignés | 73 |
| 3.3.1 | Moorea | 74 |
| 3.3.1.1 | Enquêtes de perception | 74 |
| 3.3.1.2 | Cahiers de pêche..... | 74 |
| 3.3.1.3 | Comptages visuels en plongée | 74 |
| 3.3.1.4 | Enquêtes via les écoliers..... | 74 |
| 3.3.2 | Tikehau..... | 78 |
| 3.3.2.1 | Enquêtes de perception | 78 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 3.3.2.2 | Cahiers de pêche..... | 78 |
| 3.3.2.3 | Comptages visuels en plongée..... | 78 |
| 3.3.2.4 | Enquêtes via les écoliers..... | 79 |
| 3.3.3 | Tuléar..... | 82 |
| 3.3.3.1 | Enquêtes de perception..... | 82 |
| 3.3.3.2 | Enquêtes au débarquement par les mareyeuses..... | 83 |
| 3.3.3.3 | Enquêtes via les écoliers..... | 85 |
| | | |
| 4 | Evaluation de la qualité des données et de la pertinence des informations obtenues | 90 |
| | | |
| 4.1 | Qualité des données..... | 90 |
| 4.1.1 | Méthodologie..... | 90 |
| 4.1.1.1 | Enquêtes de perception..... | 90 |
| 4.1.1.2 | Cahiers de pêche..... | 90 |
| 4.1.1.3 | Comptages visuels en plongée..... | 90 |
| 4.1.1.4 | Enquêtes via les écoliers..... | 91 |
| 4.1.2 | Résultats..... | 91 |
| 4.1.2.1 | Enquêtes de perception..... | 91 |
| 4.1.2.2 | Comptages visuels en plongée..... | 94 |
| 4.1.2.3 | Enquêtes au débarquement par les mareyeuses..... | 94 |
| 4.1.2.4 | Enquêtes via les écoliers..... | 95 |
| 4.2 | Evaluation de la pertinence des informations obtenues | 96 |
| 4.2.1 | Moorea..... | 96 |
| 4.2.2 | Tikehau..... | 97 |
| 4.2.3 | Tuléar..... | 98 |
| | | |
| 5 | Discussion..... | 103 |
| | | |
| 5.1 | Pertinence des méthodes de suivi participatif testées | 103 |
| 5.1.1 | Enquêtes de perception..... | 103 |
| 5.1.2 | Suivi des captures..... | 105 |
| 5.1.3 | Comptages visuels en plongée..... | 107 |
| 5.1.4 | Enquêtes via les écoliers..... | 108 |
| 5.2 | Pertinence du protocole de suivi participatif proposé | 111 |
| 5.2.1 | Complémentarité des méthodes..... | 111 |
| 5.2.2 | Améliorations à apporter au protocole..... | 111 |
| 5.3 | Limites de l'étude et recommandations | 117 |
| | | |
| 6 | Conclusion..... | 120 |
| | | |
| 7 | Références bibliographiques..... | 127 |
| | | |
| 8 | Annexes..... | 144 |
| 8.1 | Annexe 1 : cahier de pêche utilisé par les pêcheurs volontaires de Moorea..... | 144 |
| 8.2 | Annexe 2 : cahier de pêche utilisé par les pêcheurs volontaires de Tikehau..... | 147 |
| 8.3 | Annexe 3 : questionnaire utilisé pour les enquêtes via les écoliers à Moorea..... | 149 |
| 8.4 | Annexe 4 : description des espèces sélectionnées pour les comptages visuels en plongée à Moorea..... | 156 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 8.5 | Annexe 5 : description des espèces sélectionnées pour les comptages visuels en plongée à Tikehau | 160 |
| 8.6 | Annexe 6 : questionnaire utilisé pour les enquêtes de perception à Tuléar | 164 |
| 8.7 | Annexe 7 : questionnaire utilisé pour les enquêtes via les écoliers à Tuléar | 167 |
| 8.8 | Annexe 8 : article publié | 172 |
| 8.9 | Annexe 9 : article soumis le 16/12/2008 à la revue Natures Sciences Sociétés..... | 199 |

Liste des figures

| | |
|---|-----|
| Figure 1. Principales causes anthropiques de dégradation des différentes composantes des écosystèmes coralliens. Les flèches signifient : « agit sur ». | 14 |
| Figure 2. Figure adaptée de Margoluis et Salafsky, 1998, représentant les enchaînements des étapes constituant la boucle de la gestion adaptative. | 16 |
| Figure 3. Complexité des interactions entre les ressources vivantes, l'environnement et les usagers en milieu corallien. | 21 |
| Figure 4. Les cinq phases de la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs de la thèse. | 29 |
| Figure 5. Carte de la Polynésie française. | 30 |
| Figure 6. Carte de Moorea. | 31 |
| Figure 7. Carte de Tikehau. | 32 |
| Figure 8. Carte de la baie de Tuléar. | 33 |
| Figure 9. Image satellite de Moorea (source : Google™ Earth). | 35 |
| Figure 10. Image satellite de Tikehau (source : Google™ Earth). | 38 |
| Figure 11. Image satellite de la baie de Tuléar (source : Google™ Earth). | 40 |
| Figure 12. Etapes composant la première des cinq phases de la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs de la thèse, à savoir l'identification de méthodes de suivi participatif appropriées. | 43 |
| Figure 13. Circuit possible de l'information dans les programmes participatifs de suivi de pêcheries récifales. | 47 |
| Figure 14. Illustration de quelques données obtenues grâce aux méthodes participatives testées à Moorea. | 77 |
| Figure 15. Illustration de quelques données obtenues grâce aux méthodes participatives testées à Tikehau. | 81 |
| Figure 16. Illustration de quelques données obtenues grâce aux méthodes participatives testées à Tuléar. | 87 |
| Figure 17. Sites de pêche de la baie de Tuléar cités comme étant les plus fréquentés par les pêcheurs lors de l'enquête menée par les écoliers. Les sites sont numérotés par ordre décroissant de fréquentation. | 88 |
| Figure 18. Sites de pêche de la baie de Tuléar cités comme étant les plus fréquentés par les femmes pratiquant la pêche à pied lors de l'enquête menée par les écoliers. Les sites sont numérotés par ordre décroissant de fréquentation. | 89 |
| Figure 19. Composantes proposées pour un programme de suivi participatif de pêche récifale. | 116 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1. Indicateurs potentiels de l'impact de la pêche en milieu corallien. Liste dressée à partir de compilation d'articles portant sur l'impact des pêcheries récifales, et sur les indicateurs de suivi de ces pêcheries (Russ 1991, Jennings and Lock 1996, Jennings and Polunin 1996b, Jennings and Kaiser 1998, Jennings et al. 2001, Polunin and Graham 2003, Rochet and Trenkel 2003, Clua et al. 2005)..... | 19 |
| Tableau 2. Conditions critiques pour la mise en œuvre de programme de suivi participatif réussis. | 44 |
| Tableau 3. Méthodes de suivi participatif couramment utilisées en milieu corallien. | 48 |
| Tableau 4. Description des méthodes composant le protocole de suivi participatif proposé... | 50 |
| Tableau 5. Détails de la mise en œuvre des enquêtes de perception..... | 67 |
| Tableau 6. Détails de la mise en œuvre des suivis des captures par cahier de pêche. | 68 |
| Tableau 7. Détails de la mise en œuvre des suivis des captures par enquêtés au débarquement. | 69 |
| Tableau 8. Détails de la mise en œuvre des suivis in situ. | 70 |
| Tableau 9. Détails de la mise en œuvre des enquêtes via les écoliers..... | 72 |
| Tableau 10. Nombre de participants, taux d'échantillonnage et assiduité des participants pour chaque méthode à Moorea, Tikehau et Tuléar. | 73 |
| Tableau 11. Indicateurs calculés grâce aux enquêtes de perception à Moorea. | 74 |
| Tableau 12. Indicateurs et descripteurs calculés grâce aux enquêtes via les écoliers à Moorea. | 75 |
| Tableau 13. Indicateurs et descripteurs calculés grâce aux enquêtes de perception à Tikehau. | 78 |
| Tableau 14. Indicateurs et descripteurs calculés grâce aux enquêtes via les écoliers à Tikehau. | 79 |
| Tableau 15. Indicateurs et descripteurs calculés grâce aux enquêtes de perception à Tuléar.. | 83 |
| Tableau 16. Indicateurs et descripteurs calculés grâce au suivi des débarquements à Tuléar. | 84 |
| Tableau 17. Indicateurs et descripteurs calculés grâce aux enquêtes via les écoliers à Tuléar. | 85 |
| Tableau 18. Comparaison entre les tendances, de composants milieu marin de Moorea, observées par les usagers et celles relevées dans la littérature scientifique. | 92 |
| Tableau 19. Comparaison entre les tendances, de composants du milieu marin et des activités de pêche de Tikehau, observées par les usagers et celles relevées dans la littérature scientifique. | 93 |
| Tableau 20. Comparaison entre certaines tendances, de composants du milieu marin et des activités de pêche de Tuléar, observées par les usagers et celles relevées dans la littérature scientifique. | 93 |

Tableau 21. Comparaison entre les résultats des enquêtes scientifiques et des enquêtes réalisées par les écoliers à Moorea et Tikehau (l'intervalle de confiance est donné avec $\alpha=0,05$). 95

1 Introduction

1.1 Caractéristiques des pêcheries récifales

Les récifs coralliens, écosystèmes tropicaux abritant une très grande biodiversité (Connell 1978), s'étendent sur 255 000 km² (Spalding and Grenfell 1997). Les pêcheries récifales, qui exploitent les ressources des écosystèmes coralliens, sont caractérisées par une grande variété de structure et de fonctionnement qui s'explique notamment par la diversité du milieu exploité (Ferraris and Cayré 2003). Ces pêcheries, qui font appel à des stratégies d'exploitation variées (pêche professionnelle, pêche de loisir, pêche de subsistance), sont multi-spécifiques et multi-engins. Parmi les organismes ciblés par la pêche récifale se trouvent les poissons récifaux (en particulier des poissons d'intérêt alimentaire des familles de Serranidae, Lutjanidae, Lethrinidae, Holocentridae, Mullidae, Acanthuridae, Scaridae et les poissons d'intérêt ornemental), les poissons semi-pélagiques qui vivent autour des récifs ou dans les chenaux des lagons (principalement des Clupeidae et Carangidae), les poissons pélagiques, vivant au large, mais qui peuvent être proches des pentes externes des récifs coralliens (thons, bonites, requins), des invertébrés (crustacés, mollusques, échinodermes), et des organismes tels que les coraux, éponges ou algues qui sont parfois exploités à des fins commerciales (Lecaillon et al. 2000). Les techniques de pêche sont également très diversifiées. Elle peut se pratiquer à pied sur les platiers et les récifs frangeants (pêche-cueillette), depuis le rivage, sur l'eau (à la nage ou à l'aide d'une embarcation), ou sous l'eau, et grâce à l'utilisation de harpons, de fusils sous-marins, de filets, de senne, de lignes, de pièges (nasses, parcs à poissons), de poisons et même d'explosifs. A cette diversité de stratégies d'exploitation, d'espèces cibles et d'engins de pêche, s'y ajoute celle des pratiques et usages liés à la pêche dépendant des spécificités environnementales, socio-économiques et culturelles de la localité. L'absence de grands stocks mono-spécifiques et la difficulté d'accès des récifs coralliens aux unités de pêche industrielle, expliquent que les pêcheries récifales soient principalement artisanales ou traditionnelles. Ainsi, les pêcheries récifales ne contribuent qu'à une petite fraction des captures de pêche mondiales (Pauly et al. 2003). Malgré cela, elles restent une source majeure de revenus et de protéines pour des millions de personnes, en particulier dans les pays en développement (Sadovy 2005).

1.2 Suivi écosystémique des pêcheries récifales

Les écosystèmes coralliens sont sévèrement dégradés à l'échelle du globe (Pandolfi et al. 2003), les activités humaines étant en partie responsables car elles ne sont pas sans impact sur ces écosystèmes (Richmond 1993, Wilkinson 1999, Nystrom et al. 2000). Les menaces d'origine anthropique incluent notamment (Figure 1) l'exploitation intensive des ressources (Newton et al. 2007), l'accroissement des apports sédimentaires (Rogers 1990) et nutritifs (Koop et al. 2001), la pollution (Ramade and Roche 2006, Haapkyla et al. 2007), les destructions mécaniques (Hawkins and Roberts 1992, 1993, Aubanel et al. 1999, Chabanet et al. 2005), le changement climatique (Hoegh-Guldberg 1999) et les menaces indirectes via les perturbations causées aux autres écosystèmes tels que les mangroves et les herbiers qui sont interconnectés avec les écosystèmes coralliens (Alongi 2002, Nagelkerken et al. 2002).

L'exploitation intensive est une des causes principales de dégradation des écosystèmes coralliens (Jackson et al. 2001). D'une part, la pêche a un impact sur les ressources ciblées : une étude examinant les rendements de pêcheries récifales de 49 îles réparties autour du globe a montré que 57% d'entre elles étaient au dessus du rendement maximal durable (Newton et al. 2007). D'autre part, les pêcheries peuvent aussi causer des dégâts aux espèces non ciblées, aux habitats et aux structures et fonctions des écosystèmes coralliens (Hughes 1994, Jennings and Polunin 1996b, Jennings and Kaiser 1998, Jackson et al. 2001, Dulvy et al. 2004, Mumby et al. 2006). Ceci peut avoir comme effet de diminuer la capacité de l'écosystème à faire face aux changements et aux perturbations (résilience) et ainsi causer des dommages irréversibles (Nystrom et al. 2000, Hughes et al. 2003, Bellwood et al. 2004, Scheffer et al. 2005). Ces changements, en retour, ont une incidence sur la disponibilité des ressources halieutiques.

S'assurer de la durabilité biologique des pêcheries c'est s'assurer que les ressources qui sont prélevées et les méthodes d'exploitation ne mettent pas en péril la capacité de ces ressources à se régénérer et la capacité des écosystèmes à fournir les services qui supportent ces ressources. C'est cette approche que préconise la gestion écosystémique des pêches (Gislason et al. 2000, Browman and Stergiou 2004, Hall and Mainprize 2004, Pikitch et al. 2004). En d'autres termes, une pêcherie qui souhaite perdurer dans le temps, devrait veiller, entre autre, d'une part, à ne pas prélever plus de ressources qu'il y en a qui se régénère et, d'autre part, à

minimiser les effets de la pêche sur les composants, structures et fonctions de l'écosystème (Hilborn 2007b).

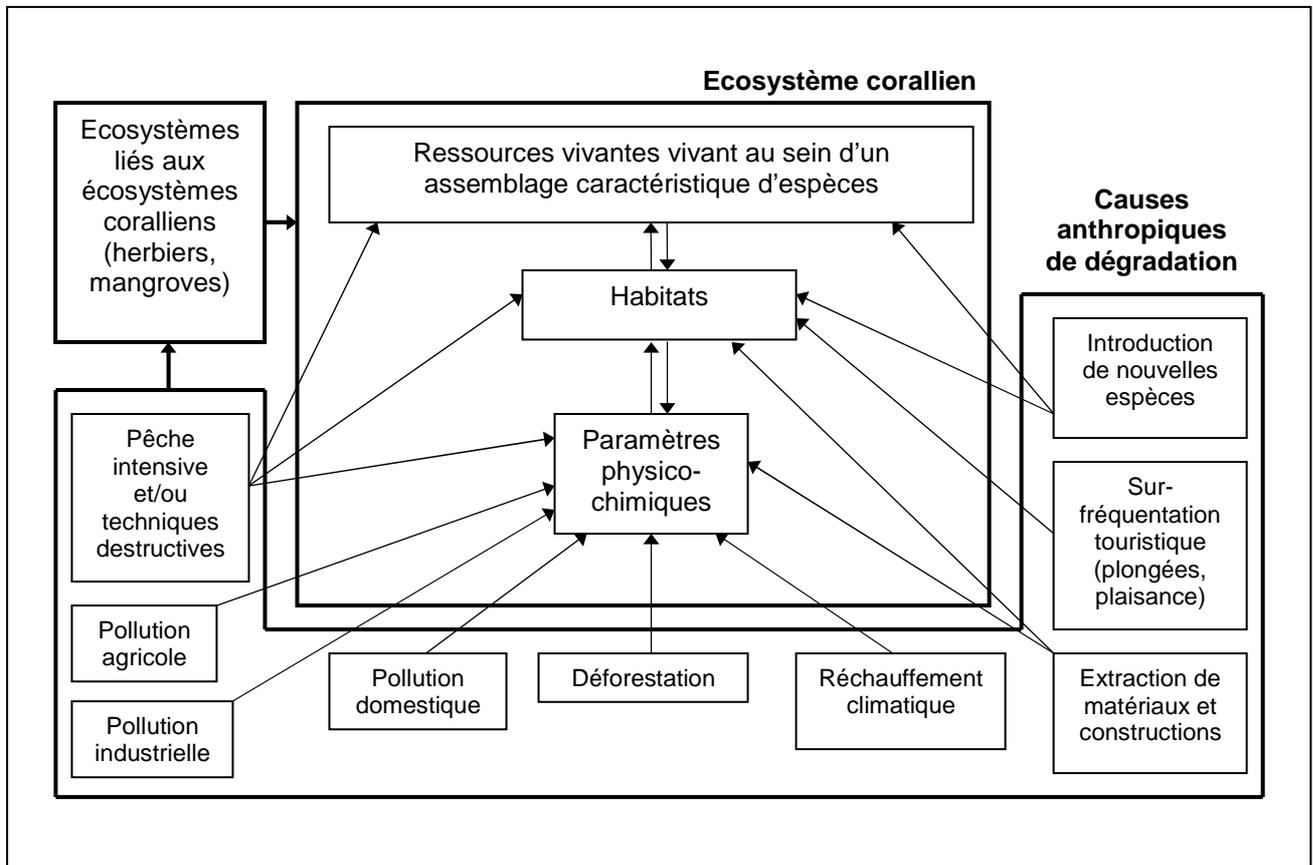


Figure 1. Principales causes anthropiques de dégradation des différentes composantes des écosystèmes coralliens. Les flèches signifient : « agit sur ».

Afin de s'assurer de la durabilité biologique de la pêche, les gestionnaires doivent disposer d'informations sur l'état des ressources et des écosystèmes dont elles dépendent. En raison de l'incertitude, de l'imprédictibilité et de la complexité qui caractérisent les écosystèmes marins (Larkin 1996, Botsford et al. 1997, Berkes et al. 2003, Caddy and Seij 2005, Grafton and Kompas 2005, Halpern et al. 2006), ces informations doivent être mise à jour à intervalles réguliers, grâce à des programmes de suivi de l'état des ressources et des écosystèmes. C'est ce qui est appelé suivi écosystémique des pêcheries récifales dans la présente étude. C'est-à-dire que le suivi ne cherchera pas uniquement à connaître l'impact de la pêche sur l'état des stocks ciblés, mais également sur les peuplements qui les accompagnent et les habitats dont ils dépendent. Ces programmes de suivi se révèlent d'une grande utilité pour : i) prévenir les gestionnaires de changements « anormaux » intervenant au niveau de l'état des ressources ou de l'écosystème (système d'alerte) ; ii) disposer d'un état des lieux de la situation facilitant la

prise de décisions éclairées sur les mesures de gestion à mettre en œuvre ; iii) évaluer l'efficacité des mesures de gestion à remplir un objectif de durabilité biologique de la pêche, c'est-à-dire mesurer l'impact de ces mesures sur l'état des ressources et des écosystèmes. Cette dernière fonction des programmes de suivi s'avère indispensable afin d'assurer une gestion adaptative. La gestion adaptative est probablement la meilleure approche à l'heure actuelle pour la gestion des ressources naturelles (Margolis and Salafsky 1998, Stem et al. 2005, Raakjaer et al. 2007). Le manque de connaissance de la dynamique et du fonctionnement des écosystèmes marins pousse les gestionnaires à prendre des mesures sans pouvoir garantir de façon certaine qu'elles auront les impacts désirés. D'où la nécessité d'un programme de suivi des impacts des mesures de gestion sur les ressources et les écosystèmes, entre autre afin de les adapter, si nécessaire, au vu des informations apportées par le suivi, et s'assurer ainsi de leur plus grande efficacité (Figure 2). Par exemple, lors de la mise en place d'une aire marine protégée à des fins de conservation de la biodiversité et de gestion des pêches, il est indispensable de mettre en œuvre un programme de suivi afin d'évaluer l'atteinte de ces objectifs. En effet, les connaissances scientifiques ne sont pas encore suffisantes pour certifier qu'un type donné d'aire marine protégée, placé à un endroit donné, aura les impacts désirés, notamment en termes d'amélioration du rendement des pêcheries (Agardy et al. 2003, Hilborn et al. 2004, Kamukuru et al. 2004, Pelletier et al. 2005, Sale 2008).

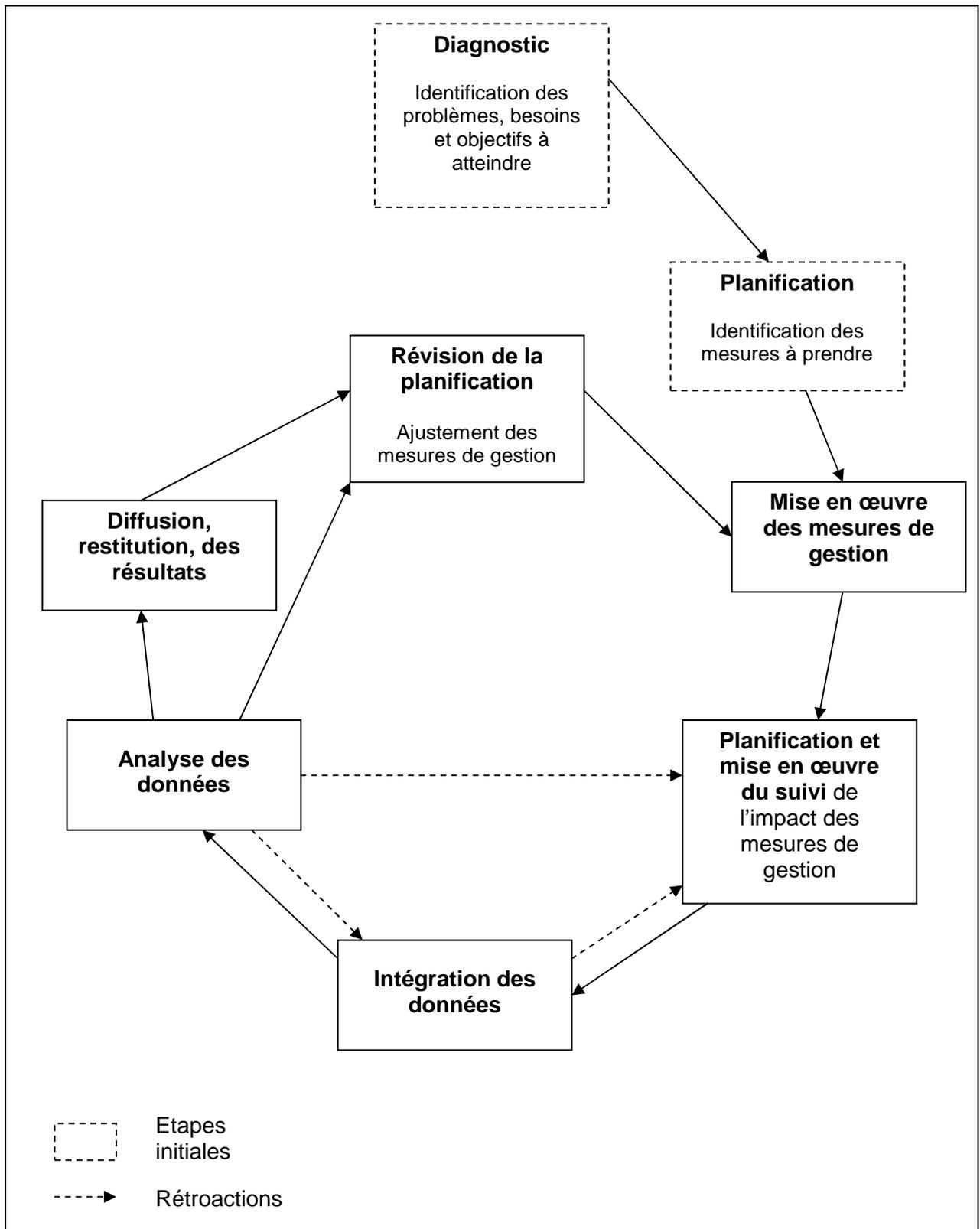


Figure 2. Figure adaptée de Margoluis et Salafsky, 1998, représentant les enchaînements des étapes constituant la boucle de la gestion adaptative.

Des indicateurs de l'état des ressources et de l'écosystème dont elles dépendent, ainsi que leur valeur de référence, sont requis afin d'évaluer le degré d'atteinte de l'objectif de durabilité biologique de la pêche (Rice 2003, Clua et al. 2005, Cury and Christensen 2005, Jennings 2005). Un indicateur constitue résumé d'informations complexes dont les variations sont censées refléter les variations de l'ensemble qu'il représente. Pour être utiles au gestionnaire qui souhaite savoir si la pêche n'est pas surexploitée, les valeurs de l'indicateur doivent fluctuer en fonction de la pression de pêche. L'interprétation de l'information apportée par les indicateurs se fait alors en mesurant la différence entre la valeur de référence et la valeur observée de l'indicateur, appelée mesure de performance (Sainsbury et al. 2000, Babcock and Pikitch 2004, Link 2005). Lorsque les valeurs de référence ne sont pas disponibles, cette évaluation peut être réalisée en considérant la tendance suivie par l'indicateur dont les changements de direction peuvent être imputés à la pêche (Trenkel et al. 2007). La qualité d'un indicateur peut être évaluée au regard d'un certain nombre de critères liés à sa pertinence ou son efficacité. La pertinence peut être scientifique (lien entre l'indicateur et le phénomène qu'il est censé illustrer : validité scientifique, spécificité, sensibilité, délai de réponse) ou politique (acceptabilité, adéquation avec les besoins locaux). L'efficacité est liée à l'exactitude et la précision de sa mesure, aux moyens à mettre en œuvre pour le mesurer, à la disponibilité de valeurs de référence, à sa communicabilité (Degnbol 2005, Rice and Rochet 2005).

Il est possible de différencier des indicateurs d'état et des indicateurs de pression (ou menace). Un indicateur d'état étant fonction de l'état de la ressource, l'évolution ou la valeur de l'indicateur doit être interprétable comme révélateur d'une variation ou d'un état significatif de la ressource. Alors que l'évolution ou la valeur d'un indicateur de pression va renseigner sur le degré de menace des pressions qui pèsent sur les ressources. Concernant les indicateurs d'état, renseigner sur l'état de la ressource exploitée n'est pas suffisant. En effet la pêche n'a pas qu'un impact sur cette ressource, mais aussi, comme il a été indiqué plus haut, sur les espèces non ciblées, sur la structure et les fonctions de l'écosystème (Russ 1991, Jennings and Lock 1996, Jennings and Polunin 1996b, Jennings and Kaiser 1998, Jennings et al. 2001, Polunin and Graham 2003). Il est donc nécessaire de disposer d'indicateurs d'impacts de la pêche sur ces autres composants, afin de s'assurer qu'ils ne sont pas trop affectés par l'activité de pêche, garantissant ainsi un écosystème sain, producteur des ressources. Quant aux indicateurs de pression, ils s'avèrent être très utiles pour juger indirectement de l'état des ressources et de l'écosystème, car ils sont souvent beaucoup plus faciles à mesurer (Salafsky

and Margoluis 1999). Ainsi, un certain nombre d'indicateurs reliés à l'impact de la pêche sur les écosystèmes coralliens peuvent être identifiés à partir de la littérature scientifique (Tableau 1). Pour chaque indicateur identifié dans le Tableau 1 (colonne du milieu), la direction de la tendance qu'il devrait suivre en cas de surexploitation, d'après la littérature, est indiquée dans la dernière colonne. Dans le tableau, les indicateurs sont regroupés en six catégories (première colonne). La durabilité biologique de la pêcherie peut être évaluée en examinant les changements intervenant au sein de ces six catégories : population exploitée, peuplement, habitat, activité de pêche, consommation en poisson, intensité des menaces pesant sur l'écosystème. Les indicateurs de la catégorie « menaces » (indicateurs de pression) diffèrent des indicateurs des autres catégories (indicateurs d'état). A noter que certains indicateurs peuvent être à la fois des indicateurs d'état ou de pression. Très souvent, un seul indicateur peine à résumer l'ensemble de la complexité du système suivi, c'est pourquoi l'utilisation conjointe de plusieurs indicateurs est recommandée (Caddy 2002, Caddy et al. 2005, Clua et al. 2005, Livingston et al. 2005, Ceriola et al. 2007). Disposer d'informations concernant les tendances de ces indicateurs facilitera l'analyse de l'impact de la pêcherie et, par conséquent, favorisera l'évaluation de la durabilité biologique de celle-ci.

Tableau 1. Indicateurs potentiels de l'impact de la pêche en milieu corallien. Liste dressée à partir de compilation d'articles portant sur l'impact des pêcheries récifales, et sur les indicateurs de suivi de ces pêcheries (Russ 1991, Jennings and Lock 1996, Jennings and Polunin 1996b, Jennings and Kaiser 1998, Jennings et al. 2001, Polunin and Graham 2003, Rochet and Trenkel 2003, Clua et al. 2005).

| <i>Catégories d'indicateur</i> | <i>Indicateurs</i> | <i>Tendance due, ou menant, à une surexploitation</i> |
|------------------------------------|--|---|
| Populations exploitées | Densité | ↓ |
| | Biomasse | ↓ |
| | Taille moyenne | ↓ |
| | Age moyen | ↓ |
| | Sex-ratio mâle/femelle (pour les espèces hermaphrodites protogynes) | ↓ |
| | Fécondité relative | ↓ |
| | Richesse spécifique | ↓ |
| | Distance de l'observateur | ↑ |
| Peuplement | Proportion des proies des espèces exploitées | ↑ |
| | Proportion d'espèces piscivores | ↓ |
| | Proportion des grands herbivores | ↓ |
| | Proportion des espèces non commerciales | ↑ |
| | Spectre de taille | Pente plus forte |
| | Proportion des espèces présentant des traits de vie courts et rapides | ↑ |
| | Niveau trophique moyen | ↓ |
| Habitat | Couverture corallienne | ↓ |
| | Couverture des herbiers | ↓ |
| | Couverture algale | ↑ |
| Activité de pêche | Captures par unité d'effort (CPUE) | ↓ |
| | Poids total des captures | ↓ |
| | Poids des captures d'espèces à haute valeur commerciale | ↓ |
| | Rendement de la pêche | ↓ |
| | Proportion des espèces à haute valeur commerciale dans les captures | ↓ |
| | Taille moyenne de chaque espèce dans les captures | ↓ |
| | Taille moyenne des captures | ↓ |
| | Spectre trophique des captures | Pente plus forte |
| | Proportion des espèces piscivores dans les captures | ↓ |
| | Proportion des espèces de grands herbivores dans les captures | ↓ |
| | Niveau trophique moyen des captures | ↓ |
| | Proportion des espèces présentant des traits de vie courts et rapides dans les captures | ↑ |
| | Distance moyenne des sites de pêche de la zone d'embarquement | ↑ |
| Durée moyenne des sorties de pêche | ↑ | |
| Consommation en poisson | Quantité de poissons consommés | ↓ |
| | Proportion des espèces à haute valeur marchande dans la part des captures destinées à l'autoconsommation | ↓ |
| | Proportion des captures destinées à l'autoconsommation | ↓ |
| Menaces | Nombre d'habitants | ↑ |
| | Nombre de pêcheurs | ↑ |
| | Nombre de bateaux de pêche | ↑ |
| | Nombre d'engins de pêche | ↑ |
| | Nombre ou proportion des engins de pêche destructeurs | ↑ |
| | Intensité et distribution de l'effort de pêche | ↑ |

1.3 Problématique

1.3.1 Difficultés liées à la mise en œuvre de programmes de suivi des pêcheries récifales

La mise en œuvre de programmes de suivi des pêcheries utiles pour guider la gestion se heurte à de nombreuses difficultés.

La difficulté est tout d'abord technique. Il est difficile d'évaluer et de suivre l'état des ressources et des écosystèmes coralliens car ce sont des écosystèmes abritant une très grande diversité en espèces, habitats et usages dont les interactions sont très complexes (Figure 3) et dont l'hétérogénéité spatiale et temporelle est très forte (Dustan and Halas 1987, Kenchington 1990, Dollar and Tribble 1993, Augustin et al. 1997, Connell et al. 1997, Adjeroud et al. 2002). Par exemple, les poissons récifaux ciblés par la pêche présentent une forte hétérogénéité de leur distribution spatiale et une grande variabilité journalière, saisonnière et interannuelle (Galzin 1987b, c). De plus, les pêcheries en milieu corallien portent sur un large éventail de stocks et d'espèces de poissons, font appel à de nombreux pêcheurs et à diverses méthodes de captures, et empruntent un grand nombre de canaux de distribution (Johannes 1998). Par ailleurs, la santé d'un écosystème est affectée par de nombreuses perturbations, humaines et naturelles, qui agissent de manière synergique, rendant difficile la discrimination d'une perturbation spécifique telle que la pêche (McClanahan et al. 2002). D'où l'intérêt d'utiliser des indicateurs multiples qui présentent l'avantage de renforcer la précision du diagnostic (Rochet and Trenkel 2003, Hall and Mainprize 2004, Trenkel et al. 2007). Enfin, renseigner les indicateurs qui contribuent au suivi écosystémique des pêcheries impose la collecte de nombreuses données (Babcock and Pikitch 2004). Ces suivis sont donc demandeurs en ressources techniques, humaines et financières.

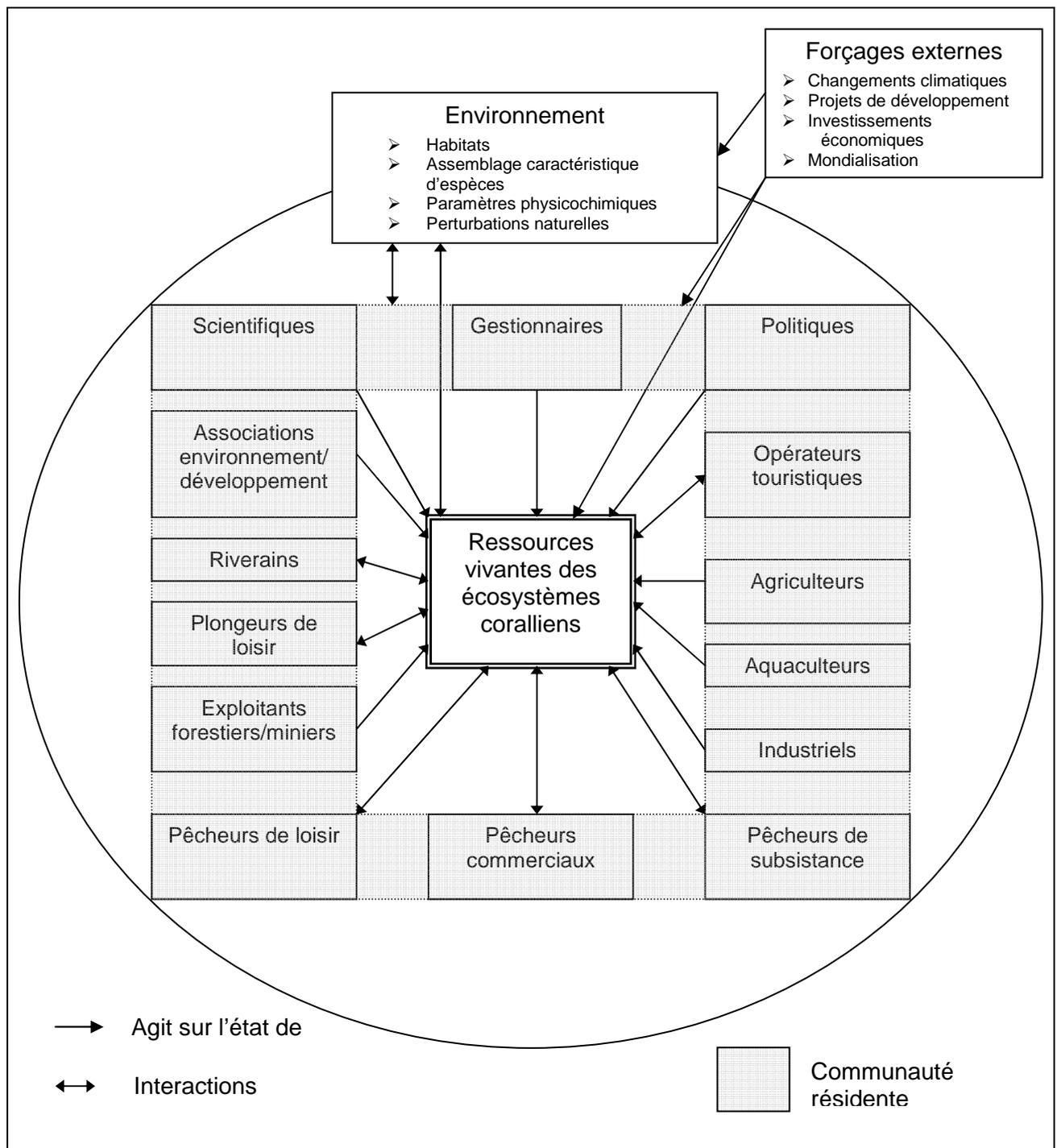


Figure 3. Complexité des interactions entre les ressources vivantes, l'environnement et les usagers en milieu corallien.

La seconde difficulté est d'ordre financière. La collecte des données nécessaires au suivi, notamment sur de larges échelles spatiales et temporelles, est souvent difficile et coûteuse pour les gestionnaires qui disposent de budgets et d'effectifs limités. Généralement, en effet, les gouvernements ne consacrent pas de budget important à la gestion des pêcheries récifales qui sont considérées comme ayant peu de valeur (Zeller et al. 2006). Par exemple, comment

assurer le suivi des ressources des 76 îles habitées de Polynésie française éparpillées sur un territoire grand comme l'Europe ? Et dans les pays en voie de développement, comment réaliser de tels suivis alors que les préoccupations et priorités sont tout autres et concernent le court terme et que les moyens techniques, humains et financiers mis à disposition du gestionnaire sont largement insuffisants ?

La troisième difficulté est liée au manque de liens entre les programmes de suivi et la gestion. En effet, lorsque des programmes de suivi existent, ils sont souvent l'œuvre des scientifiques et ne répondent guère aux besoins des gestionnaires (Sheil 2001), et des autres acteurs, en particulier les communautés locales (Danielsen et al. 2005a). Les informations issues du suivi sont trop peu diffusées et intégrées dans le processus de gestion et sont insuffisamment utilisées pour influencer sur les décisions de gestion (Danielsen et al. 2005b). Ceci s'explique par la divergence d'objectifs des scientifiques et des gestionnaires. En effet, les suivis menés par les scientifiques poursuivent un objectif bien particulier, qui est celui de décrire et expliquer de manière rigoureuse le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes dans le but de faire avancer la connaissance. De plus, le principal vecteur de diffusion des résultats issus des suivis scientifiques sont les publications scientifiques, peu accessibles pour les non scientifiques. Ces résultats sont souvent bien entendu très utiles pour guider les mesures de gestion à moyen ou long terme. Mais à plus court terme, et à une échelle plus locale, les gestionnaires souhaitent disposer d'informations simples et compréhensibles leur permettant d'identifier, de conforter ou d'adapter les mesures locales de gestion. Les suivis utiles aux gestionnaires sont donc ceux qui ont pour finalité immédiate que les informations issues du suivi soient transformés en actions de gestion. La question se pose donc de savoir comment s'assurer que les informations issues des suivis puissent guider la gestion. Cela implique que les informations soient pertinentes, compréhensibles et directement utilisables par les instances de décision pour orienter la gestion.

Une dernière difficulté réside dans le manque d'implication des usagers dans la gestion des ressources marines, qui est capitale pour garantir le succès des mesures de gestion (Nielsen and Vedsmann 1999, Mascia 2003, Walmsley and White 2003, Kaplan and McCay 2004, Jackson 2007). L'engagement des usagers et des acteurs de la population locale en général dans le processus de gestion facilite l'identification de mesures plus éclairées, équitables, et appropriées localement (Jentoft et al. 1998). Cela a pour autre avantage, en renforçant l'adhésion des usagers aux mesures de gestion, de faciliter une mise en œuvre réellement

efficace car respectée. En effet, la participation des acteurs dans le processus de gestion accroît la légitimité des mesures qui sont identifiées et qui sont également mieux connues, comprises et soutenues. Ainsi, sans appropriation par la communauté locale de la problématique de la gestion durable des écosystèmes coralliens et des activités de pêche en particulier il est très difficile de mettre en œuvre et faire respecter les mesures de gestion adéquates. Les activités de suivi étant partie intégrante du processus de gestion, les usagers et acteurs locaux devraient s'y trouver impliqués, ce qui est rarement le cas (Danielsen et al. 2005a).

Pour résumer, la mise en œuvre de programmes de suivi écosystémique des pêcheries récifales se heurte à un certain nombre de problèmes : nécessité de collecter un grand nombre de données sur de larges échelles temporelles et parfois spatiales ; ressources humaines et financières disponibles insuffisantes, manque d'implication de la société civile ; faible diffusion des résultats ; insuffisante utilisation des résultats pour guider le choix ou l'amélioration des mesures de gestion.

1.3.2 Les suivis participatifs : une solution ?

Face aux difficultés liées à la collecte des données nécessaires au suivi de l'état de l'environnement, de nombreux programmes dans le monde font appel à des volontaires. Citons à titre d'exemple le programme Reef Check qui fait appel entre autre aux plongeurs de loisirs ou toute bonne volonté pour participer à l'évaluation à l'échelle planétaire de l'état de santé des écosystèmes coralliens (Hodgson 1999) ou le programme « National Audubon Society's Christmas Bird Count » de dénombrement d'oiseaux pendant la période de Noël chaque année depuis plus d'un siècle grâce à l'aide de volontaires naturalistes sur tout le continent américain (Mayfield et al. 2001). Lorsque des membres de la société civile s'impliquent dans des activités de suivi, le terme utilisé est « suivi participatif », ou « suivi communautaire » (Whitelaw et al. 2003). Ces participants peuvent être des membres d'associations, des riverains, des usagers du milieu qui est suivi, des écoliers et toutes personnes dont la profession n'est pas liée à une compétence propre à la mise en œuvre d'un suivi de l'environnement. Cette participation peut se faire à plusieurs niveaux : la définition des objectifs du suivi, l'identification des indicateurs à suivre, la collecte des données, le stockage et l'analyse des données, la présentation, la diffusion et l'utilisation des résultats du suivi pour éclairer les prises de décision (Danielsen et al. 2009). Afin de restreindre le champ

d'étude, dans le cas qui nous concerne c'est uniquement la participation à la collecte de données qui est considérée.

Afin de répondre aux défis que posent la mise en œuvre de programmes efficaces de suivi des pêcheries, la participation de la société civile devrait être en mesure d'apporter des solutions. Tout d'abord, le suivi participatif permet de répondre au défi technique du suivi écosystémique des pêcheries. L'augmentation de l'effort d'échantillonnage dans le temps et l'espace, grâce à l'utilisation d'une main d'œuvre abondante, rend les suivis participatifs particulièrement utiles pour contribuer à renseigner de nombreux indicateurs (Obura et al. 2002, Goffredo et al. 2004, Theberge and Dearden 2006, Delaney et al. 2008), tout en tirant profit des connaissances écologiques empiriques et des compétences des usagers du milieu qui est suivi (Sheil and Lawrence 2004, Wiber et al. 2004). De plus, dans un contexte où les ressources financières sont insuffisantes les suivis participatifs s'avèrent être particulièrement pertinents car ils présentent un rapport coût/efficacité faible en impliquant généralement des volontaires et en bénéficiant de leurs ressources logistiques (Obura 2001, Moller et al. 2004).. Par ailleurs, les suivis participatifs permettent de renforcer le lien entre la production d'information et son utilisation dans la gestion car ils favorisent la livraison d'informations facilement compréhensible, pertinente et plus directement utilisable par les instances de décision (Whitelaw et al. 2003, Danielsen et al. 2005b, Uychiaoco et al. 2005) et car ils influencent la prise de décision grâce au renforcement de la coopération (Whitelaw et al. 2003, Becker et al. 2005, Uychiaoco et al. 2005). Enfin, face au manque d'implication de la population locale dans la gestion des ressources récifales les suivis participatifs apportent également une solution car ils favorisent l'éducation et la sensibilisation des citoyens au regard de la protection et de la gestion durable des écosystèmes et des ressources naturelles (Stepath 1999, Aswani and Weiant 2004). Ainsi, dans le cadre de suivi participatif, en découvrant par eux-mêmes les bénéfices qui peuvent découler de certaines mesures de gestion, les membres de la communauté locale seront plus à même de les soutenir et de les répliquer (Tawake et al. 2001, Niinioja et al. 2004). La communauté locale bénéficie également des programmes de suivi participatif de par le renforcement de leurs capacités et leur plus grande faculté à influencer sur les décisions de gestion (Whitelaw et al. 2003, Noss et al. 2005, Van Rijsoort and Zhang 2005).

Bien que, en raison de leurs propriétés énumérées ci-dessus, les suivis participatifs semblent être en mesure de répondre aux défis soulevés par la mise en œuvre de programme de suivi

des pêcheries récifales, ils présentent néanmoins un certain nombre d'inconvénients. L'un des principaux problèmes repose sur les doutes concernant la validité scientifique des savoirs écologiques locaux et des données qui sont collectées par des non professionnels (Greenwood 1994, Bray and Schramm 2001, Savan et al. 2003, Gouveia et al. 2004, Danielsen et al. 2005a, Hunsberger et al. 2005, Uychiaoco et al. 2005). En particulier, les connaissances écologiques détenues par les pêcheurs peuvent s'avérer déterminantes pour recueillir des informations concernant les variations dans les comportements et l'abondance des espèces ciblées par la pêche en fonction des cycles journaliers, saisonniers, lunaires ou interannuels par exemple (Johannes et al. 2000). Mais étant donné qu'il ne s'agit pas de connaissances scientifiques, des doutes subsistent concernant la valeur de ces connaissances (Mathooko 2005). Il existe deux sources de problèmes avec les données collectées par des non experts : l'exactitude et la précision. L'exactitude se définit comme la proximité de la valeur estimée de la valeur réelle. Une faible exactitude peut découler d'une mauvaise connaissance et utilisation des méthodes de collecte de données (Foster-Smith and Evans 2003, Gouveia et al. 2004, Bell 2007), ou d'observations non objectives (Hunsberger et al. 2005). Par exemple, dans certains cas les participants aux programmes de suivi peuvent inventer des données pour faire croire qu'ils ont travaillé (Stuart-Hill et al. 2005). Il est important de préciser qu'une inexactitude résultant d'un biais systématique n'est pas problématique si ce sont les tendances des indicateurs qui sont étudiées et donc que le biais se retrouve à chaque fois (Brown 1999). La précision est liée à la variance de l'estimation. Une forte variance est signe d'une faible précision et donc d'un pouvoir de détection de changement plus faible. Les données collectées par les professionnels montrent souvent une plus faible variance que celles collectées par les non professionnels, probablement en raison d'une meilleure connaissance et pratique des procédures de collecte de données (Pattengill-Semmens and Semmens 1998, Nicholson et al. 2002). Mais la taille de l'échantillon affecte également le pouvoir de détection de changement. Or, avec le suivi participatif il est plus facile d'obtenir de larges échantillons. De plus, il a été démontré qu'avec un entraînement approprié les non professionnels peuvent parfaitement collecter des données exactes et précises (Darwall and Dulvy 1996, Fore et al. 2001, Newman et al. 2003, Bell 2007, Holck 2008).

Une autre source d'inquiétude concerne le niveau de participation et l'assiduité des participants, largement imprédictibles dans les programmes de suivi participatif (Gouveia et al. 2004). Le succès d'un programme de suivi participatif va dépendre notamment de la motivation des participants locaux (Stuart-Hill et al. 2005). Or, même lorsque cette

motivation est présente au début du programme, une perte d'intérêt par la suite peut aboutir à une base de données largement incomplète (Bliss et al. 2001, Poulsen and Luanglath 2005).

Enfin, le suivi participatif présente un défi technique : celui de proposer des méthodes de collecte de données adaptées aux connaissances, compétences et motivations des participants, tout en assurant la validité scientifique des données produites et leur pertinence pour le suivi de l'état des ressources et des écosystèmes dont elles dépendent (Stokes et al. 1990, Cuthill 2000, Bliss et al. 2001).

1.4 Objectifs de l'étude

La question principale qui se pose est la suivante: les approches participatives sont-elles pertinentes pour contribuer au suivi écosystémique des pêcheries récifales ? Nous émettons l'hypothèse que, face aux difficultés rencontrées dans la mise en œuvre des programmes de suivi écosystémique des pêcheries récifales, les suivis participatifs devraient être en mesure d'apporter des solutions. En effet, les suivis participatifs induisent : une augmentation de l'effort d'échantillonnage ; une mise à disposition d'une main d'œuvre avec une grande connaissance écologique empirique du milieu suivi ; un faible rapport coût efficacité ; une plus grande implication de la population locale et une amélioration de l'intégration du programme de suivi dans le processus de gestion.

Cependant certains points nécessitent une attention particulière. Le premier concerne l'identification de méthodes qui permettent de répondre aux besoins du suivi tout en étant adaptées aux participants. Le second a trait à l'assiduité des participants et le troisième à la validation des données produites.

Dans cette étude, quatre objectifs sont poursuivis :

- 1) identifier des méthodes réalistes génériques qui permettent de répondre aux besoins du suivi tout en étant adaptées aux participants ;
- 2) évaluer si le degré de participation et l'assiduité des participants sont suffisants pour fournir les données requises, notamment sur le long terme ;
- 3) évaluer la fiabilité des données produites ;

- 4) déterminer l'intérêt des informations générées par les suivis participatifs pour évaluer la durabilité biologique des pêcheries récifales.

La stratégie adoptée pour atteindre ces objectifs comprend cinq phases (Figure 4) :

- identification de méthodes de suivi participatif appropriées (chapitre 2) ;
- mise en œuvre des méthodes identifiées sur trois sites contrastés (présentation des méthodes au chapitre 2). Trois sites contrastés ont été choisis afin de s'assurer de la généralité des conclusions qui seront tirées après trois types d'analyse des expériences menées sur ces sites ;
- évaluation de la faisabilité des méthodes mises en œuvre mesure du degré de participation et de l'assiduité des participants (chapitre 3) ;
- validation des données obtenues (chapitre 4)
- examen de la pertinence des informations produites pour l'évaluation de la durabilité biologique des pêcheries récifales (chapitre 4).

Afin de s'assurer que les méthodes participatives testées dans le cadre de cette thèse puissent s'appliquer quelle que soit la pêche récifale considérée, il a été nécessaire de choisir un éventail de sites diversifiés. Cette diversité se retrouve tout d'abord au niveau des conditions socioéconomiques des sites sélectionnés. Les trois sites d'étude contrastés qui ont été sélectionnés sont l'île haute de Moorea et l'atoll de Tikehau en Polynésie française et la baie de Tuléar à Madagascar. Tous trois supportent des pêcheries récifales. Les conditions socio-économiques des populations résidentes en Polynésie française et à Madagascar sont très différentes. Tuléar a été choisi car il est important d'évaluer la faisabilité et la pertinence des suivis participatifs dans un contexte de pays en voie de développement où se trouve la majorité des pêcheries récifales. En effet, c'est surtout dans ces pays, aux ressources techniques et financières limitées, que le suivi participatif montre tout son intérêt, par sa capacité à fournir de nombreuses données, en utilisant les compétences locales disponibles, à faible coût. Bien que la Polynésie dispose de plus de moyens qu'un pays en développement, la question se pose néanmoins de savoir comment assurer le suivi des ressources des 76 îles habitées éparpillées sur un espace aussi vaste que l'Europe. La diversité des sites d'études transparaît également à travers les stratégies d'exploitations variées qui s'y exercent. A Moorea comme à Tikehau, la pêche de loisir est très présente, alors qu'à Tuléar la pêche piroguière est pratiquée exclusivement par des pêcheurs professionnels. Par ailleurs, à Tuléar il existe une très importante pratique de pêche à pied contrairement aux sites de Moorea et

Tikehau. Enfin, la diversité des trois sites se retrouve au niveau de la taille des communautés qui y résident. Tikehau abrite une petite population de quelques centaines d'habitants, alors qu'ils sont plus d'une dizaine de milliers à Moorea et plus d'une centaine de milliers à Tuléar. Les trois sites ont également été choisis en raison du nombre d'études scientifiques réalisées depuis plusieurs décennies, facilitant ainsi la comparaison des données obtenues par les suivis participatifs avec des données scientifiques existantes. En particulier, à Moorea, les chercheurs du Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement ont publié plus de 800 travaux scientifiques depuis 1971. A Tikehau, de nombreuses études ont été menées depuis les années 1980, notamment dans le cadre des programmes ATOLL et TYPATOLL et des actions de l'Unité de Recherche CoRéUs de l'Institut de Recherche pour le Développement. A Tuléar, de très nombreuses recherches sur les écosystèmes coralliens ont été menées par les français dans les années 1960-1970 puis par l'Institut Halieutique et des Sciences Marines, institut universitaire malgache basé à Tuléar. Le dernier critère qui a guidé le choix des sites d'étude est d'ordre logistique et financier. En effet cette recherche s'inscrit dans un programme financé par l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) et un organisme de recherche favorisant des études dans le cadre d'une coopération pays développés/pays en développement. Par ailleurs, les sites sont aussi facilement accessibles depuis des stations marines offrant des facilités pour le travail de terrain.

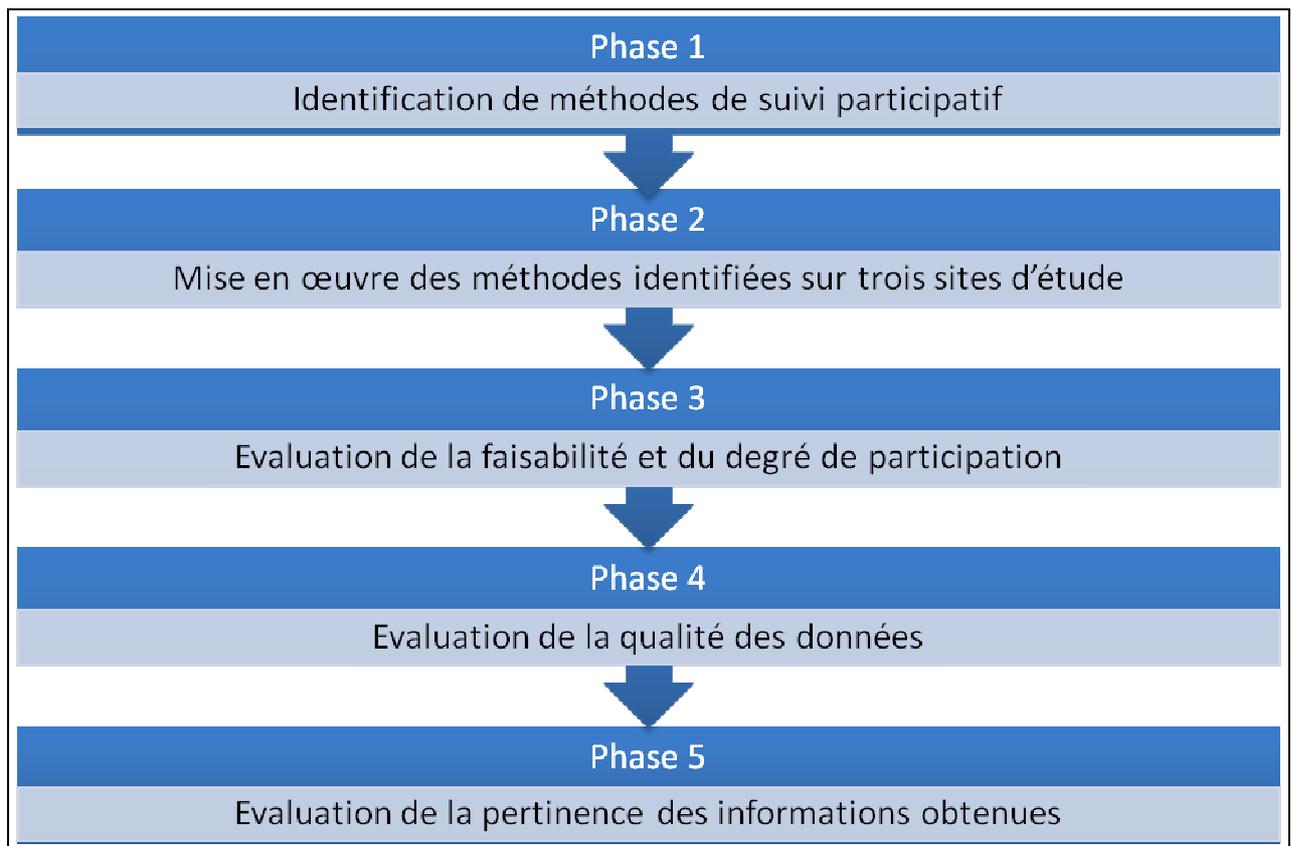


Figure 4. Les cinq phases de la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs de la thèse.

1.5 Sites d'étude

Deux sites d'étude sont localisés en Polynésie française (Moorea et Tikehau), le troisième est situé à Madagascar.

La Polynésie française est située dans le Pacifique sud (Figure 5) et s'étend sur plus de 2 500 000 km², dont 3 430 km² de terres émergées et 12 800 km² de formations récifales. Elle est composée de 118 îles (atolls et îles hautes volcaniques) et compte 245 405 habitants (recensement 2002).

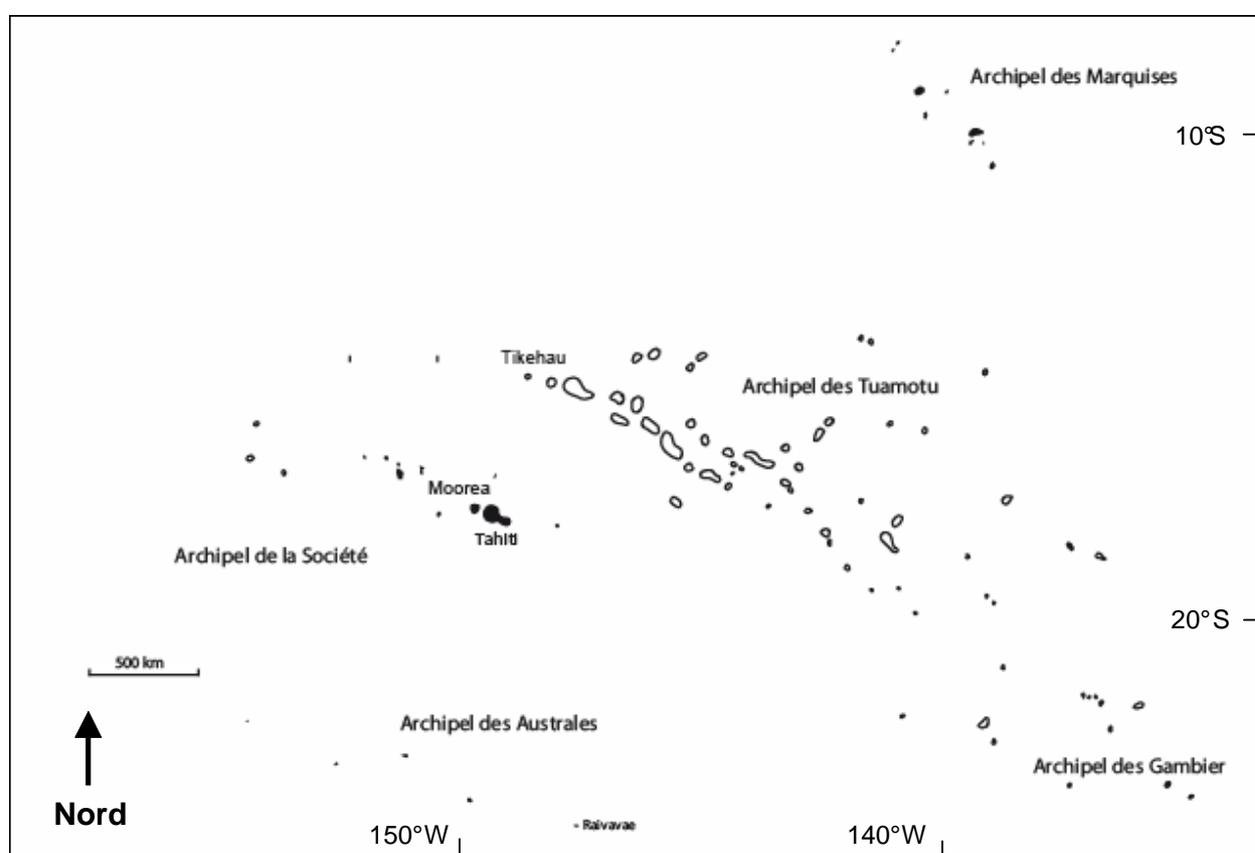


Figure 5. Carte de la Polynésie française.

Les pêcheries récifales, ou lagunaires, de Polynésie française, seraient pratiquées par un nombre de pêcheurs professionnels compris entre 2000 et 3000 personnes, pour des captures annuelles estimées à 4 300 tonnes, dont 3 400 tonnes de poissons lagunaires, 700 tonnes de petits pélagiques et 200 tonnes d'autres produits marins (Ministère de la Mer, de la Pêche et de l'Aquaculture, 2004). A cela, il faut rajouter les pêcheurs de loisir et les pêcheurs semi-professionnels qui sont nombreux mais dont le nombre et l'activité sont mal connus.

Territoire de l'outre-mer français depuis 1972, les compétences et responsabilités sur le milieu marin sont centralisées et partagées entre les ministères de la Mer, de l'Urbanisme, du Tourisme et de L'Environnement. La Polynésie française est composée de cinq archipels, dont l'Archipel de la Société, le plus densément peuplé, où se situe Moorea (Figure 9), et l'archipel des Tuamotu, d'où proviennent la majorité des poissons lagunaires vendus sur le marché de Papeete, où se trouve Tikehau (Figure 10).

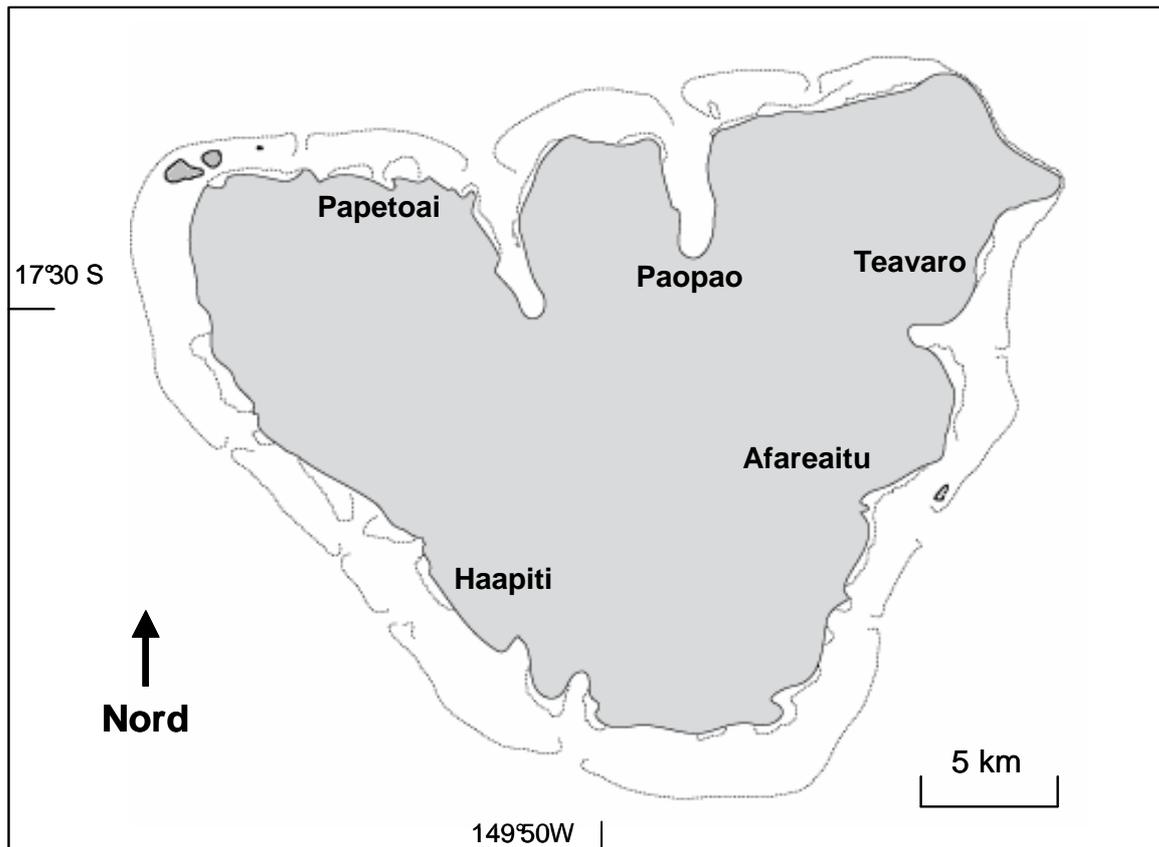


Figure 6. Carte de Moorea.

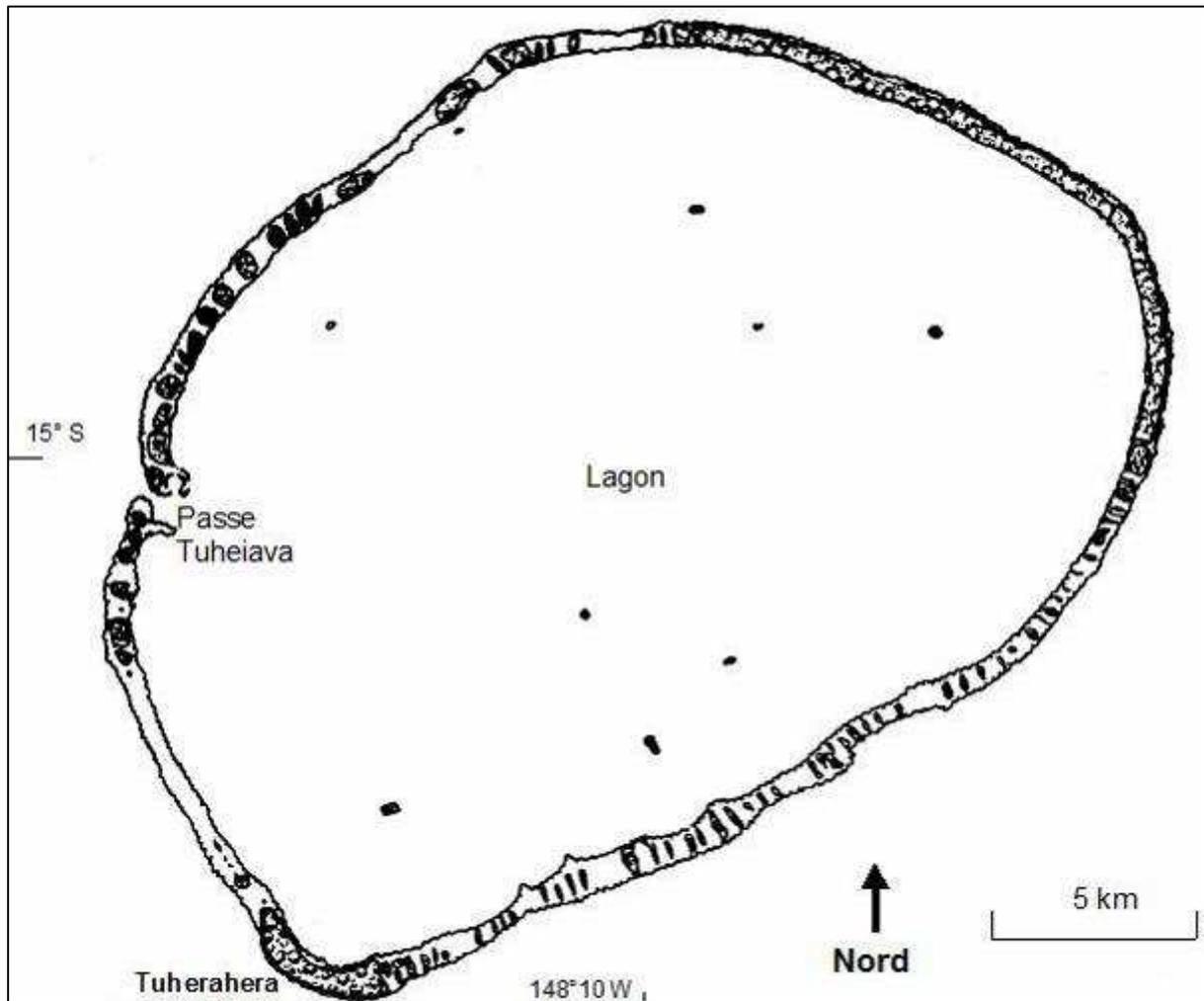


Figure 7. Carte de Tikehau.

Madagascar, île de 587 295 km² de superficie est située dans l’océan Indien occidental. Madagascar compte 16 908 000 habitants (INSTAT, 2004). La baie de Tuléar (Figure 11) est située dans la région sud ouest de Madagascar, région bordée par plus de 600 km d’écosystèmes coralliens. Le sud ouest de Madagascar produirait 27% des captures annuelles de la pêche traditionnelle de Madagascar, soit près de 15 000 t.an⁻¹ pour les 15 300 pêcheurs recensés dans cette région (Vasseur 1997).

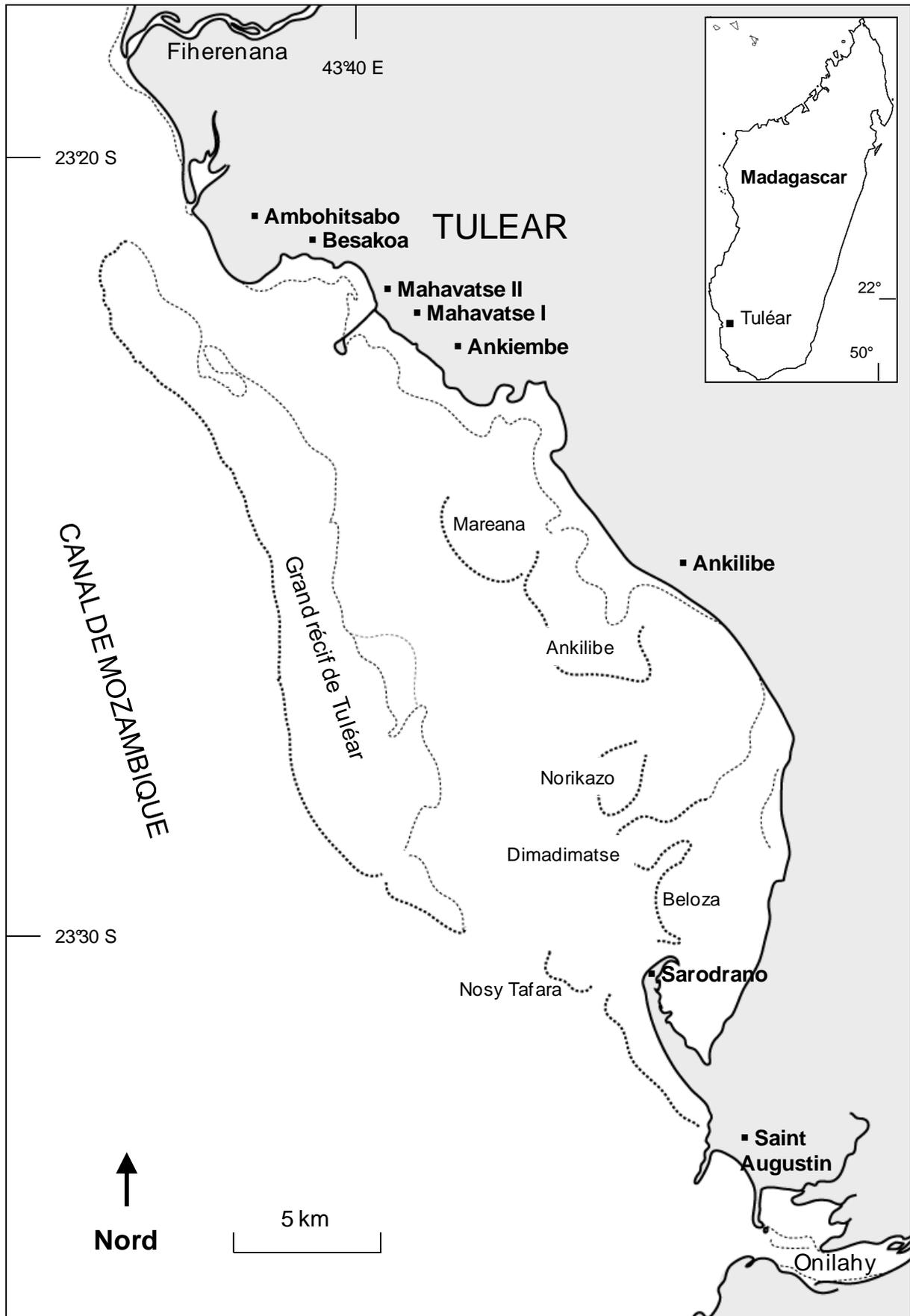


Figure 8. Carte de la baie de Tuléar.

1.5.1 Moorea

L'île de Moorea est située à 25 km au nord ouest de Tahiti. De forme triangulaire, elle présente une surface de 134 km², une altitude maximale de 1207 m et un linéaire de côte de 61 km. L'île est bordée par un récif de type frangeant, large de 500 à 1500 m et interrompu par 11 passes (Figure 9). Le lagon comprend en allant du rivage vers l'océan : un récif frangeant, un chenal, un récif barrière et une crête récifale (Galzin and Pointier 1985). La pente externe est la partie antérieure immergée du récif, en pente vers le large. La totalité de l'écosystème corallien reste submergée à marée basse et l'amplitude des marées n'est que d'une quarantaine de centimètres. Le climat est de type tropical humide avec deux saisons bien différenciées : une saison chaude, pluvieuse, de novembre à avril et une saison fraîche, moins pluvieuse, de mai à octobre. Six grands biotopes marins peuvent être individualisés à Moorea : la pente externe, le récif barrière, les chenaux, le récif frangeant, les baies, la mangrove (Salvat et al. 1983). La pente externe abrite le peuplement de poissons le plus diversifié et le plus abondant par rapport aux autres biotopes, avec les Pomacentridae, Acanthuridae, Labridae et Serranidae qui dominent, en termes de densité. Sur le récif barrière la faune ichthyologique est moins abondante et moins diversifiée que sur la pente externe ou le récif frangeant. Les familles dominantes en termes de densité sont les Acanthuridae, les Scaridae et les Labridae. Pour les poissons le chenal est une zone de passage. Sur le récif frangeant, la faune ichthyologique y est plus abondante que sur le récif barrière, mais moins que sur la pente externe. Les familles dominantes, en termes de densité, sont les Pomacentridae, Acanthuridae, Labridae, Scaridae et Mullidae (Galzin and Pointier 1985, Brenier 2003). Moorea possède deux grandes baies (Baies de Cook et d'Opunohu) et quatre baies plus petites (baies de Vaiare, Afareaitu, Haumi et Atiha). Ces six baies sont directement en communication avec une passe relativement large et profonde. La mangrove, s'étend sur une toute petite partie de la côte ouest, depuis l'introduction de quelques pieds de *Rhizophora stylosa* dans les années 1940 (Smith 2008).



Figure 9. Image satellite de Moorea (source : Google™ Earth).

La population de l'île de Moorea compte 14 366 habitants (ISPF 2002) répartie au sein de cinq communes associées : 2947 à Afareaitu, 3582 à Haapiti , 3824 à Paopao, 1997 à Papetoai, 2016 à Teavaro. Il existe deux collèges à Moorea, situés à Paopao et Afareaitu.

L'activité halieutique de Moorea n'a qu'une faible vocation économique, mais la pêche a toujours joué un rôle très important pour la communauté insulaire pour des raisons culturelles et alimentaires. Les principales techniques de pêche pratiquées dans le lagon sont : la pêche au fusil sous marin, la pêche au filet (filet maillant ou filet avec une nasse), la pêche à la ligne (ligne à main, pêche à la palangrotte, pêche à la traîne, ligne de fond), la pêche au harpon, la pêche à la senne de plage, la pêche avec éperviers ou épuisettes (Yonger 2002). Le rendement de la pêche lagonaire estimé à Moorea est très variable selon les études : $22,9 \text{ t.an}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Yonger 2002), $0,7 \text{ à } 1,4 \text{ t.an}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Aubanel 1993), $1,2 \text{ à } 1,4 \text{ t.an}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Galzin et al. 1989), $1 \text{ à } 2,2 \text{ t.an}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Vieux 2002). L'étude de la pêche lagonaire de Moorea est rendue difficile de par le grand nombre de pêcheurs, de techniques de pêche, d'espèces ciblées, la part importante des captures destinées à l'autoconsommation, le grand nombre de canaux de distribution des produits de la pêche et le caractère informel des ventes. Au total, 23% de la

population de Moorea pratiquerait la pêche, 16% en loisir, 4,6% en complément de revenus et 2,6% de façon professionnelle (soit 388 individus). La pêche de subsistance (captures non vendues) représenterait 58% des prises effectuées dans le lagon (Yonger 2002). Mais les résultats des études diffèrent. Deux autres études ont estimé le nombre de pêcheurs lagonaires professionnels en 1993 et en 2002 à une quinzaine d'individus (Aubanel 1993, Vieux 2002), tandis que le Service de la Pêche a délivré 146 cartes de pêcheurs professionnels entre 1999 et 2005.

D'autres pressions anthropiques que celle de la pêche pèsent sur les écosystèmes coralliens de Moorea. L'activité agricole avec la culture de l'ananas avec environ 200 ha (en 2002) qui alimente une usine de transformation, ainsi qu'une centaine d'hectares qui est orientée vers la culture d'arbres fruitiers, l'agriculture vivrière et l'horticulture. L'activité touristique, qui est la principale activité économique avec une capacité hôtelière de plus de 1034 chambres et une fréquentation touristique d'environ 140 000 visiteurs par an (ISPF, 2004). L'implantation hôtelière se situe en majorité sur la côte nord. L'artificialisation-anthropisation du rivage de Moorea représentait 33% du linéaire côtier en 1992 et 48% en 2001 (Salvat and Aubanel 2002). Certains articles décrivent plus en détails ces pressions et leurs impacts mesurés ou estimés (Gabrie et al. 1988, Aubanel et al. 1999, Salvat and Aubanel 2002).

Moorea possède un Plan de Gestion de l'Espace Maritime (PGEM), le premier de la Polynésie française, applicable dans la commune de Moorea, par arrêté n°410/CM du 21 octobre 2004. Le PGEM poursuit quatre objectifs : l'utilisation rationnelle et la valorisation des ressources et de l'espace ; la gestion des conflits d'utilisation du lagon ; le contrôle des pollutions et des dégradations du milieu marin ; la protection des écosystèmes marins et des espèces menacées. Une réglementation applicable à tout le lagon a été définie et six types de zones ayant une réglementation spécifique ont été retenus. La réglementation concerne dix-huit zones délimitées au sein du lagon de l'île. Le choix du zonage et la définition des règles de gestion ont été précédés d'une période d'études et de large consultation de près de dix années. L'administration du PGEM est assurée par un comité permanent dont la mission est de fournir des renseignements relatifs au respect des objectifs du PGEM et de proposer toute mesure propre à assurer la meilleure gestion possible de l'espace lagonaire de l'île. A titre exceptionnel, le comité permanent peut formuler, auprès du conseil municipal, le vœu d'engager une révision du PGEM.

1.5.2 Tikehau

L'atoll de Tikehau est presque circulaire et son plus grand diamètre s'étire du sud-ouest au nord-est sur 28 km (Figure 10). Sa couronne récifale a un pourtour d'environ 78 km et une largeur entre la crête algale et le bord du lagon allant de 300 m au nord est à 1300 m au sud est. Le village de l'atoll, Tuherahera, où réside la majorité des 407 habitants de l'atoll (ISPF, 2002), est implanté sur un motu du sud ouest. Le lagon couvre une superficie de 390 km², ouvert à l'ouest, sur la côte sous le vent, par une unique passe de 300 m de large dont le seuil est à 3,7 m. Le climat des Tuamotu est de type tropical humide avec deux saisons assez bien marquées. Une saison chaude et pluvieuse de novembre à mars et une saison fraîche moins pluvieuse d'avril à octobre. Les écarts thermiques saisonniers sont de l'ordre de 7 degrés. Trois grands compartiments peuvent être individualisés à Tikehau : la pente externe, les platiers, le lagon et ses formations coralliennes (les récifs frangeants et les pinacles). A ces trois entités viennent s'ajouter des zones de discontinuité que sont la passe et les hoa (Harmelin Vivien 1985). Le récif externe supporte des peuplements de poissons plus riches, la diversité, densité et biomasse y étant plus élevées que sur les autres biotopes (exception de la densité sur les pinacles) (Caillart et al. 1994, Ferraris et al. 2005). Dans la passe, les poissons y sont abondants avec des espèces sédentaires ou des espèces en déplacement (Caillart et al. 1994).

La pêcherie lagonaire de Tikehau demeure de nature artisanale ; elle utilise principalement les parcs à poissons, donnant lieu à des concessions maritimes (Blanchet et al. 1985), ou encore des filets, lignes, fusils, cages, nasses, ou harpons (Caillart et al. 1994). Comme dans la plupart des pêcheries récifales, les prises sont multi-spécifiques. Les familles d'intérêt commercial sont les Carangidae, Lethrinidae, Lutjanidae, Mullidae, Acanthuridae et, dans une moindre mesure, les Holocentridae et les Priacanthidae. Les données les plus récentes estiment la production halieutique en poissons du lagon annuelle sur l'atoll à 154 t.an⁻¹, dont plus de 70% provenant principalement de la pêche au parc à poissons de la passe réalisée par une dizaine de pêcheurs. Cette dernière est principalement destinée à l'exportation vers Tahiti (Lagadec 2003). Des vols quotidiens assurent la liaison entre Tikehau et Tahiti. Le nombre de pêcheurs de subsistance, qui ne vendent pas le produit de leur pêche, est estimé à 110, et pratiquent essentiellement la pêche à la ligne et au fusil (Lagadec 2003). Au niveau de la saisonnalité des captures, une augmentation nette des rendements lors de l'été austral a été

observée, alors que la période allant du mois de mars au mois de septembre est caractérisée par de faibles rendements (Caillart 1988).

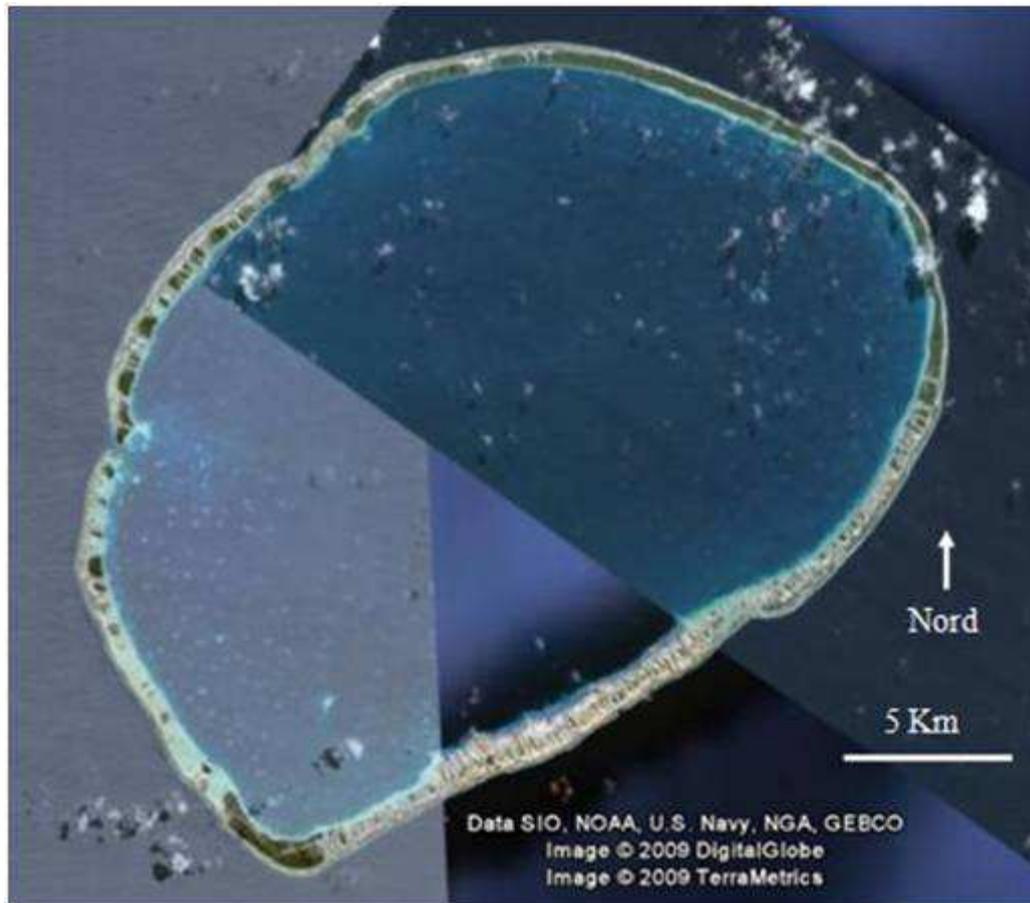


Figure 10. Image satellite de Tikehau (source : Google™ Earth).

Outre la pêche, les autres activités économiques de l'atoll sont le tourisme (un hôtel haut de gamme, une dizaine de pensions de familles, deux clubs de plongée, cinq prestataires de service « excursions dans le lagon » et un lagonarium en construction) et la copraculture.

Bien qu'aucun Plan de Gestion de l'Espace Maritime ne soit opérationnel à Tikehau, il en existe un en projet. Par ailleurs, suite à une pêche excessive de *Epinephelus microdon*, lors de ses rassemblements pour la reproduction, une décision communale a décrété l'interdiction de la pêche au fusil de cette espèce.

1.5.3 Tuléar

Situé dans le sud ouest de Madagascar, le site d'étude, la baie de Tuléar (Figure 11), dont la population riveraine est estimée à 140 000 habitants (Vasseur 1997), est encadré par le delta du Fiherenana au nord et par l'estuaire de l'Onilahy au sud.

Les récifs coralliens de la baie de Tuléar peuvent être classés en quatre catégories : récif externe, récifs internes, bancs coralliens et récif frangeant (Laroche and Ramananarivo 1995). Le récif externe est composé de l'île de Nosy Tafara, vers le sud, et le Grand Récif de Tuléar (récif barrière de 18 km de long et de 1,1 à 2,9 km de large) barrant plus au nord presque toute la baie de Tuléar. Nosy Tafara divise la sortie sud de la baie de Tuléar en deux passes : l'une large de 2 km est située entre la corne sud du Grand Récif et Nosy Tafara, l'autre, large de 450 m sépare Nosy Tafara du récif frangeant de Sarodrano. La passe nord large de 1,3 km se trouve entre la corne nord du grand récif et la côte. En arrière du Grand Récif s'étend la baie de Tuléar, lagon large de 1,3 km à 8,5 km. Du sud au nord, on distingue trois récifs internes: Beloza, Dimadimatse et Norikazo. Ils sont séparés du littoral par un chenal de 1000 m environ, ne dépassant pas 2 m de profondeur. La partie médiane de la baie de Tuléar est occupée par deux bancs coralliens (Mareana et Ankilibe), récifs directement reliés à la côte et recouverts par des herbiers de phanérogames marines. Enfin au sud de la baie de Tuléar s'étend le récif frangeant de Sarodrano large de 450 m à 1000 m.

Le climat de la région est de type tropical subaride marqué par deux saisons : fraîche et sèche d'avril à octobre, chaude et humide de novembre à mars. Les marées maritimes sont semi-diurnes avec une alternance de vives et mortes eaux suivant la lune. L'amplitude de la marée peut dépasser 3 m en vives eaux. Une conséquence importante de la forte amplitude des marées dans la région de Tuléar réside dans le fait que pendant les périodes de vives eaux, le platier récifal émerge à chaque basse mer.



Figure 11. Image satellite de la baie de Tuléar (source : Google™ Earth).

Les récifs et le lagon de la baie de Tuléar abritent de nombreuses ressources qui sont exploitées presque exclusivement par une pêche traditionnelle, pratiquée majoritairement par les Vezo, peuple entièrement tourné vers la mer (Rejela 1993). Les embarcations utilisées pour la pêche sont des pirogues monoxyles à balancier, mues par des pagaies ou propulsées par une voile carrée. On peut distinguer deux catégories de pêcheurs, ceux pratiquant la pêche à pied et les pêcheurs avec pirogue. Les premiers utilisent la pirogue pour se déplacer, tandis que pour les seconds, la pirogue sert non seulement pour le déplacement mais surtout comme moyen indispensable de la pêche.

En ce qui concerne la pêche avec pirogue, les principales techniques utilisées sont : le filet maillant, la senne et la ligne. La pêche serait pratiquée par plus de 1 500 pêcheurs et les principales familles d'espèces de poissons capturées dans la baie de Tuléar sont les Lethrinidae, Scombridae, Clupeidae, Gerreidae, Siganidae, Caesionidae (Laroche and Ramananarivo 1995; Laroche et al. 1997; Rakotoarinivo 1998).

Pour la pêche à pied, la capture est assurée directement par ramassage à la main ou grâce à un instrument de préhension (harpons, tridents) sur un endroit émergé lors des basses mers de vives eaux. Les captures sont dominées par les oursins, suivies des holothuries, des arches, des poissons et des poulpes dans le poids des captures (Salimo 1997). La pêche à pied est pratiquée principalement par les femmes et les enfants.

Outre l'activité de pêche, d'autres pressions d'origine anthropique s'exercent sur les écosystèmes de la baie de Tuléar, en particulier : l'hypersédimentation causée par l'érosion des sols des bassins versants des fleuves en raison de la déforestation, la culture sur brûlis et le surpâturage ; l'extraction de coraux (*Porites somaliensis* en particulier) pour les activités de construction et la coupe des palétuviers des mangroves pour servir de bois de feu, de charbon de bois ou de bois d'œuvre (Vasseur 1997).

La gestion des ressources marines est confiée au Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche. Il n'existe pas de plan d'aménagement des pêcheries traditionnelles. Seules quelques réglementations ponctuelles régissent l'exploitation des organismes les plus menacés par la surexploitation, l'interdiction de certaines méthodes de pêche et l'utilisation des engins de pêche plus sélectifs. De plus, en raison de la faiblesse des moyens techniques, humains et financiers, mis à disposition de l'administration, l'application et le suivi de la réglementation est quasiment inexistant. Le littoral de Tuléar a été désigné Réserve de Biosphère de l'UNESCO en 2003, mais il n'existe aucune structure de gestion opérationnelle, ni aucun plan de gestion.

Le chapitre suivant présente la première phase de la démarche de travail. Celle qui a permis d'aboutir à la proposition de méthodes de suivi participatif.

2 Identification de méthodes de suivi participatif

2.1 Démarche suivie

La première des cinq phases de la stratégie mise en œuvre pour atteindre les objectifs de la thèse, consiste en l'identification de méthodes appropriées pour le suivi écosystémique participatif des pêcheries récifales. Par appropriées s'entendent, des méthodes qui permettent de recueillir des données utiles pour le suivi tout en étant adaptées aux connaissances, compétences et motivations des participants potentiels. Pour être utiles au suivi ces données doivent, comme il a été vu en introduction, renseigner un grand nombre d'indicateurs apportant des éclairages différents et complémentaires. Ces indicateurs vont former un tableau de bord pour d'une part améliorer la force et la précision du diagnostic et d'autre part contribuer à acquérir une vision écosystémique de l'impact de la pêche (impact sur la ressource exploitée, les peuplements et les habitats). Ces impacts peuvent être évalués directement, grâce à des indicateurs d'état, ou indirectement, via des indicateurs de pression.

Il est peu probable qu'une seule méthode puisse fournir les données nécessaires à renseigner l'ensemble des indicateurs du tableau de bord requis. C'est pourquoi, en plus de la recherche des méthodes appropriées, il s'agit d'identifier un protocole (un ensemble de méthodes complémentaires), aussi générique que possible, c'est-à-dire pouvant s'appliquer à différents cas d'étude, permettant de répondre à ce besoin. Par contre, avant d'être testées sur les 3 sites d'étude, le protocole devra subir des ajustements. En effet, les méthodes qui composent ce protocole doivent être adaptées et réglées pour être aussi appropriées que possible à chaque contexte spécifique local (Danielsen et al. 2005a).

Ainsi, l'identification de méthodes de suivi participatif appropriées a été réalisée en deux étapes : 1/ identification d'un protocole générique ; 2/ adaptation des méthodes du protocole à chaque cas d'étude (Figure 12). Afin d'identifier un protocole générique la démarche suivante a été établie : a/ identification, à travers l'analyse de la littérature scientifique, des conditions de succès des programmes de suivi participatif ; b/ recensement des indicateurs potentiels de l'impact des pêcheries récifales, grâce à la littérature scientifique ; c/ identification des principales caractéristiques des pêcheries récifales qui influent sur la conception d'un

programme de suivi et identification des groupes d'acteurs susceptibles de contribuer efficacement au suivi écosystémique des pêcheries ; d/ analyse des principales méthodes de suivi participatif déjà utilisées en milieu corallien (revue bibliographique). Puis, les caractéristiques spécifiques de chaque site sont identifiées et prises en compte afin d'apporter les réglages nécessaires aux méthodes composant le protocole générique.

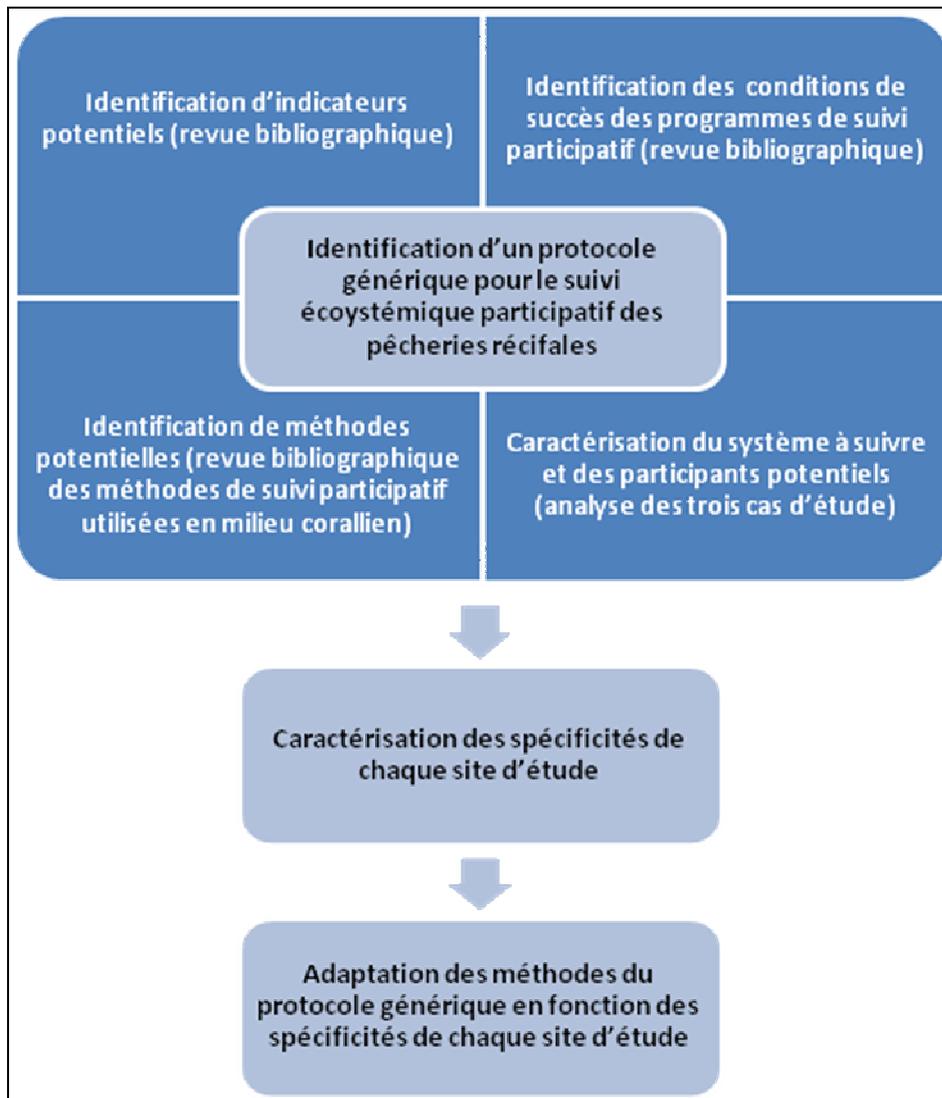


Figure 12. Etapes composant la première des cinq phases de la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs de la thèse, à savoir l'identification de méthodes de suivi participatif appropriées.

2.1.1 Vers l'identification d'un protocole générique

2.1.1.1 Conditions de succès des programmes de suivi participatif

L'analyse, à travers la littérature scientifique, des principales conditions de succès de programmes de suivi participatif, montre qu'il est primordial de prendre un certain nombre de

précautions afin de faire face aux deux principales difficultés rencontrées par les programmes de suivi participatif, à savoir, l'implication des participants et l'obtention de données fiables (Tableau 2). Les recommandations énumérées dans ce tableau 2 vont guider le choix du protocole de suivi participatif qui sera proposé dans le cadre de cette étude.

Tableau 2. Conditions critiques pour la mise en œuvre de programme de suivi participatif réussis.

| <i>Problème</i> | <i>Recommandation</i> | <i>Références</i> |
|----------------------------|---|---|
| Fiabilité des données | Utiliser des protocoles standardisés | (Gouveia et al. 2004, Hunsberger et al. 2005) |
| | Former les participants à la pratique des méthodes de collecte de données | (Tawake et al. 2001, Newman et al. 2003, Gouveia et al. 2004, Hunsberger et al. 2005, Spellerberg 2005) |
| | Les méthodes de collecte de données doivent être adaptées aux motivations et compétences des participants | (Tawake et al. 2001, Gouveia et al. 2004, Spellerberg 2005, Conrad and Daoust 2008) |
| | Développer et fournir du matériel et guides d'aide à la collecte des données à l'attention des participants | (Gouveia et al. 2004) |
| | Développer des plans d'assurance de la qualité des données et des mesures et tests de contrôle de cette qualité | (Savan et al. 2003, Gouveia et al. 2004, Danielsen et al. 2005a) |
| | Utiliser des méthodes simples, adaptées localement, faciles à mettre en œuvre et validées scientifiquement | (Gouveia et al. 2004, Danielsen et al. 2005a, Spellerberg 2005) |
| | Des grands échantillons sont recommandés afin de compenser les biais individuels | (Stokes et al. 1990, Andrianandrasana et al. 2005, Spellerberg 2005, Topp-Jorgensen et al. 2005) |
| Participation et assiduité | Les résultats issus du suivi doivent avoir un réel impact sur le processus de prise de décision | (Stokes et al. 1990) |
| | Acquérir le soutien des structures officielles | (Diduck and Sinclair 2002, Gouveia et al. 2004) |
| | S'assurer que les objets suivis soient ceux qui présentent un intérêt économique ou culturel pour les participants | (Gouveia et al. 2004) |
| | Encourager la participation grâce à des leviers idéologiques, économiques ou sociaux | (Andrianandrasana et al. 2005, Topp-Jorgensen et al. 2005) |
| | Disposer d'une structure de coordination du programme de suivi participatif | (Stokes et al. 1990, Cuthill 2000, Bliss et al. 2001) |
| | La communication autour des activités de suivi participatif, la restitution des résultats et les liens étroits entre la structure de coordination du suivi participatif et les participants sont considérés comme essentiels pour garantir leur assiduité | (Andrianandrasana et al. 2005, Spellerberg 2005, Topp-Jorgensen et al. 2005) |

2.1.1.2 Identification d'indicateurs potentiels

Un certain nombre d'indicateurs dont les modifications peuvent être reliées à un effet éventuel de la pêche ont été recensés dans la littérature scientifique (Tableau 1). Les facteurs limitants, qui vont guider le choix des indicateurs à retenir pour le protocole de suivi participatif des pêcheries récifales concernent la volonté, les compétences et les connaissances des participants. Ainsi le choix portera sur des indicateurs simples, d'intérêt pour les participants, facilement compréhensibles par des non scientifiques et dont la mesure peut être réalisée avec les moyens et les compétences disponibles localement.

2.1.1.3 Caractérisation du système à suivre et des participants potentiels

Quel que soit le site d'étude, un certain nombre de caractéristiques communes, qui vont influencer sur les programmes de suivi écosystémique des pêcheries, peuvent être dégagées. Tout d'abord les ressources ciblées par la pêche sont diversifiées, les unités de pêche, traditionnelles ou artisanales, sont nombreuses et variées, et les circuits de distribution des captures sont multiples et complexes. Par ailleurs, il existe une forte variabilité naturelle journalière, lunaire, saisonnière et interannuelle dans l'abondance de la ressource (Galzin 1987c, Caillart 1988, Adjeroud et al. 2002). De plus, ces ressources sont fortement dépendantes de l'état de santé des habitats auxquels elles sont liées : récifs coralliens, herbiers, mangroves, lui-même influencé par les perturbations naturelles et anthropiques (activité de pêche, activités agricoles, urbanisation, fréquentation touristique etc.) dont l'impact est difficile à discriminer. D'où la nécessité, comme il a été vu en introduction, de recueillir de l'information concernant un grand nombre d'indicateurs d'état et de pression. Il s'agira donc de privilégier dans le protocole proposé des indicateurs multiples et variés afin d'accroître la précision et la force du diagnostic.

Dans le cadre de l'identification de participants potentiels, l'étude a été restreinte essentiellement sur les usagers du milieu marin pour les raisons suivantes : i) ils ont une bonne connaissance écologique empirique du milieu à suivre en raison de leur pratique régulière d'une activité en rapport avec celui-ci (Johannes et al. 2000); ii) ils sont censés se sentir relativement concernés par l'état des ressources et des écosystèmes étant donné que leur activité en dépend ; iii) le programme de suivi devrait bénéficier de leurs moyens logistiques (bateaux, matériel de plongée etc.) ; iv) les bénéficiaires, du programme de suivi participatif, en termes de sensibilisation seront optimisés en ciblant les usagers dont l'activité a un impact sur

le milieu marin. Le nombre et la diversité de ces usagers engagés dans l'exploitation des ressources et dans l'utilisation du milieu marin compliquent sérieusement leur suivi. Par contre, cela présente l'avantage de multiplier le nombre d'observateurs et d'intervenants potentiels dans un programme de suivi. Chacun de ces utilisateurs, de par la pratique et les relations particulières qu'il entretient avec le milieu marin est susceptible d'amener des observations pertinentes et complémentaires, utiles pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales. Grâce à leur connaissance écologique empirique du milieu qu'ils exploitent les pêcheurs sont capables de faire bénéficier un programme de suivi d'un grand nombre d'informations concernant l'évolution du milieu marin (Mackinson 2001, Bergmann et al. 2004, Drew 2005, Mathooko 2005, Silver and Campbell 2005). En particulier dans ces milieux coralliens où la transparence et la visibilité sous l'eau favorisent l'observation directe, soit depuis le rivage ou une pirogue, soit lors de séances de pêche sous marine. C'est le cas également des moniteurs de plongée qui pratiquent et observent le milieu, directement *in situ*, presque tous les jours. En plus de leur connaissance écologique empirique du milieu exploité, les pêcheurs, via le relevé de leurs captures, sont également un vecteur privilégié pour recueillir des informations indirectes sur l'état de la ressource. Tout comme le sont les mareyeurs par qui transite une grande quantité des poissons capturés. Et en bout de chaîne, le consommateur de poissons peut aussi aider à évaluer, encore plus indirectement cette fois ci, l'état des ressources halieutiques (Figure 13).

En plus des usagers, les écoliers semblent également être des participants potentiellement intéressants. En effet les inclure dans un programme de suivi participatif maximiserait les bénéfices en termes d'éducation et de sensibilisation étant donné la nature et le nombre des personnes touchées. Par ailleurs des écoles sont présentes sur la plupart des sites où des pêcheries récifales opèrent. De plus, ces personnes sont déjà organisées au sein de structures (les écoles) facilitant leur intégration à un programme de suivi participatif. Enfin, via un écolier il est possible d'obtenir des informations sur tout un ménage. Cet effet multiplicateur peut permettre de recueillir un grand nombre d'informations en formant quelques écoliers à la collecte de données au sein d'une classe.

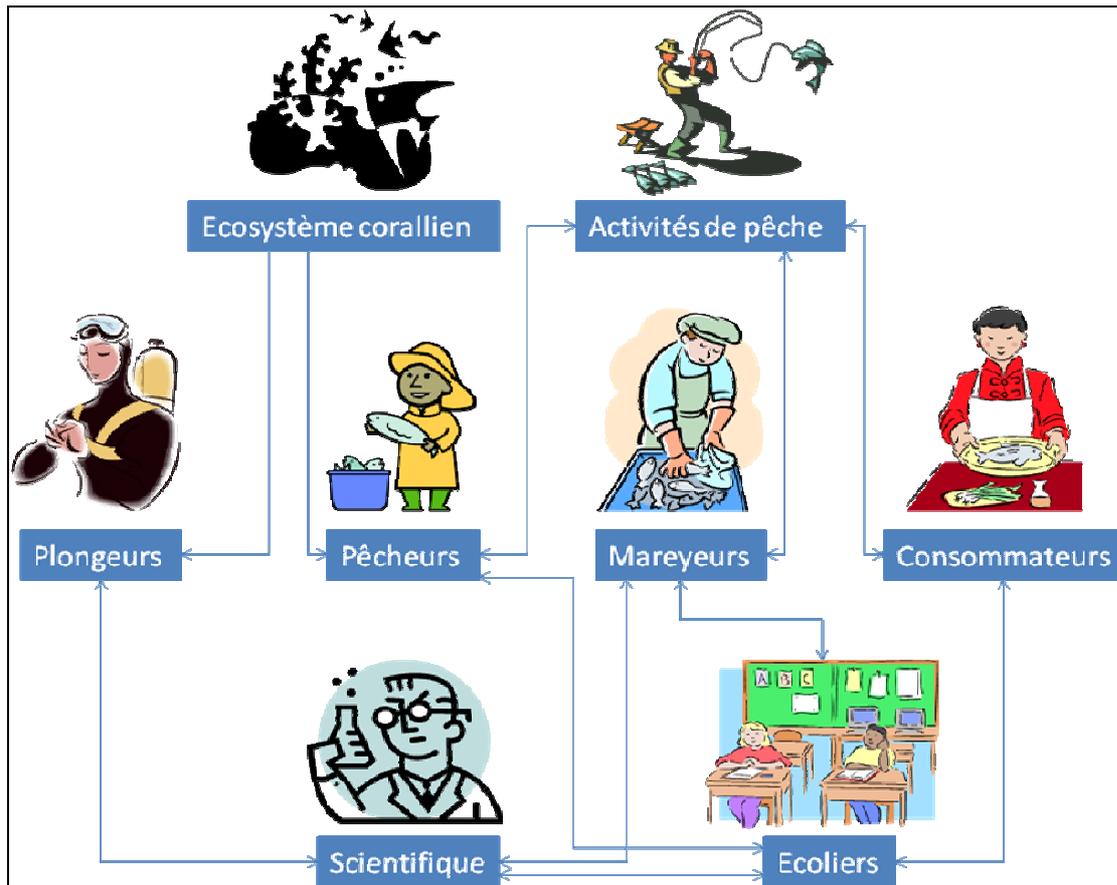


Figure 13. Circuit possible de l'information dans les programmes participatifs de suivi de pêcheries récifales.

2.1.1.4 Principales méthodes de suivi participatif utilisées en milieu corallien

A travers l'analyse de la littérature scientifique il est possible d'identifier cinq types de méthodes de suivi participatif déjà testées en milieu corallien, ainsi que leurs principaux avantages et inconvénients (Tableau 3). La première de ces méthodes concerne une expérience menée aux îles Samoa en 1999 (Hosch 2000). Des questionnaires avaient été distribués à des écoliers âgés de 14 à 18 ans. Ils avaient pour mission de collecter les informations concernant les activités de pêche et la consommation en poissons au sein de leur foyer pendant une semaine puis de retourner le questionnaire en classe. Un deuxième type de méthode, très répandue, se trouve être les comptages visuels en plongée. Les participants pouvant être des membres de la communauté locale, des pêcheurs, ou des plongeurs. Cette pratique est utilisée dans le cas de l'évaluation de l'efficacité d'aires marines protégées dans le cadre du réseau Locally-Managed Marine Area (Tawake et al. 2001), ou plus généralement pour connaître l'état de santé de l'écosystème corallien, via le réseau Reef Check par exemple (Hodgson 1999). Un troisième type de méthode concerne le recueil auprès des usagers du milieu marin des changements qu'ils ont pu observer au cours des années passées. Enfin le

dernier type de méthode de suivi participatif concerne le suivi des captures, via des cahiers de pêche ou via des enquêtes au débarquement. Il arrive que pour faciliter la caractérisation de l'évolution d'une pêcherie ou d'un écosystème plusieurs de ces méthodes soient utilisées (Obura et al. 2002, Uychiaoco et al. 2005), mais jamais toutes en même temps.

Tableau 3. Méthodes de suivi participatif couramment utilisées en milieu corallien.

| <i>Objectif</i> | <i>Méthode</i> | <i>Participants</i> | <i>Avantages</i> | <i>Inconvénients</i> | <i>Références</i> |
|--|---|---|--|--|---|
| Obtenir des statistiques de pêche de subsistance | Questionnaires à l'attention des ménages avec des fiches de relevé pour le suivi, pendant une semaine, de la consommation en poisson, et des sorties de pêche | Ecoliers âgés de 14 à 18 ans | Larges échantillons couverts en peu de temps Nombreux bénéfiques en termes d'éducation-sensibilisation | Echantillon de ménage non représentatif de l'ensemble des ménages Faible proportion de fiches de relevé complétées correctement | (Hosch 2000) |
| Détecter des changements écologiques dans l'écosystème corallien | Comptage visuel en plongée de composants clés de l'écosystème corallien | Plongeurs loisirs Pêcheurs Membres de la communauté | Des protocoles standardisés permettant des études sur de larges échelles existent | Besoin en formation conséquent Suivi demandeur en temps et énergie | (Darwall and Dulvy 1996, Brown 1999, Hodgson 1999, Obura 2001, Tawake et al. 2001, Obura et al. 2002, Pattengill-Semmens and Semmens 2003, Uychiaoco et al. 2005, Salvat et al. 2008) |
| Détecter des tendances historiques | Questionnaire, à l'attention des usagers des ressources, concernant leur perception de l'évolution de composants de l'écosystème et des activités de pêche | Usagers du milieu marin (en particulier les pêcheurs) | Les études scientifiques portant sur de longues échelles temporelles sont très rares La connaissance des tendances passées est cruciale pour appréhender le présent | Données qualitatives subjectives | (Debrot and Nagelkerken 2000, Obura 2001, Webb et al. 2004, Teh et al. 2005, Uychiaoco et al. 2005, Lunn and Dearden 2006, Teh and Sumaila 2007, Bunce et al. 2008) |
| Obtenir des statistiques de pêche | Cahiers de pêche | Pêcheurs | Information de première main sur les sorties de pêche et les captures | Objectivité des participants Nécessite un grand nombre de participants | (Jennings and Polunin 1995, 1996a, Uychiaoco et al. 2005) |
| Obtenir des statistiques de pêche | Suivi des débarquements | Pêcheurs | Information de première main sur les sorties de pêche et les captures | Ne convient pas lorsque les sites de débarquements sont très nombreux | (Obura 2001, Obura et al. 2002) |

2.1.2 Présentation du protocole générique

Suite aux analyses décrites ci-dessus, il est alors possible de proposer un protocole qui semble être adapté pour le suivi participatif des pêcheries récifales (Tableau 4). Ce protocole associe quatre méthodes : i) des enquêtes de perception sur l'évolution du système objet du suivi (via les pêcheurs principalement) ; ii) des suivis continus des captures de pêche (via les pêcheurs ou les mareyeurs) ; iii) des suivis épisodiques de l'état des ressources et de l'écosystème directement *in situ* (via les plongeurs ou les pêcheurs) ; iv) des enquêtes au sein des foyers pour recueillir rapidement des données sur la consommation et l'activité de pêche auprès de grands échantillons (via les écoliers). Ce protocole devrait être en mesure de fournir un grand nombre d'indicateurs apportant des éclairages différents et complémentaires en impliquant une grande variété d'acteurs. Chaque méthode est décrite en détail dans la suite du chapitre.

Pour faire face aux possibles interrogations concernant la fiabilité des données collectées par des non professionnels un certain nombre de mesures ont été prises pour chaque méthode mise en œuvre sur les sites d'étude de Moorea, Tikehau et Tuléar. Ces mesures concernent : la simplicité et la standardisation des méthodes ; l'adaptation des méthodes aux compétences et disponibilité des participants ; l'organisation de séances de formation à la pratique des méthodes ; la distribution de matériel d'aide à la collecte si nécessaire ; l'élaboration d'un plan d'assurance qualité des données. Ces mesures sont détaillées lors de la description de chaque méthode.

Un autre problème récurrent des suivis participatifs réside dans le manque de participation et la lassitude des participants. Afin de maximiser la participation et renforcer la persévérance des participants un certain nombre de mesures ont été prises lors de l'expérimentation des méthodes sur les sites d'étude. Ces mesures concernent la valorisation des participants, la mise en jeu de cadeaux, l'établissement de compensations financières, la restitution (lors de séances individuelles ou lors de réunions à la mairie) des résultats des suivis et l'accompagnement des participants par les scientifiques tout au long du processus. Ces mesures sont décrites en détail lors de la présentation des méthodes.

Tableau 4. Description des méthodes composant le protocole de suivi participatif proposé.

| <i>Méthode</i> | <i>Raisons du choix de la méthode</i> | <i>Description de la méthode</i> | <i>Participants</i> | <i>Catégorie d'indicateur (Tableau 1)</i> | <i>Fréquence d'échantillonnage recommandée</i> |
|---------------------------------------|--|--|-----------------------------------|--|--|
| Enquêtes de perception | Tire avantage des connaissances écologiques empiriques pour décrire l'évolution passée, sur de longues échelles temporelles, des écosystèmes et des activités de pêche | Entretien semi-directif | Usagers fréquents et expérimentés | Toutes | Tous les 5 ans |
| Suivi des captures | Permet d'obtenir des statistiques de pêche sans passer par des intermédiaires | Cahier de pêche | Pêcheurs | Activité de pêche | Après chaque sortie de pêche |
| | Tire profit des connaissances (identification des poissons et techniques de pêche) des participants | Enquête au débarquement | Mareyeurs | | |
| Suivi <i>in situ</i> | Tire profit des moyens logistiques mis à disposition par les participants (équipement de plongée, bateaux) | Comptage visuel en plongée (avec ou sans bouteille), le long de transects, de l'abondance d'organismes sélectionnés | Moniteurs de plongée Pêcheurs | Population exploitée Peuplement Habitat | Au minimum 2 fois par an |
| | Tire avantage des connaissances (identification des organismes marins) et des compétences (plongée, nage avec palme-masque-tuba) des participants | | | | |
| Enquêtes des ménages via les écoliers | Utile pour recueillir rapidement des données sur la consommation et l'activité de pêche auprès d'un grand échantillon | Enquêtes auprès des ménages réalisées par des écoliers préalablement entraînés en classe | Ecoliers | Activité de pêche Consommation en poissons Menaces | Tous les 5 ans |
| | Bénéfices attendus, en termes d'éducation-sensibilisation, importants | Le questionnaire de l'enquête comprend des questions concernant la consommation en poissons et l'activité de pêche du ménage | | | |

2.1.3 Spécificités des sites d'étude et adaptation des méthodes

Certaines spécificités, propres à chaque cas d'étude, qui vont influencer sur la stratégie de suivi, sont à souligner.

Premièrement, les stratégies de pêche diffèrent. En Polynésie française, ce sont les pêcheurs de loisir, pratiquant de façon épisodique, qui sont les plus nombreux. Au contraire, à Tuléar ce sont les pêcheurs professionnels, avec une pratique quasi quotidienne, qui sont majoritaires. Par conséquent, en Polynésie française, il ne faut pas restreindre le suivi des

activités de pêche au seul segment de la pêche professionnelle, la pêche semi professionnelle et la pêche de loisir devront être prises en compte.

Deuxièmement, à Tuléar, il existe une très forte activité de pêche à pied (Salimo 1997), principalement pratiquée par les femmes et les enfants lors des basses mers des marées de vives eaux, comparativement à la Polynésie française. Ici, le programme de suivi doit donc également se focaliser sur cette activité. Par conséquent, un questionnaire ciblant spécifiquement la pêche à pied est intégré aux enquêtes menées par les écoliers de Tuléar.

Troisièmement, les débarquements sont plus éparpillés dans le temps et dans l'espace en Polynésie française, par rapport à Tuléar, où il existe de grandes plages de débarquement bien identifiées et peu nombreuses. Il s'agit des plages de Besakoa, Mahavatse II, Ankiembe, Ankilibe et Saint Augustin (Laroche and Ramananarivo 1995). Sur ces plages interviennent des mareyeuses, intermédiaires entre le pêcheur et le consommateur, qui centralisent un certain nombre de captures. Ce phénomène est quasiment inexistant à Moorea et à Tikehau (sauf pour les produits de la pêche aux parcs à poissons). Ainsi, alors que le suivi des débarquements par les mareyeuses semble être adapté pour le suivi des captures à Tuléar, les cahiers de pêche individuels, remplis par les pêcheurs, sont mieux adaptés pour le suivi des captures en Polynésie française. Ce choix se justifie également par le fait que la Direction Provinciale des Ressources Halieutiques de Tuléar a, dans le passé, essayé d'impliquer les pêcheurs dans le relevé de leurs captures, en échange de dons de matériel de pêche, mais sans succès, par manque d'intérêt, de motivation et d'alphabétisation des pêcheurs.

Quatrièmement, le degré d'ouverture de chaque pêcherie diffère. A Tikehau, il existe peu d'importations de poissons lagunaires ; par contre, les exportations sont conséquentes et connues. A Moorea, les importations et exportations de poissons lagunaires sont relativement faibles. Au contraire, le site de la baie de Tuléar est très ouvert, avec de nombreuses importations et exportations de poissons. Ceci n'est pas sans conséquence sur la faisabilité des estimations de production halieutique, via les enquêtes de consommation réalisées par les écoliers au sein des ménages. Ainsi, si cela a été possible à réaliser à Moorea et Tikehau, ce n'est pas le cas à Tuléar. Pour pallier ce manque, l'estimation de la production halieutique est approchée grâce à des enquêtes menées par les écoliers, qui permettent de détailler les sorties de pêche d'un pêcheur du ménage pendant deux semaines (couvrant ainsi une période de vives eaux et une de mortes eaux).

Cinquièmement, la méthode du suivi *in situ* n'a pas été testée à Tuléar en raison de l'absence de club de plongée et la faible disponibilité et l'illettrisme des pêcheurs.

Sixièmement, concernant la méthode d'enquête via les écoliers, une attention particulière doit être portée aux choix des classes qui seront ciblées. En effet, il s'agit d'éviter les classes d'élèves trop âgées, où toutes les catégories sociales de la population ne sont pas représentées, en particulier les moins aisées, et qui ne garantiraient pas la représentativité des ménages enquêtés (Hosch 2000). L'école étant obligatoire jusqu'à 16 ans en Polynésie française, il est possible de travailler avec des classes dont la moyenne d'âge est plus élevée (collège) s'il en existe sur le site. Par contre, à Tuléar, les enfants qui ont participé sont des écoliers d'écoles primaires. En effet, les enfants quittant l'école relativement tôt, aux environs de 12 ans (Ranaivomanana 2006), il est nécessaire de cibler des élèves-enquêteurs relativement jeunes afin de garantir la représentativité de l'échantillon de ménages qui sera enquêté.

Septièmement, à Tuléar, contrairement à la Polynésie française, les participants, mis à part les écoliers, ont été rétribués financièrement en fonction de leur contribution au programme de suivi. Ceci s'est avéré nécessaire pour deux raisons. D'une part, la population n'est pas suffisamment sensibilisée à la problématique de la gestion durable des ressources naturelles (Ranaivomanana 2006). D'autre part les conditions socio-économiques, ne permettent pas aux participants envisagés, les usagers du milieu marin, d'abandonner le travail pour se consacrer à une activité non lucrative (Iida 2005).

2.2 Présentation des méthodes de suivi testées

Dans le cadre de la phase 2 de la démarche de travail, les méthodes composant le protocole sont mises en œuvre sur les trois sites.

Quelle que soit la méthode utilisée les réponses font appel aux noms locaux (d'espèces et de lieux) et au système de mesure de quantité local : le seau à Tuléar, le paquet de poisson (tui) ou la mesure de la taille individuelle des poissons par correspondance à des mesures sur le bras en Polynésie française. En préalable à la mise en œuvre des méthodes il a donc été nécessaire d'établir les correspondances avec les systèmes de mesures et la nomenclature

scientifique. Plusieurs références bibliographiques recensent la liste des noms vernaculaires des espèces de poissons ciblés par la pêche du sud ouest malgache (Bauchot and Bianchi 1984, Ramananarivo 1990, Rejela 1993), ceux de Polynésie (Bagnis et al. 1972, Yonger 2002, Lagadec 2003, Bacchet et al. 2007), ainsi que les noms locaux des sites de pêche de la baie de Tuléar (Ramananarivo 1990, Rejela 1993, Rakotoarinivo 1998).

2.2.1 Enquêtes de perception

Des entretiens semi-directifs sont menés individuellement ou en groupe avec des usagers fréquents du milieu marin (pêcheurs, pratiquant la pêche au minimum trois fois par semaine, mareyeuses, moniteurs de plongée). Une enquête sous forme d'entretien semi-directif plutôt que sous la forme d'un questionnaire, facilite l'échange et la confiance entre l'enquêté et l'enquêteur. Cette méthode est particulièrement adaptée pour le recueil des connaissances écologiques empiriques (Huntington 1998, 2000). Les personnes ciblées sont interrogées sur les changements, au niveau des ressources, des habitats, des paramètres environnementaux et de l'activité de pêche, qu'ils ont pu observer depuis le commencement de leur activité professionnelle. Le questionnaire utilisé à Tuléar est présenté en annexe 8.7.

Afin de garantir une plus grande fiabilité des informations obtenues, un certain nombre de précautions ont été prises :

- i) Seules des personnes relativement âgées et connues pour leur grande connaissance de leur métier furent sélectionnées afin de garantir une plus grande qualité et profondeur temporelle des réponses. En particulier, le choix des personnes enquêtées a porté sur des usagers fréquentant souvent et depuis longtemps le milieu marin, afin de garantir des déclarations sur son évolution qui repose sur une observation conséquente de celui-ci.
- ii) Les échanges se sont tenus en langue locale (malgache ou tahitien), lorsque nécessaire, avec l'aide d'un interprète, spécialisé en biologie marine.
- iii) Une attention particulière a été prêtée au choix des enquêtés et à la présentation et l'explication des objectifs et de l'intérêt de l'enquête avant de démarrer. Cela a été rendu possible grâce à un facilitateur, connaissant bien, et bien connu des pêcheurs des villages visités.
- iv) Afin d'éliminer les observations douteuses car peu partagées, seules les observations similaires formulées par au moins le quart des personnes enquêtées

furent considérés comme des informations fiables sur l'évolution de l'écosystème ou des activités de pêche.

En Polynésie française, les enquêtés se sont plaints d'un manque de restitution des enquêtes précédentes. C'est pourquoi, une attention particulière a été portée sur le travail de restitution des résultats de l'enquête, grâce à des retours auprès de chaque participant et par des restitutions organisées à la Mairie de Moorea et à celle de Tikehau.

2.2.2 Suivi des captures

2.2.2.1 Cahiers de pêche

La date, la durée, la technique utilisée, le site de pêche, la composition des captures et la taille des poissons capturés sont enregistrés par des pêcheurs volontaires en Polynésie française, après chacune de leurs sorties. Les cahiers de pêche utilisés par les pêcheurs de Moorea et Tikehau sont présentés respectivement en annexe 8.1 et 8.2. Théoriquement un minimum de 5 pêcheurs par technique devraient être suivis (Uychiaoco et al. 2005). Si la participation est suffisante, il sera possible de calculer un certain nombre d'indicateurs de la catégorie « activité de pêche » du Tableau 1. Un certain nombre de précautions ont été prises afin de s'assurer de l'assiduité des participants et de la production d'informations fiables. Tout d'abord, l'implication des pêcheurs se fait uniquement sur une base de volontariat. Ces pêcheurs se sont donc impliqués car ils étaient sensibilisés à la question de la gestion durable des ressources halieutiques et estimaient que leurs relevés devraient être utiles au chercheur. Par conséquent ils n'ont pas de raisons de bâcler leur travail de relevé. De plus, les unités de mesure utilisées sont celles en adéquation avec leur propre système de mesure (mesure de la taille des poissons non pas en cm mais en distance sur le bras) et de noms d'espèces. En outre, un scientifique venait à la rencontre de chaque participant, tous les trois mois pour récupérer les fiches de collecte, s'assurer qu'ils ne rencontrent pas de problèmes dans l'exécution de leurs suivis, et les motiver si nécessaire. Des T-shirts furent également distribués aux participants de Tikehau, et un livre sur les poissons de Polynésie récompensa le participant le plus assidu de chaque île. Et enfin, en ce qui concerne Tikehau, afin de valoriser les participants des séances publiques de présentation de leur travail ont été tenues à la mairie en cours d'expérience.

2.2.2.2 Enquêtes au débarquement par les mareyeuses

Dans la baie de Tuléar, les mareyeuses habitent à proximité des plages de débarquement et y travaillent tous les jours. Elles attendent le retour des pêcheurs sur la plage afin d'acheter du poisson et aller le vendre sur les marchés de Tuléar. Ainsi des mareyeuses sont sélectionnées et entraînées pour réaliser, en plus de leur travail des enquêtes au débarquement. Après avoir testé leurs connaissances concernant l'identification des différentes espèces de poissons, un protocole d'échantillonnage des pirogues débarquant sur leur plage de travail leur a été proposé. Chaque jour, tout en travaillant les mareyeuses étaient chargées de recueillir chacune les informations suivantes auprès d'un minimum de trois pirogues revenant de la pêche : date de la sortie de pêche, nom du pêcheur principal, nombre de pêcheurs dans la pirogue, technique de pêche, zone de pêche, espèces et quantités (poids) pêchées. Le poids des captures par espèce était mesuré soit directement grâce à l'aide de balances qui ont été distribuées aux mareyeuses, soit par transformation de la quantité indiquée en nombre de seaux en kilogramme, soit par la transformation du nombre d'individus indiqué en kilogramme. Cette dernière transformation se fait grâce à l'équation : $\text{poids} = a \times (\text{longueur})^b$, où a et b sont des coefficients spécifiques à chaque espèce. La longueur utilisée est la longueur moyenne à l'âge adulte de l'espèce considérée. Les mareyeuses étaient également chargées de dénombrer les pirogues parties pêcher chaque jour. Afin de garantir une plus grande assiduité des mareyeuses et une plus grande fiabilité des informations obtenues, un certain nombre de précautions ont été prises. Des mareyeuses de confiance sont indiquées par le chef de village. Un test de reconnaissance de poissons à été mené au préalable avec chacune d'elles. Les quinze premiers jours d'échantillonnage ont été consacrés au test et à la mise au point de la méthode. Les mareyeuses ont été rémunérées pour ce travail. Une supervision par un scientifique a été assurée plusieurs fois par mois pendant toute la durée de l'expérience.

Le traitement des données réalisé est détaillé ci-dessous.

Le nombre de pirogues échantillonnées s'élève à n_l pour celles pratiquant la pêche à la ligne n_s pour celles pratiquant la pêche à la senne et n_f pour celles pratiquant la pêche au filet. Ci-dessous pour simplifier la présentation est utilisé n au lieu de n_l , n_s , ou n_f .

Les moyennes, pour chaque technique de pêche, sont calculées avec un intervalle de confiance à 95% ($\alpha=0,05$, n), pour les paramètres suivant :

W : Nombre de pêcheurs par pirogue

X : Poids des captures par pirogue ($\text{kg.sortie}^{-1}.\text{pirogue}^{-1}$)

Y : Poids des captures par famille d'espèces par pirogue ($\text{kg.sortie}^{-1}.\text{pirogue}^{-1}$)

Z : Poids des captures par classe trophique par pirogue ($\text{kg.sortie}^{-1}.\text{pirogue}^{-1}$)

Ces deux derniers paramètres permettent de connaître la composition (pourcentage de chaque famille) des captures caractéristiques pour chaque technique de pêche, ainsi que la proportion d'espèces piscivores au sein de ces captures.

Le poids des captures par unité d'effort, par technique de pêche est calculé ainsi :

$$CPUE = \left(\sum_i^n X \div W \right) \div n$$

$CPUE$: captures par unité d'effort pour chaque technique de pêche ($\text{kg.sortie}^{-1}.\text{pêcheur}^{-1}$)

2.2.3 Comptages visuels en plongée

L'abondance des espèces de poissons commerciaux est relevée par comptage visuel en plongée sous marine (pour les moniteurs de plongée) ou depuis la surface (pour les pêcheurs). Les moniteurs de plongée comptent uniquement certaines espèces comestibles, alors que les pêcheurs comptent toutes les espèces comestibles, ceci en raison des connaissances plus grandes des pêcheurs concernant l'identification des poissons sous l'eau. Les espèces qui composent la liste des espèces comestibles que le moniteur de plongée volontaire doit compter ont été choisies selon les critères suivants : i) espèce fortement pêchée et appréciée, ii) espèce ubiquiste, iii) espèce relativement abondante, iv) espèce détectable par le plongeur dans un quadrat de 5 m de large, vi) espèce présente entre 2 et 15 m de profondeur, vii) espèce qui ne présente pas de comportements d'attraction ou de répulsion vis-à-vis du plongeur, viii) espèce facilement identifiable (dans certains cas l'identification s'arrête au niveau de la famille et non de l'espèce). Deux listes d'espèces ont été dressées, l'une pour Moorea (annexe 8.4) et l'autre pour Tikehau (annexe 8.5). Il faut préciser également que seuls les poissons de taille adulte sont comptés.

Chaque volontaire dispose d'un site d'échantillonnage au niveau de son site habituel de pêche ou de plongée, à échantillonner chaque mois. Théoriquement, en raison de la grande variabilité associée à la densité des espèces de poissons commerciaux, il est recommandé

d'utiliser 10 réplicats de 5*50 m par site (Samoilys and Carlos 2000). Cette méthode permet d'estimer la densité moyenne en espèces de poissons commerciaux adultes sur chaque site, calculée avec un intervalle de confiance à 95%.

Un certain nombre de précautions ont été prises afin de garantir une plus grande assiduité des participants et d'une plus grande fiabilité des données. Tout d'abord, pour chaque site, les observations sont réalisées une fois par mois, par le même observateur, aux alentours des mêmes heures de la matinée et à une date proche de la pleine lune. Ces précautions permettent de réduire l'influence des cycles journaliers et lunaires sur l'abondance des poissons et les variations causées par les changements d'observateurs (Galzin 1987c). De plus, ce travail de suivi étant réalisé sur la base du volontariat, seules les personnes très motivées ont accepté de l'accomplir. Par conséquent, ces personnes devraient s'appliquer dans la réalisation de leur tâche. Par ailleurs, seules les espèces commerciales, d'intérêt premier pour les pêcheurs et donc bien connues d'eux, sont comptées. Pour les moniteurs de plongée, une plaquette étanche des photos des poissons à compter, leur est distribuée. En outre, une formation leur est dispensée en préalable. De plus, un scientifique venait à la rencontre de chaque participant, tous les trois mois, pour récupérer les fiches de collecte, s'assurer qu'ils ne rencontrent pas de problèmes dans l'exécution de leurs suivis, et pour les motiver si nécessaire. Des T-shirts furent également distribués aux participants de Tikehau. Et enfin, afin de valoriser les participants des séances publiques de présentation de leur travail ont été tenues à la mairie de Tikehau en cours d'expérience.

2.2.4 Enquêtes via les écoliers

Cette méthode fait appel aux écoliers pour recueillir un certain nombre d'informations au sein de leur ménage respectif grâce à un questionnaire qui leur est distribué et expliqué en classe. A Moorea, un échantillonnage stratifié par collège, fonction de la population drainée par celui-ci, a été réalisé. Au sein de chaque strate les ménages sont choisis au hasard. A Tikehau, il n'y a qu'une seule école, primaire, et donc qu'une seule strate. A Tuléar, l'échantillonnage n'est pas stratifié par village ou quartier, la population de pêcheurs étant considérée comme homogène : activité de pêche et techniques de pêche identiques (Laroche and Ramananarivo 1995). Toutes les écoles primaires présentes dans les quartiers ou villages de pêcheurs de la baie de Tuléar ont été échantillonnées. Après une courte introduction sur l'intérêt du questionnaire et une séance d'entraînement en classe (1 heure à 2 demi-journées), ils avaient

pour responsabilité de compléter le questionnaire une fois à la maison et de le ramener en classe quelques jours plus tard.

Le questionnaire distribué aux écoliers comprend trois ou quatre parties (annexe 8.3 et 8.7). La première vise à recueillir des informations générales concernant les activités de pêche et la consommation en poissons du ménage (adresse et taille du ménage, fréquence de consommation en poissons, origine du poisson consommé, nombre de bateaux, nombre de pêcheurs). La seconde, permet, soit de détailler les sorties de pêche d'un pêcheur du ménage pendant deux semaines (couvrant ainsi une période de vives eaux et une de mortes eaux), pour Tuléar, soit, pour Moorea et Tikehau, de détailler le nom, la taille, et le nombre des poissons consommés au cours des repas des trois derniers jours. La troisième cible un pêcheur du ménage et cherche à connaître son activité de pêche (sites de pêche, technique de pêche, fréquence de pêche, espèces ciblées etc.). La quatrième partie, uniquement pour le site de Tuléar, est destinée à une femme du ménage pratiquant la pêche à pied afin de mieux connaître son activité de pêche.

Un certain nombre de mesures ont été prises afin de renforcer l'implication des participants et la fiabilité des données issues de ces questionnaires. Tout d'abord, une formation à la pratique du questionnaire a été organisée en classe. De plus, le questionnaire a été développé avec un souci de simplicité et il est passé par une phase de test dans un premier temps auprès de quelques classes, sur chaque site. Par ailleurs, les unités de mesure utilisées sont celles en adéquation avec leur propre système de mesure et de noms d'espèces. La langue utilisée pour le questionnaire est celle couramment utilisée par les élèves. Une grande implication des directeurs et des professeurs des écoles a été recherchée afin de renforcer la légitimité du questionnaire et accroître ainsi l'application des écoliers dans ce travail. Les questionnaires récupérés sont analysés afin d'éliminer de l'analyse ceux qui ne semblent pas fiables : soit parce qu'ils sont largement incomplets soit en raison d'incohérence dans les réponses. Et enfin, pour la Polynésie française, les élèves savaient que le fruit de leur travail serait restitué au sein de l'école et à la mairie de la commune, tandis qu'à Tuléar, afin de motiver les élèves, un concours a été organisé récompensant la classe ayant le plus fort taux de retour de questionnaires correctement complétés.

Les données issues des questionnaires utilisés en Polynésie française et à Madagascar et leur analyse différant quelque peu, les méthodes d'analyse des données sont présentées séparément.

Le traitement des données du questionnaire utilisé en Polynésie française est détaillé ci-dessous.

Le nombre de ménages enquêtés est noté n , tandis que le nombre de pêcheurs lagonaires, hommes ou femmes de plus de 16 ans, ayant rempli un questionnaire renseignant sur leur activité de pêche est noté n_a

Les moyennes des réponses des ménages sont calculées avec un intervalle de confiance à 95% ($\alpha=0,05$, n), pour les paramètres suivants :

A : nombre de personnes vivant au sein du ménage

B : nombre de jours par semaine où du poisson est servi pour les repas

C : nombre de pirogues appartenant aux membres du ménage

D : nombre de pêcheurs (hommes ou femmes de plus de 16 ans pratiquant la pêche lagonaire au moins une fois par mois) au sein du ménage

Les moyennes des réponses des ménages sont calculées avec un intervalle de confiance à 95% ($\alpha=0,05$, n_a), pour les paramètres suivant :

E : âge du pêcheur

F : nombre de sorties par mois du pêcheur

L'estimation du nombre de ménages de Moorea et Tikehau est calculée ainsi :

$$G = H \div \bar{A}$$

G : estimation du nombre de ménages de Moorea ou Tikehau

H : nombre d'habitants de Moorea ou Tikehau

L'estimation du nombre de pêcheurs de Moorea ou Tikehau est obtenue ainsi :

$$I = \bar{D} \times G$$

I : estimation du nombre de pêcheurs de Moorea ou Tikehau

L'estimation du nombre de pirogues à Moorea ou Tikehau est calculée ainsi :

$$J = \bar{C} \times G$$

J : estimation du nombre de pirogues à Moorea ou Tikehau

L'estimation du nombre de sorties de pêche mensuelles à Moorea ou Tikehau est obtenue ainsi :

$$K = \bar{F} \times I$$

K : estimation du nombre de sorties de pêche mensuelles à Moorea ou Tikehau

L'estimation du nombre de sorties de pêche mensuelles par km² à Moorea ou Tikehau est calculée ainsi :

$$L = K \div M$$

L : estimation du nombre de sorties de pêche mensuelles par km² à Moorea ou Tikehau

M : superficie du lagon de Moorea ou Tikehau

Le poids de chaque poisson préparé pour les repas, au cours des trois derniers jours, pour chaque ménage de Moorea et Tikehau, est calculé grâce à l'équation de la relation taille-poids : poids = $a \times (\text{longueur})^b$, où a et b sont des coefficients spécifiques à chaque espèce. Les valeurs de ces coefficients sont les mêmes que celles utilisées par Yonger 2002 et Lagadec 2003. Ensuite la moyenne par ménage du poids de poissons du lagon consommés en trois jours (\bar{N}), exprimée en Kg, est calculée.

L'estimation de la quantité consommée par an par l'ensemble des habitants de Moorea ou Tikehau (O), exprimée en kg.an⁻¹, est obtenue ainsi :

$$O = \bar{N} \div 3 \times 365 \times G$$

L'estimation de la quantité moyenne consommée par habitant par an à Moorea ou à Tikehau (P), exprimée en kg.hab⁻¹.an⁻¹, est calculée ainsi :

$$P = O \div H$$

Le rendement de pêche lagonaire (Q) à Moorea et à Tikehau, exprimé en kg.an⁻¹, est obtenu ainsi :

$$Q = O + R + S - T$$

R : consommation en poissons lagunaires non importés dans les restaurants de l'île

S : exportations de poissons lagunaires

T : importations de poissons lagunaires

Pour Moorea :

R = 4700 kg (Yonger 2002)

S = 3500 kg (Yonger 2002)

T = 12300 kg (Yonger 2002)

Pour Tikehau :

R = négligeable (Lagadec 2003)

S = 103000 kg (Lagadec 2003)

T = négligeable (Lagadec 2003)

Le traitement des données du questionnaire utilisé à Madagascar est détaillé ci-dessous. Les lettres utilisées pour faciliter la présentation de l'analyse des données ci-dessous sont sans rapport avec celles utilisées pour la présentation du traitement des données des enquêtes via les écoliers en Polynésie française.

Le nombre de ménages enquêtés est noté n . Le nombre de pêcheurs, hommes de plus de 15 ans, ayant rempli un questionnaire renseignant sur leur activité de pêche est noté n_a , tandis que le nombre de femmes, de plus de 15 ans, pratiquant la pêche à pied, ayant complété un questionnaire détaillant leur activité de pêche est noté n_b .

Les moyennes des réponses des ménages sont calculées avec un intervalle de confiance à 95% ($\alpha=0,05$, n), pour les paramètres suivant :

F : nombre de personnes vivant au sein du ménage

G : nombre de repas comprenant du poisson par jour

H : nombre de jours par semaine où du poisson est servi pour les repas

I : quantité de poisson mangé par repas au sein du ménage

J : nombre de pirogues appartenant aux membres du ménage

K : nombre d'hommes de plus de 15 ans vivant au sein du ménage pratiquant la pêche

L : nombre de femmes de plus de 15 ans vivant au sein du ménage pratiquant la pêche à pied

L'estimation du nombre d'habitants dans les villages et quartiers enquêtés est calculée ainsi :

$$A = (B1 \div C \div D1) + (B2 \div C \div D2)$$

A : estimation du nombre d'habitants des villages et quartiers enquêtés

B1 : nombre d'inscrits sur les listes électorales, pour les présidentielles 2006, des villages ruraux enquêtés : Ankilibe, Sarodrano et Saint Augustin (Haut-Conseil Constitutionnel de Madagascar, 2006)

B2 : nombre d'inscrits sur les listes électorales, pour les présidentielles 2006, des quartiers urbains enquêtés : Ambohitsabo, Besakoa, Mahavatse II, Mahavatse I, Ankiembe (Haut-Conseil Constitutionnel de Madagascar, 2006)

C : pourcentage de la population de Madagascar ayant le droit de voter inscrite sur les listes électorales (Haut-Conseil Constitutionnel de Madagascar, 2006)

D1 : pourcentage de la population ayant 18 ans et plus, dans les zones rurales de Madagascar (INSTAT/DSM/EPM 2004)

D2 : pourcentage de la population ayant 18 ans et plus dans les zones urbaines de Madagascar (INSTAT/DSM/EPM 2004)

L'estimation du nombre de ménages dans les quartiers et villages enquêtés est obtenue ainsi :

$$E = A \div \bar{F}$$

E : estimation du nombre de ménages dans les quartiers et villages enquêtés

\bar{F} : moyenne du nombre de personnes par ménage (source : présente enquête)

L'estimation du nombre de pirogues de la baie de Tuléar est obtenue ainsi :

$$\text{Nombre pirogues} = \bar{J} \times E$$

\bar{J} : moyenne du nombre de pirogues par ménage

L'estimation du nombre de pêcheurs (hommes de plus de 15 ans) riverains de la baie de Tuléar est calculée ainsi :

$$\text{Nombre de pêcheurs} = \bar{K} \times E$$

\bar{K} : moyenne du nombre de pêcheurs (hommes de plus de 15 ans) par ménage

L'estimation du nombre de femmes, de plus de 15 ans pratiquant la pêche à pied, riveraines de la baie de Tuléar est obtenue ainsi :

$$\text{Nombre de femmes pêcheurs à pied} = \bar{L} \times E$$

\bar{L} : moyenne du nombre de femmes de plus de 15 ans pratiquant la pêche à pied par ménage

La moyenne par ménage de la quantité de poissons mangée par repas par personne (N) est calculée ainsi :

$$N = \left(\sum_i^n I \times F \right) \div n$$

La quantité moyenne de poissons consommés par habitant des villages et quartiers de pêcheurs de la baie de Tuléar par an (O , exprimée en $\text{kg.hab}^{-1}.\text{an}^{-1}$) est calculée ainsi :

$$O = (H \times G) \div 7 \times N \times 365$$

Les moyennes des réponses des pêcheurs sont calculées avec un intervalle de confiance à 95% ($\alpha=0,05$, n_a), pour les paramètres suivant :

P : âge du pêcheur

Q : part des captures du pêcheur destinée à la consommation du ménage

R : nombre de pêcheurs par pirogue

S : quantité capturée par pirogue par sortie ($\text{kg.pirogue}^{-1}.\text{sortie}^{-1}$)

Le CPUE (captures par unité d'effort), toutes techniques confondues, est exprimé en $\text{kg.pêcheur}^{-1}.\text{sortie}^{-1}$ et est calculé ainsi :

$$CPUE = \left(\sum_i^{n_a} S \div R \right) \div n_a$$

Le rendement, exprimé en t.an^{-1} , est calculé ainsi :

Rendement = CPUE \times Nombre de pêcheurs \times Nombre de sorties par an par pêcheur

Le nombre de sorties par an par pêcheur est estimé à 184 (Rejela 1993).

Le rendement par km^2 est obtenu en divisant le rendement précédent par l'étendue de la baie de Tuléar ciblée par la pêche exprimée en km^2 .

Le taux de fréquentation des sites de la baie de Tuléar par les pêcheurs est calculé ainsi :

Au niveau des réponses des pêcheurs de chaque village ou quartier, le pourcentage de citation pour chaque site de pêche est calculé. Ce pourcentage est pondéré par le pourcentage de pêcheurs riverains de la baie de Tuléar habitant le village ou quartier. Puis ces pourcentages de citation pondérés sont additionnés.

Les moyennes des réponses des femmes pratiquant la pêche à pied sont calculées avec un intervalle de confiance à 95% ($\alpha=0,05$, n_b), pour les paramètres suivant :

T : âge de la femme

U : part des captures de la femme destinée à la consommation du ménage

V : quantité capturée par femme par sortie ($\text{kg.pêcheur}^{-1}.\text{sortie}^{-1}$)

Le CPUE (captures par unité d'effort), toutes techniques confondues, est exprimé en $\text{kg.pêcheur}^{-1}.\text{sortie}^{-1}$ et est calculé ainsi :

$$CPUE = \left(\sum_i^{n_a} S \div R \right) \div n_a$$

Le rendement, exprimé en t.an^{-1} , est calculé ainsi :

Rendement = CPUE \times Nombre de femmes pêcheurs à pied \times Nombre de sorties par an par femme pêcheur à pied

Le nombre de sorties par an par femme pêcheur à pied est estimé à 116,4 (Rejela 1993).

Le taux de fréquentation des sites de la baie de Tuléar par les femmes pratiquant la pêche à pied est calculé ainsi :

Au niveau des réponses des femmes pratiquant la pêche de chaque village ou quartier, le pourcentage de citation pour chaque site de pêche est calculé. Ce pourcentage est pondéré par le pourcentage de pêcheurs riverains de la baie de Tuléar habitant le village ou quartier. Puis ces pourcentages de citation pondérés sont additionnés.

3 Evaluation de la faisabilité des méthodes et du degré d'implication de la population

3.1 Méthodologie

Les méthodes qui composent le protocole identifié suite à la première phase de la démarche de travail ont été mises en œuvre sur les trois sites (phase 2 de la démarche de travail). Ces méthodes ont été décrites dans le chapitre précédent. Cette expérience vise notamment à produire des informations qui vont permettre d'évaluer la faisabilité des méthodes (phase 3 de la démarche de travail). Cette évaluation de la faisabilité de chaque méthode se décompose en une analyse : a) des enseignements pratiques tirés directement du test des méthodes sur le terrain et qui concernent plus particulièrement leur facilité de mise en œuvre ; b) du degré d'implication (niveau de participation et assiduité) des participants pour chaque méthode ; c) du nombre et de la diversité des indicateurs qu'elles permettent effectivement de renseigner.

La méthodologie qui permet l'analyse du degré d'implication de la population lié à chaque méthode de suivi participatif est présentée ci-dessous. Pour chaque méthode mise en œuvre, le nombre des participants est comptabilisé et le taux d'échantillonnage est calculé. De plus, afin de mesurer l'assiduité des participants, les taux de retour des questionnaires ou fiches de collecte sont calculés. Ceci est particulièrement intéressant pour certaines méthodes qui ont été testées sur de longues périodes (12 mois pour les suivis *in situ* et les cahiers de pêche en Polynésie française et 6 mois pour le suivi des débarquements par les mareyeuses à Madagascar) afin de mesurer l'assiduité des participants sur le moyen terme.

Dans la suite de ce chapitre sont présentés les résultats pour chaque méthode concernant : la facilité de mise en œuvre ; le degré de participation et l'assiduité des participants ; le nombre et la diversité des indicateurs obtenus.

3.2 Résultats : faisabilité des méthodes et degré d'implication de la population

3.2.1 Enquêtes de perception

La mise en œuvre de cette méthode n'a pas rencontré de problèmes majeurs. Par contre, certains obstacles doivent être parfois écartés, avant que l'enquêté ne fasse partager à un étranger sa connaissance écologique empirique du milieu marin. Le fait de passer par un intermédiaire, membre de leur communauté, reconnu et jouant également le rôle de traducteur si nécessaire, facilite le premier contact et l'explication de la raison et de l'intérêt de l'enquête. Parfois, il est nécessaire de rétribuer financièrement l'enquêté pour les informations qu'il donne. Une attention particulière doit également être donnée à la restitution des résultats de l'enquête auprès des enquêtés, qui, sans quoi, se lassent vite de répondre aux enquêtes à répétition.

Le nombre d'usagers interviewés fut de 31 à Moorea et de 18 à Tikehau, en novembre et décembre 2005. La moyenne d'âge des enquêtés à Moorea était de 49 ans et de 45 ans à Tikehau. La durée d'un entretien était comprise entre une demi-heure et 5 heures. Etant donné qu'il était demandé aux enquêtés de faire part des changements qu'ils ont pu observer depuis le début de la pratique de leur activité, on peut estimer que ces observations recouvrent les trois dernières décennies. En ce qui concerne Madagascar, des entretiens semi-directifs ont été menés, en groupe, avec des hommes pratiquant la pêche et des femmes mareyeuses et pratiquant la pêche à pied, dans chacun des villages ou quartiers de pêcheurs de la baie de Tuléar : Ambohitsabo, Besakoa, Mahavatse II, Mahavatse I, Ankiembe, Ankilibe, Sarodrano, Saint Augustin. Au total, 70 personnes ont été enquêtées, dont 53 hommes et 17 femmes, entre juillet et août 2006 (Tableau 5). La durée moyenne d'un entretien était de 2 heures et 20 minutes. L'âge moyen des hommes et des femmes enquêtées était respectivement de 53 et 52 ans, avec une moyenne de 31 années de pratique de leur métier. Dans le cadre de ces enquêtes, il s'agit de participation passive au programme de suivi. En effet, il suffit aux enquêtés de répondre aux questions. Avec les précautions prises, très peu ont refusé de faire partager leurs connaissances.

Tableau 5. Détails de la mise en œuvre des enquêtes de perception.

| Enquêtes de perception | | | |
|-------------------------------|--|------------------------|-------------------------|
| Méthode | Entretiens semi directifs | | |
| Indicateurs | Changements observés par plus de 25% des personnes enquêtées | | |
| Sites | Moorea | Tikehau | Tuléar |
| Participants | 31 usagers | 18 usagers | 70 usagers |
| Calendrier | Nov. 2005 | Déc. 2005 | Juillet-août 2006 |
| Fréquence | Ponctuelle | | |
| Résultats | 3 changements observés | 9 changements observés | 30 changements observés |

3.2.2 Cahiers de pêche

Les pêcheurs polynésiens ne rencontrent pas de difficulté technique à remplir les cahiers de pêche. Quasiment aucune formation n'est nécessaire. Par contre, il est difficile de trouver des pêcheurs volontaires suffisamment motivés pour accepter de compléter ces fiches à chaque retour de leur sortie de pêche.

La date, la durée, la technique utilisée, le site de pêche, la composition des captures et la taille des poissons capturés furent enregistrées par 9 pêcheurs volontaires à Moorea (ce qui représente 0,2% des pêcheurs de Moorea) et 10 à Tikehau (ce qui représente 11% des pêcheurs de Tikehau), après chacune de leur sortie.. Malheureusement le nombre de pêcheurs qui ont accepté de réaliser le suivi est trop faible pour que des indicateurs relatifs à l'activité de pêche puissent être calculés. Les suivis ont malgré tout été poursuivis, encadrés par un scientifique, pendant une année, de début 2006 à début 2007, avec les pêcheurs volontaires, afin de mesurer leur assiduité. Seules 9% des sorties de pêche des pêcheurs volontaires ont fait l'objet de relevés à Moorea. Ce chiffre descend à 8% à Tikehau. A Tikehau, après 6 mois d'expérience, il n'y a plus eu de retour du tout (Tableau 6).

Tableau 6. Détails de la mise en œuvre des suivis des captures par cahier de pêche.

| Suivi des captures | | |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Méthode | Cahier de pêche | |
| Indicateurs | CPUE, composition des captures | |
| Sites | Moorea | Tikehau |
| Participants | 9 pêcheurs | 10 pêcheurs |
| Calendrier | 1 an: début 2006-début 2007 | 1 an: début 2006-début 2007 |
| Fréquence | Après chaque sortie | |
| Résultats | 9 % des relevés complétés | 8 % des relevés complétés |

3.2.3 Enquêtes au débarquement par les mareyeuses

La mise en œuvre de la méthode d'enquêtes au débarquement par des mareyeuses n'a pas rencontré de difficultés particulières. Par contre, une forte implication des scientifiques est nécessaire, que ce soit pour former les mareyeuses à la pratique d'échantillonnage de pirogues au débarquement ou pour assurer une supervision régulière du travail de suivi des mareyeuses. Une rémunération des mareyeuses pour ce travail s'est avérée indispensable, les mareyeuses ont donc été rémunérées à hauteur de 12 € par mois.

A Tuléar, les sites de débarquement sont relativement bien identifiés et peu nombreux, bien que très étendus. Il s'agit des plages de Besakoa, Mahavatse II, Ankiembe, Ankilibe et Saint Augustin (Laroche and Ramananarivo 1995). Le site d'Ankiembe apparaît être représentatif de l'ensemble de l'activité de pêche pratiquée dans la baie de Tuléar (Laroche and Ramananarivo 1995). Pour cette raison, ce site a été choisi comme site d'échantillonnage des débarquements. Trois mareyeuses ont été identifiées, une pour chaque quartier d'Ankiembe : Ankiembe Sarodrano (sud de la plage), Ankiembe centre (centre de la plage) et Ankiembe Ambalaronde (nord de la plage). Elles se sont engagées à échantillonner, chaque jour pendant 6 mois (du premier septembre 2006 au 28 février 2007), le débarquement de trois pirogues minimum chacune sur des fiches de relevé. A l'issue de l'expérience, 98% des relevés ont été

réalisés. Le nombre de pirogues échantillonnées s'élève à 1586, dont 610 pirogues ayant pratiqué la ligne, 527 la senne et 449 le filet, soit 4,3 % des 36 922 sorties de pêche comptabilisées à Ankiembe entre septembre 2006 et fin février 2007 (Tableau 7).

Tableau 7. Détails de la mise en œuvre des suivis des captures par enquêtés au débarquement.

| Suivi des captures | |
|---------------------------|--|
| Méthode | Enquête au débarquement |
| Indicateurs | CPUE, composition des captures |
| Sites | Tuléar (plage d'Ankiembe) |
| Participants | 3 mareyeuses |
| Calendrier | 6 mois: septembre 2006 – février 2007 |
| Fréquence | Quasi quotidienne |
| Résultat | 98% des relevés complétés; 1586 pirogues échantillonnées (4,3% des sorties de pêche du site) |

3.2.4 Comptages visuels en plongée

Cette méthode est relativement complexe à mettre en œuvre. Tout d'abord elle nécessite un engagement conséquent des participants car le comptage visuel en plongée est une méthode fastidieuse pour le participant, de par la rigueur, la technicité (maîtriser la pratique de la plongée sous-marine ou en palmes-masques-tubas, identifier sous l'eau les espèces de poissons commerciaux, compter sous l'eau ces poissons uniquement à l'intérieur d'un volume limité, noter sous l'eau sur une plaquette les comptages réalisés) l'effort physique (nage pendant un temps relativement long), et la disponibilité (se rendre sur le site d'échantillonnage à des moments bien précis et prendre le temps de réaliser des comptages) qu'elle demande. De plus elle requiert une intervention conséquente des scientifiques pour former le participant (minimum une demi journée), identifier d'un commun accord avec le participant le site d'étude, installer les marques des transects permanents sur le site, motiver et superviser les participants tout au long du programme de suivi et fournir au participant le matériel adéquat pour l'aider dans le suivi.

Seuls 2 moniteurs de plongée et 2 pêcheurs ont accepté de réaliser des comptages à Moorea. Tandis que 2 moniteurs de plongée et 1 pêcheur se sont portés volontaires à Tikehau. Ils ont souhaité avoir leur site de comptage à proximité d'un de leurs sites de plongée ou de pêche, et réaliser un échantillonnage par mois. Le nombre de réplicats maximum accepté s'élève à 3. C'est donc trois réplicats permanents (délimités par des flotteurs) de 5*50 m qui ont été installés pour chaque volontaire. Les suivis ont été poursuivis, encadrés par un scientifique, pendant une année, de début 2006 à début 2007, afin de mesurer l'assiduité des participants. A l'issue de cette année d'expérience, seuls 20% des comptages prévus ont été réalisés par les volontaires à Moorea et 24% à Tikehau. Après 7 mois et 9 mois, respectivement à Moorea et Tikehau, plus aucun échantillonnage n'a été réalisé (Tableau 8).

Tableau 8. Détails de la mise en œuvre des suivis *in situ*.

| Suivi <i>in situ</i> | | |
|-----------------------------|--|---|
| Méthode | Comptages visuels ; 3 transects de 250m ² pour les poissons ; 4 transects linéaires à point équidistant pour les coraux | |
| Indicateurs | Densité espèces de poissons ciblées par la pêche, pourcentage de recouvrement en corail vivant | |
| Sites | Moorea (1 site sur le récif frangeant, 1 sur le récif barrière et 2 sur la pente externe) | Tikehau (1 site dans le lagon et sites sur la pente externe) |
| Participants | 2 plongeurs, 2 pêcheurs | 2 plongeurs, 1 pêcheur |
| Calendrier | 1 an: début 2006-début 2007 | 1 an: début 2006-début 2007 |
| Fréquence | Mensuelle pour les relevés poissons et annuelle pour les relevés corail | |
| Résultats | 20% des relevés complétés ; abandon après 7 mois; aucun relevé corail | 24% des relevés complétés ; abandon après 9 mois; aucun relevé corail |

3.2.5 Enquêtes via les écoliers

La mise en œuvre de cette méthode est relativement simple. La principale difficulté réside dans le fait de bénéficier de toute l'attention et de l'assiduité requises de la part des élèves. Cette attention est primordiale lors des séances de formation en classes afin que les élèves

comprennent bien et maîtrisent bien les questionnaires. Par ailleurs, afin de renforcer l'intérêt des élèves et leur application à compléter le questionnaire une fois à la maison, il est souhaitable de bénéficier d'un appui conséquent du chef d'établissement et des professeurs.

Il existe deux collèges à Moorea. Un, le collège d'Afareaitu, pour la population des communes associées de Teavaro, Afareaitu et Haapiti (8545 habitants), et un, le collège de Paopao, pour la population des communes associées de Paopao et Papetoai (5821 habitants). Un échantillonnage stratifié par collège, fonction de la population drainée par celui-ci, a été réalisé. Au sein de chaque strate les ménages sont choisis au hasard. L'âge des 201 écoliers sélectionnés était d'environ 14 ans. Seuls 137 questionnaires furent retournés. Le taux de retour des questionnaires est donc de 68%. Pour assurer la proportionnalité entre l'effort d'échantillonnage et la taille de la strate, 10 questionnaires complétés par les écoliers du collège d'Afareaitu furent retirés au hasard. Ainsi, 127 ménages (soit 623 personnes) furent enquêtés et analysés (4,4% de l'ensemble des ménages de Moorea), en avril 2006. Au sein de ces ménages 179 pêcheurs lagunaires, hommes ou femmes de plus de 16 ans, ont rempli un questionnaire renseignant sur leur activité de pêche.

A Tikehau, il existe uniquement une école primaire. Grâce aux élèves d'une classe de primaire, dont le taux de retour des questionnaires a été de 96%, 24 ménages, soit 132 personnes, furent enquêtés, en février 2006, représentant 35,3 % des ménages de Tikehau. Au sein de ces ménages 32 pêcheurs lagunaires, hommes ou femmes de plus de 16 ans, ont rempli un questionnaire renseignant sur leur activité de pêche. L'âge des écoliers sélectionnés était d'environ 9 ans.

L'enquête s'est tenue à Tuléar, en janvier 2007, grâce à la participation de 12 classes des 8 écoles primaires (classes de 7^{ième} et 8^{ième}, élèves âgés d'une dizaine d'années) réparties dans les quartiers et villages de pêcheurs de la baie de Tuléar (Ambohitsabo, Besakoa, Mahavatse II, Mahavatse I, Ankiembe, Ankilibe, Sarodrano, Saint Augustin.). Ce sont les élèves des écoles primaires qui ont été ciblés pour réaliser les enquêtes, afin d'assurer la représentativité de l'échantillon des ménages qui sont enquêtés par eux, car après la primaire un grand nombre d'enfants quitte l'école pour se consacrer à la pêche. Une demi-journée par classe était consacrée à la formation des écoliers. Le nombre de ménages enquêtés s'élève à 326 (soit 10,3% des ménages des villages et quartiers de pêcheurs de la baie de Tuléar). Le taux de retour des questionnaires est de 86% (Tableau 9). Au sein de ces ménages 141 pêcheurs,

hommes de plus de 15 ans, ont rempli un questionnaire renseignant sur leur activité de pêche, tandis que 76 femmes, de plus de 15 ans, pratiquant la pêche à pied, ont complété un questionnaire détaillant leur activité de pêche, et 102 pêcheurs ont détaillé leurs sorties de pêche pendant deux semaines. Mais trop d'erreurs ont été commises dans le remplissage de ces derniers questionnaires empêchant leur analyse. Ceci est probablement lié à la complexité des fiches d'enquêtes. Cette complexité tient notamment au fait que l'élève doit soutenir son effort d'enquête pendant plusieurs semaines.

Tableau 9. Détails de la mise en œuvre des enquêtes via les écoliers.

| Enquêtes via les écoliers | | | |
|----------------------------------|---|---|--|
| Méthode | Questionnaires: - activité de pêche et consommation du ménage - suivi de la consommation du ménage pendant 3 jours (uniquement Moorea et Tikehau) - activités de pêche d'un pêcheur du ménage - activités de pêche à pied d'une femme du ménage (uniquement Tuléar) - suivi des captures d'un pêcheur du ménage pendant 2 semaines (uniquement Tuléar) | | |
| Indicateurs | Liés à l'effort de pêche, au rendement, à la composition des captures, et à la consommation | | |
| Sites | Moorea | Tikehau | Tuléar |
| Participants | 137 écoliers de 2 collèges | 24 écoliers d'1 classe primaire | 326 écoliers de 8 écoles primaires |
| Calendrier | Avril 2006 | Février 2006 | Janvier 2007 |
| Fréquence | Ponctuelle | | |
| Résultats | 68% des questionnaires complétés ; 4,4% des ménages de l'île enquêtés ; 179 pêcheurs enquêtés | 96% des questionnaires complétés ; 35,3% des ménages de l'île enquêtés ; 32 pêcheurs enquêtés | 86% des questionnaires complétés ; 10,3% des ménages des villages de pêcheurs enquêtés ; 217 pêcheurs enquêtés |

Le résumé du degré d'implication, mesuré en termes de participation (nombre de participants, taux d'échantillonnage) et d'assiduité (taux de retour des questionnaires ou fiches de collecte), selon chaque méthode est présenté dans le Tableau 10.

Tableau 10. Nombre de participants, taux d'échantillonnage et assiduité des participants pour chaque méthode à Moorea, Tikehau et Tuléar.

| <i>Méthode</i> | <i>Moorea</i> | <i>Tikehau</i> | <i>Tuléar</i> |
|---|--|---|--|
| Enquêtes via les écoliers | Nombre de participants: 137 Taux de retour des questionnaires: 68% Taux d'échantillonnage: 4,4% des ménages | Nombre de participants: 24 Taux de retour des questionnaires: 96% Taux d'échantillonnage: 35,3% des ménages | Nombre de participants: 326 Taux de retour des questionnaires: 86% Taux d'échantillonnage: 10,3% des ménages |
| Suivi des captures (cahiers de pêche pour Moorea et Tikehau, suivi des débarquements par les mareyeuses à Tuléar) | Nombre de participants: 9 Taux d'échantillonnage: 0,2% des pêcheurs de Moorea (au début de l'expérience) Taux de retour des fiches: 9% | Nombre de participants: 10 Taux d'échantillonnage: 11% des pêcheurs de Tikehau (au début de l'expérience) Taux de retour des fiches: 8% (plus de retour après 6 mois) | Nombre de participants: 3 Taux de retour des fiches: 98% Taux d'échantillonnage: 4,3% des sorties de pêche des pêcheurs d'Ankiembe |
| Comptages visuels en plongée | Nombre de participants: 4 Taux de retour des fiches: 20% (plus de retour après 7 mois) | Nombre de participants: 3 Taux de retour des fiches: 24% (plus de retour après 9 mois) | |

3.3 Résultats : quantité et diversité d'indicateurs renseignés

Pour contribuer à l'évaluation de la faisabilité des méthodes de suivi participatif il est utile d'examiner la production d'indicateurs issus du test de ces méthodes sur les trois cas d'étude. Ainsi, sont présentés ci-dessous les résultats en termes de nombre et de diversité d'indicateurs mesurés pour chaque méthode. La diversité est appréciée par rapport au nombre de catégories d'indicateurs (telles que définies dans le tableau 1) qui a pu être renseigné. La qualité et la pertinence des données produites seront quant à elles évaluées aux chapitres 4 et 5 respectivement.

3.3.1 Moorea

3.3.1.1 Enquêtes de perception

Le tableau 11 présente les résultats de l'enquête de perception menée à Moorea. Il a été possible de renseigner 3 indicateurs (abondance en poissons comestibles, recouvrement en corail vivant et macroalgues) correspondant aux catégories, décrites dans le tableau 1, « populations exploitées » et « habitat ».

Tableau 11. Indicateurs calculés grâce aux enquêtes de perception à Moorea.

| | <i>Observation</i> | <i>Pourcentage des personnes enquêtées ayant fait cette observation (n=31)</i> |
|------------------------|--|--|
| Populations exploitées | Raréfaction des poissons d'espèces comestibles | 65% |
| Habitat | Diminution du recouvrement en corail vivant | 45% |
| | Augmentation du recouvrement en macroalgues | 35% |

3.3.1.2 Cahiers de pêche

La trop faible implication des pêcheurs volontaires dans ce programme ne permet pas de tirer d'informations concernant l'activité de pêche lagonaire à Moorea.

3.3.1.3 Comptages visuels en plongée

Un seul site a été échantillonné au moins trois fois, il s'agit d'un site de plongée sur la pente externe à l'est de la passe de Taotoi. Ce site situé à 15 m de profondeur a été échantillonné six fois pendant la saison sèche, par un moniteur de plongée, chargé de compter 11 espèces ou familles différentes sur ce site (annexe 8.4). La moyenne de la densité d'espèces commerciales adultes (appartenant à ces 11 espèces ou familles) présente sur ce site en saison sèche, ainsi calculée, s'élève à $41,9 \pm 24,6$ ind.km⁻². Ainsi, un seul indicateur, appartenant à la catégorie « populations exploitées » a pu être renseigné.

3.3.1.4 Enquêtes via les écoliers

Le tableau 12 et la figure 14 présentent les résultats de l'enquête via les écoliers menée à Moorea. Le nombre d'indicateurs d'impact potentiel de la pêche qui peut être renseigné grâce à cette méthode s'élève à 8 (rendement de la pêche lagonaire, nombre de pêcheurs lagonaire,

principales techniques de pêche utilisées, nombre de bateaux à moteur, nombre de sorties de pêche par mois, répartition de l'effort de pêche, quantité de poissons lagunaires consommée, espèces de poissons les plus consommées). Ces indicateurs appartiennent à 3 catégories : « activité de pêche », « menaces » et « consommation en poissons ». A noter que d'autres indicateurs sont produits, comme la typologie des pêcheurs par exemple. Même s'ils ne renseignent pas directement sur l'impact potentiel de la pêcherie, ils s'avèrent très utiles pour décrire et caractériser cette dernière. Cette remarque est valable pour les résultats issus des enquêtes via les écoliers sur les 3 sites.

Tableau 12. Indicateurs et descripteurs calculés grâce aux enquêtes via les écoliers à Moorea.

| | <i>Indicateur ou descripteur</i> | <i>Valeur</i> |
|--|--|---|
| Activité de pêche | Rendement de la pêche lagonaire (t. an ⁻¹) | 1 190±292 |
| | Rendement de la pêche lagonaire par km ² (t.an ⁻¹ .km ⁻²) | 24,5±6,0 |
| Menaces | Nombre de pêcheurs lagunaires | 3769±546 (26% de la population de Moorea) |
| | Moyenne d'âge des pêcheurs | 35±2 |
| | Pourcentage des pêcheurs pêchant moins d'une fois par semaine | 40% |
| | Pourcentage des pêcheurs pêchant une ou deux fois par semaine | 41% |
| | Pourcentage des pêcheurs pêchant trois fois ou plus par semaine | 13% |
| | Pourcentage des pêcheurs étant des pêcheurs professionnels (se sont déclarés pêcheurs de profession dans le questionnaire et vendent souvent ou tout le temps leurs produits de pêche) | 4% (1,0% de la population de Moorea) |
| | Pourcentage des pêcheurs étant des pêcheurs semi professionnels (ne sont pas pêcheurs de profession mais vendent de temps en temps ou souvent leurs produits de pêche) | 25% (6,4% de la population de Moorea) |
| | Pourcentage des pêcheurs étant des pêcheurs de loisir (ne vendent jamais leurs produits de pêche) | 64% (17% de la population de Moorea) |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche au fusil | 46% |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche à la ligne | 21% |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche à la canne à pêche | 16% |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche au filet | 8% |
| | Nombre de bateaux à moteur | 1 916±530 |
| | Nombre de sorties de pêche par mois | 23 377±3 316 |
| | Nombre de sorties de pêche par km ² par mois | 481±68 |
| | Répartition de l'effort de pêche (exprimée en nombre de sorties) sur le lagon de Moorea | Côte ouest : 45% Côte nord : 29% Côte est : 26% |
| Répartition de l'effort de pêche (exprimé en nombre de | Récif barrière : 45% | |

| | | |
|-------------------------|--|--|
| Consommation en poisson | sorties) par biotope | Chenaux et passes : 28% |
| | | Pente externe : 12% |
| | | Récif frangeant: 11% |
| | Quantité de poissons lagunaires consommée par habitant par an (kg. hab ⁻¹ .an ⁻¹) | 83±21 |
| | Fréquence de consommation de poissons lagunaires au sein des ménages (jour.semaine ⁻¹) | 2,2±0,3 |
| | Pourcentage des ménages qui consomment principalement des poissons d'origine non monétaire | 57% |
| | Les 15 espèces de poissons les plus consommées pendant la période d'enquête (pourcentage de citation) | <i>Scarus sp.</i> 16,3% <i>Myripristis sp.</i> 12,0% <i>Epinephelus merra</i> 11,6% <i>Caranx melampygius</i> 9,7% <i>Ctenochaetus striatus</i> 9,3% <i>Selar crumenophthalmus</i> 8,1% <i>Thunnus sp.</i> 7,4% <i>Naso unicornis</i> 3,5% <i>Sargocentron spiniferum</i> 2,7% <i>Siganus spinus</i> 2,3% <i>Coryphaena hippurus</i> 1,9% <i>Cephalopholis argus</i> 1,9% <i>Mulloides flavolineatus</i> 1,6% <i>Siganus argenteus</i> 1,2% <i>Katsuwonus pelamis</i> 0,8% |

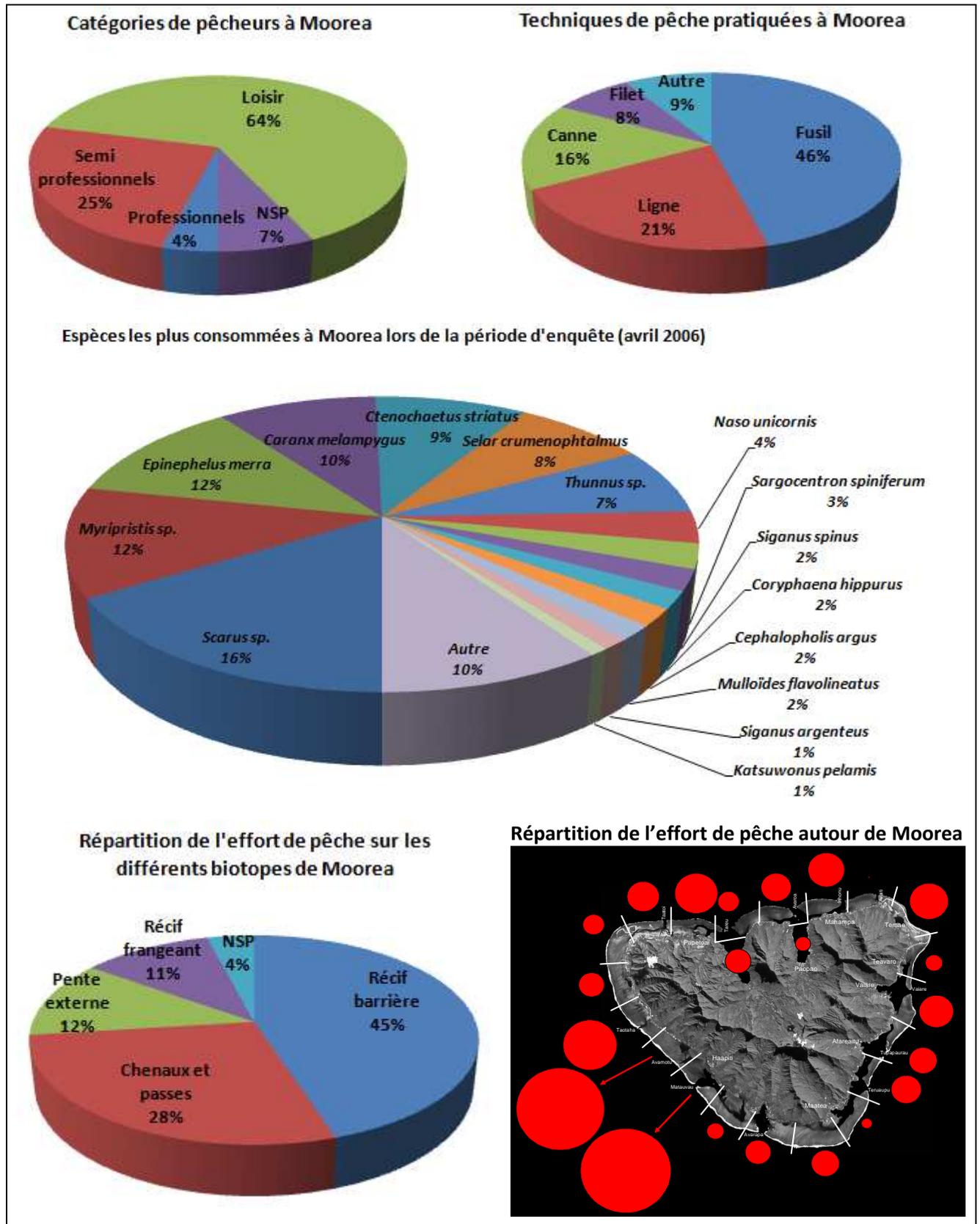


Figure 14. Illustration de quelques données obtenues grâce aux méthodes participatives testées à Moorea.

3.3.2 Tikehau

3.3.2.1 Enquêtes de perception

Le tableau 13 présente les résultats de l'enquête de perception menée à Tikehau. Il a été possible de renseigner 8 indicateurs permettant d'évaluer un impact potentiel de la pêche. Ces indicateurs sont : abondance de *Epinephelus polyphkadion*, abondance des poissons d'espèces comestibles, abondance des bénéitiers, abondance de *Naso brevirostris*, abondance des langoustes, recouvrement en corail vivant dans le lagon, recouvrement en macroalgues dans le lagon, effort de pêche. Les catégories d'indicateurs renseignées sont « populations exploitées », « habitat » et « menaces ».

Tableau 13. Indicateurs et descripteurs calculés grâce aux enquêtes de perception à Tikehau.

| | <i>Observation</i> | <i>Pourcentage des personnes enquêtées ayant fait cette observation (n=18)</i> |
|------------------------|--|--|
| Populations exploitées | Raréfaction de <i>Epinephelus polyphkadion</i> | 56% |
| | Raréfaction des poissons d'espèces comestibles | 44% |
| | Raréfaction des bénéitiers | 44% |
| | Raréfaction de <i>Naso brevirostris</i> | 28% |
| | Raréfaction des langoustes | 28% |
| Habitat | Diminution du recouvrement en corail vivant dans le lagon | 39% |
| | Invasion de macroalgues dans le lagon (dont <i>Turbinaria sp.</i>) | 50% |
| Milieu | Augmentation de la turbidité de l'eau | 28% |
| Menaces | Diminution de l'effort de pêche (moins de pêcheurs et moins de parcs à poissons par rapport aux années 1980) | 28% |

3.3.2.2 Cahiers de pêche

La trop faible implication des pêcheurs volontaires dans ce programme ne permet pas de tirer d'informations concernant l'activité de pêche lagonaire à Tikehau.

3.3.2.3 Comptages visuels en plongée

Un seul site a été échantillonné au moins trois fois, il s'agit d'un site dans le lagon à proximité de la passe (Mahina Puaana). Ce site situé à 3-6 m de profondeur a été échantillonné trois fois pendant la saison sèche, par un pêcheur, en apnée, chargé de compter toutes les espèces comestibles sur ce site (annexe 8.5). La moyenne de la densité d'espèces commerciales

adultes présentes sur ce site en saison sèche, ainsi calculée, s'élève à $313\pm 306 \text{ ind.km}^{-2}$. Ainsi, un seul indicateur, appartenant à la catégorie « populations exploitées » a pu être renseigné.

3.3.2.4 Enquêtes via les écoliers

Le tableau 14 et la figure 15 présentent les résultats de l'enquête via les écoliers menée à Tikehau. Le nombre d'indicateurs d'impact potentiel de la pêche qui peuvent être renseignés grâce à cette méthode s'élève à 8 (rendement de la pêche lagonaire, nombre de pêcheurs lagonaire, principales techniques de pêche utilisées, nombre de bateaux à moteur, nombre de sorties de pêche par mois, répartition de l'effort de pêche, quantité de poissons lagonaire consommée, espèces de poissons les plus consommées). Ces indicateurs appartiennent à 3 catégories : « activité de pêche », « menaces » et « consommation en poissons ».

Tableau 14. Indicateurs et descripteurs calculés grâce aux enquêtes via les écoliers à Tikehau.

| | <i>Indicateur ou descripteur</i> | <i>Valeur</i> |
|--|--|---|
| Activité de pêche | Rendement de la pêche lagonaire (t. an ⁻¹) | 150±39 |
| | Rendement de la pêche lagonaire par km ² (t.an ⁻¹ .km ⁻²) | 0,4±0,1 |
| Menaces | Nombre de pêcheurs lagonaire | 91±21 (22% de la population de Tikehau) |
| | Moyenne d'âge des pêcheurs | 33±4 |
| | Pourcentage des pêcheurs pêchant moins d'une fois par semaine | 31% |
| | Pourcentage des pêcheurs pêchant une ou deux fois par semaine | 56% |
| | Pourcentage des pêcheurs pêchant trois fois ou plus par semaine | 9% |
| | Pourcentage des pêcheurs étant des pêcheurs professionnels (se sont déclarés pêcheurs de profession dans le questionnaire et vendent souvent ou tout le temps leurs produits de pêche) | 9% (2% de la population de Tikehau) |
| | Pourcentage des pêcheurs étant des pêcheurs semi professionnels (ne sont pas pêcheurs de profession mais vendent de temps en temps ou souvent leurs produits de pêche) | 41% (9% de la population de Tikehau) |
| | Pourcentage des pêcheurs étant des pêcheurs de loisir (ne vendent jamais leurs produits de pêche) | 41% (9% de la population de Tikehau) |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche au fusil | 44% |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche au filet | 22% |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche à la ligne | 19% |
| Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche à la canne à pêche | 9% | |
| Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche au parc à poisson | 6% | |

| | | |
|-------------------------|--|--|
| | Nombre de bateaux à moteur | 82±25 |
| | Nombre de sorties de pêche par mois | 550±159 |
| | Nombre de sorties de pêche par km ² par mois | 1,4±0,4 |
| | Répartition de l'effort de pêche (exprimée en nombre de sorties) dans le lagon de Tikehau | Ouest : 63% Sud : 18% Nord : 12% Est : 7% |
| Consommation en poisson | Quantité de poissons lagunaires consommée par habitant par an (kg. hab ⁻¹ .an ⁻¹) | 115±55 |
| | Fréquence de consommation de poissons lagunaires au sein des ménages (jour.semaine ⁻¹) | 3,3±0,7 |
| | Pourcentage des ménages qui consomment principalement des poissons d'origine non monétaire | 71% |
| | Les 15 espèces de poissons les plus consommées pendant la période d'enquête (pourcentage de citation) | <i>Lutjanus gibbus</i> 26% <i>Lethrinus olivaceus</i> 10% <i>Caranx melampygius</i> 10% <i>Selar crumenophthalmus</i> 8% <i>Scarus ghobban</i> 8% <i>Naso unicornis</i> 4% <i>Naso brevirostris</i> 4% <i>Epinephelus polyphekadion</i> 4% <i>Albula glossodonta</i> 4% <i>Sargocentron spiniferum</i> 2% <i>Naso annulatus</i> 2% <i>Myripristis sp.</i> 2% <i>Lutjanus monostigma</i> 2% <i>Lutjanus fulvus</i> 2% <i>Epinephelus merra</i> 2% |
| | | |

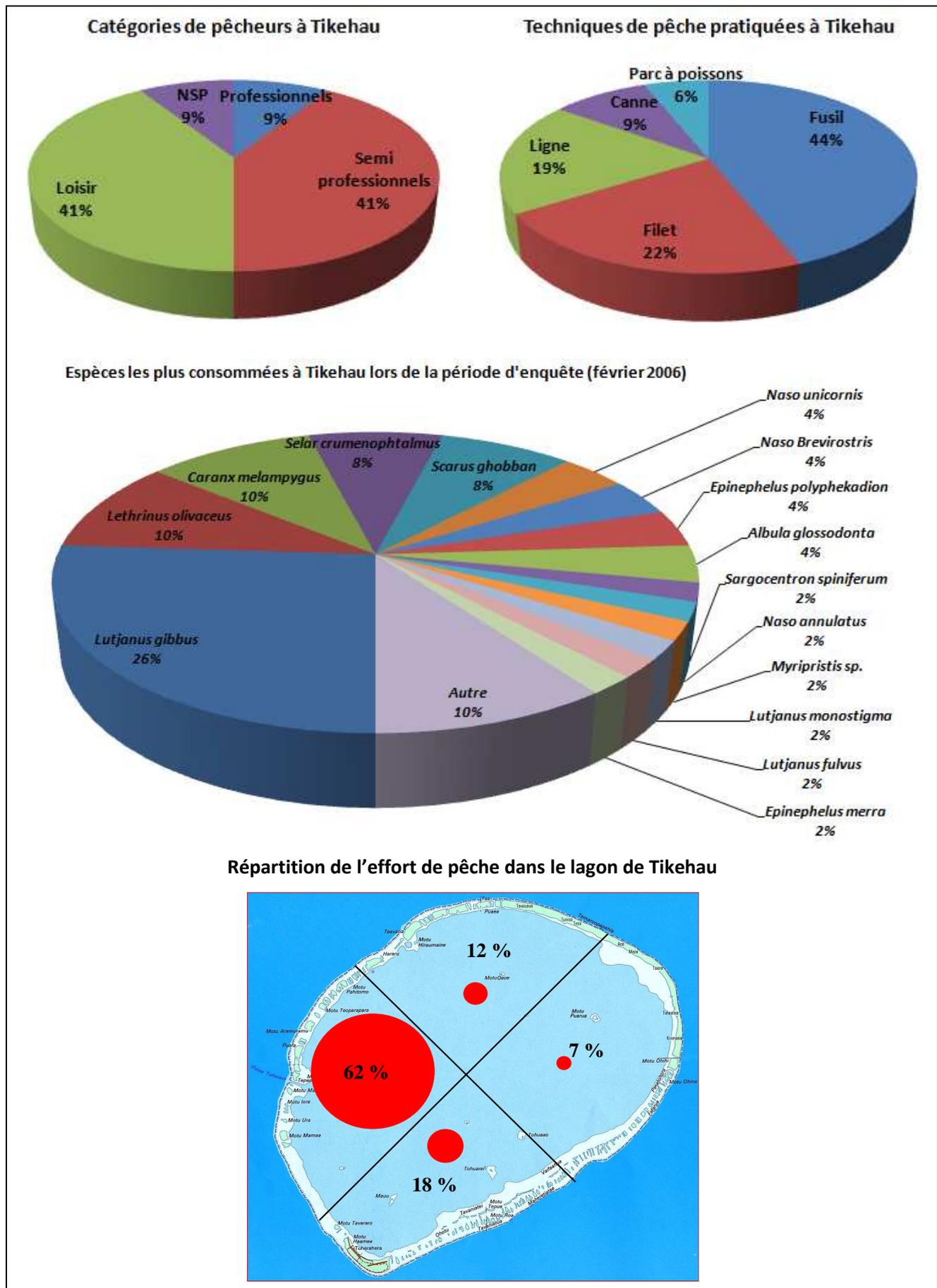


Figure 15. Illustration de quelques données obtenues grâce aux méthodes participatives testées à Tikehau.

3.3.3 Tuléar

3.3.3.1 Enquêtes de perception

Le tableau 15 présente les résultats de l'enquête de perception menée à Tuléar. Le nombre d'indicateurs de la durabilité biologique de la pêche obtenus grâce à cette méthode est de 23 (abondance des poissons d'espèces commerciales, taille des poissons d'espèces commerciales, abondance des holothuries comestibles, changement d'habitat des poissons, abondance des tortues, abondance des langoustes, abondance des coquillages comestibles, changement de comportement des poissons, localisation des zones de reproduction et de nurseries, abondance des oursins comestibles, abondance des crabes, recouvrement en corail vivant, recouvrement des herbiers, poids moyen des captures par sortie de pêche, nombre de pêcheurs, nombre de pirogues, éloignement des zones de pêche, diversification des techniques de pêche pratiquées, durée des sorties de pêche, fréquence des sorties de pêche, nombre de filets, taille des mailles des filets, quantité pêchée gardée pour la consommation du ménage du pêcheur). Ces indicateurs appartiennent à 5 catégories d'indicateurs : « populations exploitées », « habitat », « activité de pêche », « menaces » et « consommation en poissons ». D'autres informations, intéressantes pour connaître l'évolution de l'écosystème (ensablement de la baie, augmentation de la turbidité etc.), sont délivrées par les personnes enquêtées. Mais elles ne renseignent pas sur un impact potentiel de la pêche.

Tableau 15. Indicateurs et descripteurs calculés grâce aux enquêtes de perception à Tuléar.

| | <i>Observation</i> | <i>Pourcentage des personnes enquêtées ayant fait cette observation (n=70)</i> |
|--------------------------|--|--|
| Populations exploitées | Raréfaction des poissons d'espèces commerciales | 96% |
| | Diminution de la taille des poissons d'espèces commerciales | 59% |
| | Raréfaction des holothuries comestibles | 57% |
| | Les poissons vivent plus profond et plus au large | 56% |
| | Raréfaction des tortues | 54% |
| | Raréfaction des langoustes | 54% |
| | Raréfaction des coquillages comestibles | 49% |
| | Les poissons sont devenus plus craintifs vis à vis de l'homme | 47% |
| | Les zones de reproduction et de nurseries se sont éloignées de la côte vers le large | 46% |
| | Raréfaction des oursins comestibles (<i>Tripneustes gratilla</i>) | 43% |
| Habitat | Raréfaction des crabes | 29% |
| | Ensemblement de la baie et de ses récifs | 100% |
| | Diminution du recouvrement en corail vivant | 90% |
| | Raréfaction des herbiers | 90% |
| | Diminution de l'étendue recouverte par des mangroves | 77% |
| Milieu | Envasement de la baie | 40% |
| | Augmentation de la température atmosphérique | 96% |
| | Augmentation de la force des courants marins | 80% |
| | Augmentation de la turbidité de l'eau de mer | 59% |
| Activité de pêche | Raréfaction des pluies | 53% |
| | Diminution du poids moyen des captures par sortie de pêche | 100% |
| | Eloignement des zones de pêche | 69% |
| Menaces | Augmentation de la durée des sorties de pêche | 60% |
| | Augmentation du nombre de pêcheurs | 100% |
| | Augmentation du nombre de pirogues | 94% |
| | Diversification des techniques de pêche pratiquées (filet nylon, fusil sous marin, filet moustiquaire) | 63% |
| | Augmentation de la fréquence des sorties de pêche | 50% |
| Consommation en poissons | Augmentation du nombre de filets | 37% |
| | Diminution de la taille des mailles des filets | 30% |
| | Diminution de quantité pêchée gardée pour la consommation du ménage du pêcheur | 100% |

3.3.3.2 Enquêtes au débarquement par les mareyeuses

Le tableau 16 présente les résultats du suivi des débarquements mené à Tuléar. Les 3 indicateurs de durabilité de la pêcherie mesurés grâce à cette méthode sont : les captures par unité d'effort, la proportion d'espèces piscivores dans les captures et plus généralement la composition spécifique des captures. Ils concernent une seule catégorie d'indicateur : « activité de pêche ».

Tableau 16. Indicateurs et descripteurs calculés grâce au suivi des débarquements à Tuléar.

| | <i>Indicateur ou descripteur</i> | <i>Valeur</i> | |
|--|--|--|-------------|
| Activité de pêche | CPUE pour la pêche à la ligne (kg.pêcheur ⁻¹ .sortie ⁻¹) | 6,3±0,5 | |
| | CPUE pour la pêche au filet (kg.pêcheur ⁻¹ .sortie ⁻¹) | 7,9±0,7 | |
| | CPUE pour la pêche à la senne (kg.pêcheur ⁻¹ .sortie ⁻¹) | 9,4±0,8 | |
| | CPUE toutes techniques confondues (kg.pêcheur ⁻¹ .sortie ⁻¹) | 7,8±0,7 | |
| | Proportion d'espèces piscivores dans les captures à la ligne | 55 % | |
| | Proportion d'espèces piscivores dans les captures au filet | 3 % | |
| | Proportion d'espèces piscivores dans les captures à la senne | 11% | |
| | Composition des captures pour la pêche à la ligne pendant la saison chaude (les pourcentages sont calculés à partir du ratio poids des captures de la famille/ poids des captures totales) | Scombridae | 36,8% |
| | | Calamar | 16,7 % |
| | | Lethrinidae | 11,0% |
| | | Carangidae | 8,6% |
| | | Siganidae | 7,6% |
| | | Requin | 3,4% |
| | | Lutjanidae | 3,3% |
| | | Sphyraenidae | 3,2% |
| | | Istiophoridae | 3,0% |
| | | Serranidae | 2,5% |
| | | Pomacentridae | 1,4% |
| | | Autre | 2,5% |
| | | Composition des captures pour la pêche au filet pendant la saison chaude | Lethrinidae |
| Acanthuridae | 41,4% | | |
| Gerreidae | 6,0% | | |
| Calamar | 3,7% | | |
| Hemiramphidae | 1,6% | | |
| Carangidae | 0,9% | | |
| Autre | 0,9% | | |
| Composition des captures pour la pêche au filet pendant la saison froide | Clupeidae | 61,2% | |
| | Acanthuridae | 18,2% | |
| | Lethrinidae | 5,5% | |
| | Carangidae | 4,7% | |
| | Chirocentridae | 2,2% | |
| | Gerreidae | 0,7% | |
| | Hemiramphidae | 0,6% | |
| | Autre | 6,9% | |
| Composition des captures pour la pêche à la senne pendant la saison chaude | Clupeidae | 18,9% | |
| | Engraulidae | 17,4% | |
| | Carangidae | 6,1% | |
| | Siganidae | 6,0% | |
| | Holothurie | 4,6% | |
| | Labridae | 3,6% | |
| | Hemiramphidae | 3,5% | |
| | Mullidae | 3,3% | |
| | Caesionidae | 3,1% | |
| | Sphyraenidae | 2,8% | |
| | Autre | 30,6% | |
| Composition des captures pour la pêche à la senne pendant la saison froide | Clupeidae | 20,7% | |
| | Engraulidae | 13,9% | |
| | Carangidae | 9,1% | |
| | Labridae | 5,3% | |
| | Crevette | 4,6% | |
| | Holothurie | 4,3% | |
| | Siganidae | 3,4% | |
| | Caesionidae | 3,3% | |
| | Hemiramphidae | 3,2% | |
| | Mullidae | 3,1% | |
| Autre | 29,2% | | |

3.3.3.3 Enquêtes via les écoliers

Le tableau 17 présente les résultats de l'enquête via les écoliers menée à Tuléar. Il a été possible de renseigner 10 indicateurs permettant d'évaluer un impact potentiel de la pêche (nombre de pêcheurs, principales techniques de pêche utilisées, nombre de pirogues, durée moyenne d'une sorties de pêche, CPUE, rendement de pêche, répartition de l'effort de pêche, espèces les plus souvent pêchées, quantité de poissons consommés, pourcentage des captures destinées à l'autoconsommation). Ces indicateurs appartiennent à 3 catégories : « activité de pêche », « menaces » et « consommation en poissons ».

Tableau 17. Indicateurs et descripteurs calculés grâce aux enquêtes via les écoliers à Tuléar.

| | <i>Indicateur ou descripteur</i> | <i>Valeur</i> | |
|---|--|--|-------|
| Activité de pêche | Durée moyenne d'une sorties de pêche (heures) | 6,4±0,2 | |
| | CPUE (kg.pêcheur ⁻¹ .sortie ⁻¹) | 7,4±1,2 | |
| | Rendement de pêche (t. an ⁻¹) | 2700±436 | |
| | Rendement de pêche (t.an ⁻¹ .km ⁻²) | 14,2±2,3 | |
| | CPUE pêche à pied (kg.pêcheur ⁻¹ .sortie ⁻¹) | 14,4±2,5 | |
| | Rendement de pêche à pied (t. an ⁻¹) | 955±166 | |
| | Les 10 espèces les plus fréquemment citées comme étant le plus souvent pêchées (pourcentage de citation) | <i>Herklotsichthys quadrimaculatus</i> | 5,3% |
| | | <i>Siganus sutor</i> | 4,4 % |
| | | <i>Scomberomorus plurilineatus</i> | 4,4 % |
| | | <i>Selar crumenophthalmus</i> | 3,3 % |
| | | <i>Gerres acinaces</i> | 2,9 % |
| | | <i>Lethrinus mahsena</i> | 2,9% |
| | | <i>Scarus ghobban</i> | 2,8 % |
| | | <i>Acanthurus xanthopterus</i> | 2,7 % |
| <i>Hyphoramphus unifasciatus</i> | | 2,5 % | |
| <i>Upeneus vittatus</i> | | 2,2 % | |
| Les 10 espèces ou organismes les plus fréquemment cités comme étant le plus souvent pêchées par la pêche à pied (pourcentage de citation) | Holothurie | 7,6% | |
| | Poulpe | 7,4% | |
| | Coquillage | 7,1% | |
| | <i>Siderea picta</i> | 4,0% | |
| | Oursin | 3,5% | |
| | Crabe | 3,2% | |
| | <i>Herklotsichthys quadrimaculatus</i> | 3,0% | |
| | <i>Siganus sutor</i> | 2,9% | |
| | <i>Lethrinus mahsena</i> | 2,7% | |
| | Sèche | 2,6% | |
| Menaces | Nombre de pêcheurs (H>15ans) | 1970±438 | |
| | Moyenne d'âge des pêcheurs (H>15ans) | 30,5± 2,2 | |
| | Nombre de pêcheurs (F>15ans) | 570±205 | |
| | Moyenne d'âge des pêcheurs (F>15ans) | 30,2±2,7 | |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche au filet | 27% | |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche à la ligne | 21% | |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche à la senne | 15% | |
| | Pourcentage des pêcheurs pratiquant principalement la pêche au filet moustiquaire | 9% | |

| | | |
|-------------------------|---|--|
| | Pourcentage des femmes pêcheurs à pied pratiquant principalement la pêche au harpon | 67% |
| | Pourcentage des femmes pêcheurs à pied pratiquant principalement la pêche au filet moustiquaire | 33% |
| | Nombre de pirogues | 1902±317 |
| | Répartition de l'effort de pêche, exprimée en pourcentage de citation des sites les plus fréquentés, présentation des dix premiers sites (cf. Figure 17). | Hors de la baie (nord ou sud) 15,2 % Andaboy 6,8 % Ankarandava 4,6 % Dimadimatse 3,9 % Andoharano 3,8 % Anjetike 3,6 % Ambato be 2,8% Norikazo 2,7 % Mariana 2,7 % |
| | Répartition de l'effort de pêche à pied, exprimée en pourcentage de citation des sites les plus fréquentés, présentation des dix premiers sites (cf. Figure 18) | Hors de la baie (nord ou sud) 12,1% Ankarandava 5,9% Andaboy 5,0% Ambato be 4,2% Andoharano 4,2% Dimadimatse 3,7% Andaboifolake 3,6% Mariana 3,0% Anjetike 2,8% |
| Consommation en poisson | Quantité de poissons consommés dans les villages/quartiers de pêcheurs (kg. hab ⁻¹ .an ⁻¹) | 50±4 |
| | Fréquence de consommation en poissons récifaux du ménage dans les villages/quartiers de pêcheurs (jour.semaine ⁻¹) | 3,3±0,2 |
| | Pourcentage des captures destinées à l'autoconsommation | 26% |

La figure 16 illustre quelques unes des données obtenues grâce aux méthodes participatives testées à Tuléar.

Le chapitre suivant présente la phase 4 de la démarche de travail, à savoir l'analyse de la qualité des données produites par les méthodes participatives testées à Moorea, Tikehau et Tuléar.

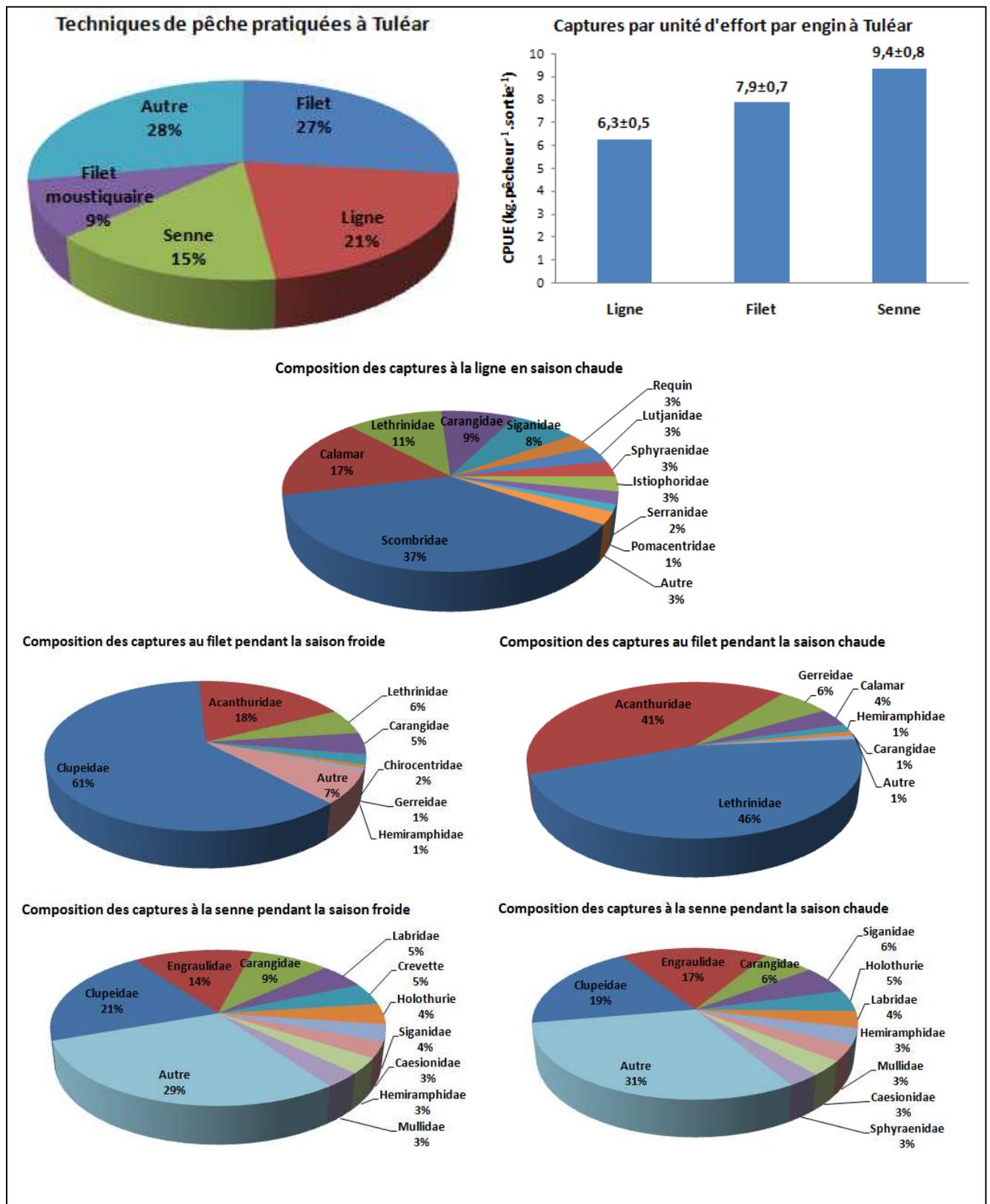


Figure 16. Illustration de quelques données obtenues grâce aux méthodes participatives testées à Tuléar.

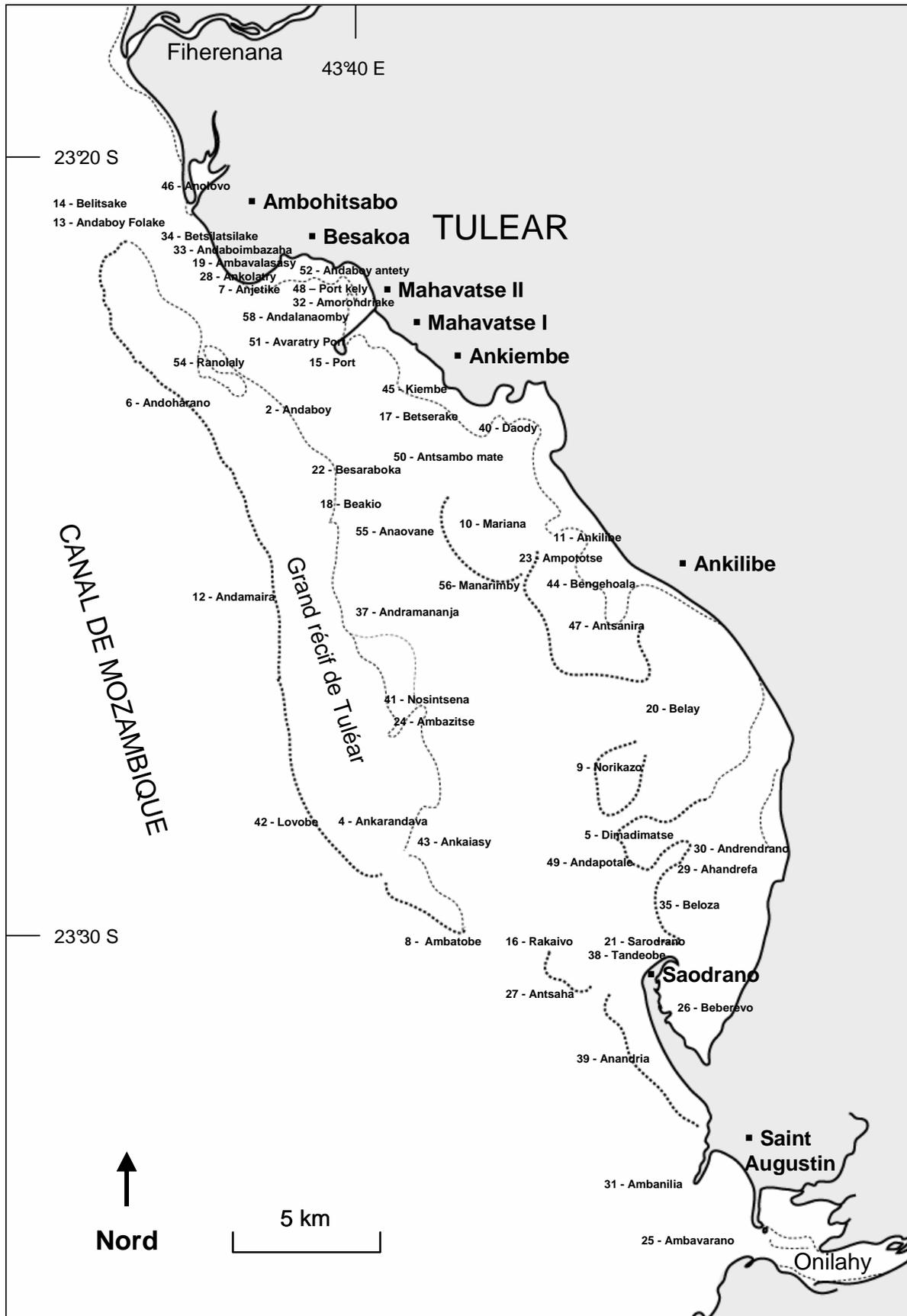


Figure 17. Sites de pêche de la baie de Tuléar cités comme étant les plus fréquentés par les pêcheurs lors de l'enquête menée par les écoliers. Les sites sont numérotés par ordre décroissant de fréquentation.

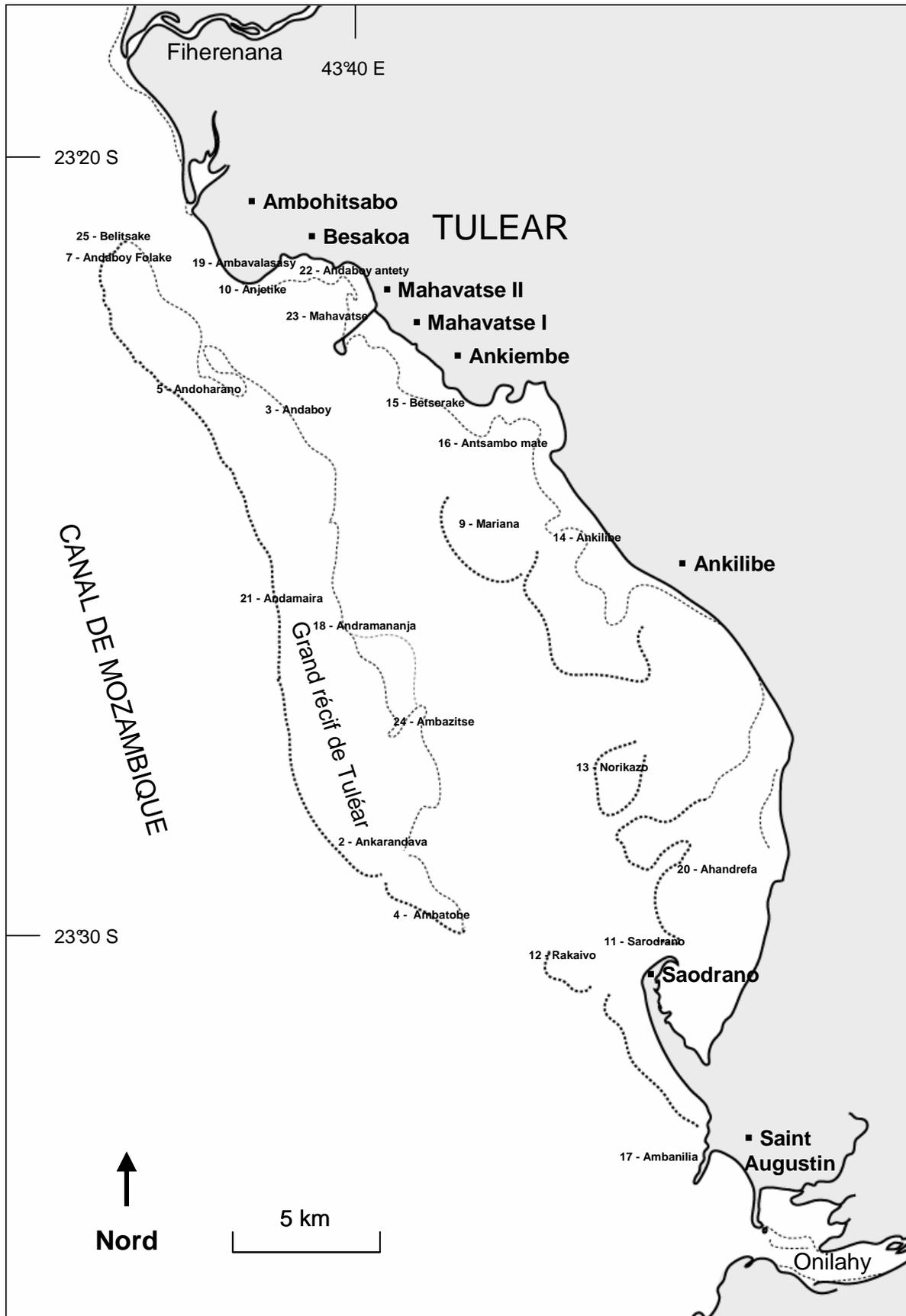


Figure 18. Sites de pêche de la baie de Tuléar cités comme étant les plus fréquentés par les femmes pratiquant la pêche à pied lors de l'enquête menée par les écoliers. Les sites sont numérotés par ordre décroissant de fréquentation.

4 Evaluation de la qualité des données et de la pertinence des informations obtenues

4.1 *Qualité des données*

4.1.1 Méthodologie

La quatrième phase de la démarche de travail concerne l'analyse de la qualité des données issues des méthodes de suivi participatif testées à Moorea et Tikehau et d'une moindre mesure à Tuléar. Cette analyse de la qualité des données porte plus particulièrement sur l'exactitude des données ou informations obtenues. L'évaluation de cette exactitude est réalisée en comparant les données collectées par les non professionnels, impliqués dans les suivis participatifs mis en œuvre à Moorea, Tikehau et Tuléar, à des données collectées par des scientifiques. Les méthodes utilisées pour évaluer la qualité des données obtenues par les méthodes de suivi participatif testées sur le terrain sont présentées en détail ci-dessous.

4.1.1.1 Enquêtes de perception

Au cours des trente dernières années, de nombreuses études scientifiques ont été menées à Moorea, Tikehau et Tuléar. Il a donc été possible de comparer les tendances dans l'évolution de paramètres du milieu marin et de l'activité de pêche, observées par les enquêtés des enquêtes de perception, aux tendances relevées dans la littérature scientifique.

4.1.1.2 Cahiers de pêche

Face au trop faible retour de fiches de pêche, il n'a pas été possible d'analyser la qualité des données qui en sont issues.

4.1.1.3 Comptages visuels en plongée

Cinq participants (1 moniteur de plongée et 1 pêcheur à Moorea, 2 moniteurs de plongée et 1 pêcheur à Tikehau) ont réalisé une fois le suivi de leur site respectif en parallèle avec un scientifique. Le test de corrélation de Spearman a été utilisé pour savoir s'il existe une

corrélation significative entre les abondances des espèces observées par le scientifique avec celles observées par les participants non professionnels. Les similitudes en termes de composition spécifique des observations faites sur chaque site par chaque participant et par le scientifique ont été mesurées grâce au coefficient de Jaccard (J).

$$J = A \div (A + B + C)$$

A: nombre d'espèces comptées sur un même transect par les deux observateurs (scientifique et participant non professionnel)

B: nombre d'espèces observées uniquement par le participant non professionnel

C: nombre d'espèces observées uniquement par le scientifique

4.1.1.4 Enquêtes via les écoliers

Un test t de Student à un échantillon a été utilisé pour savoir si les données obtenues via les écoliers diffèrent significativement d'une valeur hypothétique. En guise de valeur hypothétique ont été utilisés les résultats d'enquêtes similaires réalisées par des scientifiques à Moorea et à Tikehau (Yonger 2002, Lagadec 2003). Les études menées par les écoliers et par les scientifiques, ont été conduites sur les mêmes populations (Moorea et Tikehau), avec un effort d'échantillonnage similaire et en utilisant le même type de questionnaire à l'attention des ménages.

4.1.2 Résultats

4.1.2.1 Enquêtes de perception

Les comparaisons entre les tendances observées, dans l'évolution des ressources, des habitats et des activités de pêche, par les usagers (enquêtes de perception) et les tendances relevées dans la littérature scientifique sont présentées au Tableau 18 pour Moorea, au Tableau 19 pour Tikehau et au Tableau 20 pour Tuléar. Sont considérées dans cette analyse uniquement les observations partagées par au moins 25% des enquêtées. Sur les 43 observations réalisées par au moins 25% des personnes enquêtées à Moorea, Tikehau et Tuléar, 14 ont pu être comparées à des faits tirés de la littérature scientifique : toutes ces tendances observées par les personnes enquêtées sont confirmées par les tendances relevées dans les travaux passés. Pour les 29 autres déclarations, aucune étude scientifique ne permet d'infirmer ou de confirmer les tendances observées.

Il est important de souligner les limites de ces comparaisons entre tendances observées par des usagers et tendances relevées dans la littérature scientifique. L'échelle spatiale et temporelle d'observation n'est pas la même. Les tendances relevées par les usagers sont celles qui découlent d'une observation régulière (presque continue) et sur une longue échelle de temps du milieu marin exploité (sites de pêche par exemple). De nombreuses tendances tirées de la littérature scientifique sont identifiées à partir d'études ponctuelles très espacées dans le temps. Les sites utilisés par les scientifiques pour identifier des changements sont supposés être représentatifs du milieu étudié contrairement à ceux observés par les usagers.

Tableau 18. Comparaison entre les tendances, de composants milieu marin de Moorea, observées par les usagers et celles relevées dans la littérature scientifique.

| <i>Principales tendances observées par les enquêtés (entre parenthèses figure le pourcentage d'enquêtés ayant réalisé la même observation)</i> | <i>Tendances relevées dans la littérature scientifique</i> | <i>Comparaison des tendances</i> |
|--|---|----------------------------------|
| Raréfaction des poissons d'espèces comestibles (65) | Légère diminution de la densité des poissons d'espèces commerciales sur la radiale de Tiahura entre 1987 et 2002 (Brenier 2003) | Identiques |
| Diminution du recouvrement en corail vivant dans le lagon (45) | Diminution du recouvrement en corail vivant entre 1979 et 1987 sur le récif barrière (Fagerstrom 1992) et depuis 1979 sur le récif frangeant (Augustin et al. 1999) | Identiques |
| Augmentation du recouvrement en macroalgues dans le lagon (35) | Augmentation de l'abondance des macroalgues à partir de 1971 sur le récif barrière (Payri and Naim 1982, Payri 1987) | Identiques |

Tableau 19. Comparaison entre les tendances, de composants du milieu marin et des activités de pêche de Tikehau, observées par les usagers et celles relevées dans la littérature scientifique.

| <i>Principales tendances observées par les enquêtés (entre parenthèses figure le pourcentage d'enquêtés ayant réalisé la même observation)</i> | <i>Tendances relevées dans la littérature scientifique</i> | <i>Comparaison des tendances</i> |
|--|---|----------------------------------|
| Raréfaction de <i>Epinephelus polyphkadion</i> (56) | Diminution de l'abondance de <i>Epinephelus polyphkadion</i> entre 1987 et 2003 (Ferraris et al. 2005) | Identiques |
| Invasion de macroalgues dans le lagon (dont <i>Turbinaria sp.</i>) (50) | Avant 1980, <i>Turbinaria sp.</i> , n'était pas présente dans l'archipel des Tuamotu, elle commence à y apparaître en 1985 et 1990 (Martinez et al. 2007) | Identiques |
| Raréfaction des poissons d'espèces comestibles (44) | Diminution de l'abondance des espèces de poissons commerciaux sur les zones de pêche les plus pêchées entre 1987 et 2003 (Ferraris et al. 2005) | Identiques |
| Raréfaction de <i>Naso brevirostris</i> (28) | Diminution de l'abondance de <i>Naso brevirostris</i> entre 1987 et 2003 (Ferraris et al. 2005) | Identiques |
| Diminution du nombre de pêcheurs (28) | 1984 : 30 pêcheurs professionnels (Blanchet et al. 1985) 2003: 7 pêcheurs professionnels (Lagadec 2003) | Identiques |
| Diminution du nombre de parcs à poissons (28) | 1987: 9 parcs à poissons (Caillart 1988) 2003: 7 parcs à poissons (Lagadec 2003) | Identiques |

Tableau 20. Comparaison entre certaines tendances, de composants du milieu marin et des activités de pêche de Tuléar, observées par les usagers et celles relevées dans la littérature scientifique.

| <i>Quelques tendances observées par les personnes enquêtées (entre parenthèses figure le pourcentage d'enquêtés ayant réalisé la même observation)</i> | <i>Tendances relevées dans la littérature scientifique</i> | <i>Comparaison des tendances</i> |
|--|--|----------------------------------|
| Augmentation du nombre de pêcheurs (100) | Le nombre de pêcheurs de la province de Tuléar a augmenté de 57% entre 1972 et 1988 (Bellemans 1989) | Identiques |
| Diminution du poids moyen des captures par sortie de pêche (100) | Les captures par unité d'effort étaient considérablement plus élevées, dans la baie de Tuléar, en 1958 (Lagouin 1959) par rapport à 1990 (Laroche and Ramanarivo 1995) | Identiques |
| Diminution du recouvrement en corail vivant (90) | Blanchissement, nécrose ou mortalité des coraux branchus sur l'ensemble des platiers du front externe et du pourtour des criques, des vasques et de la Grande vasque du Grand Récif de Tuléar (Vasseur 1997) | Identiques |
| Diminution de l'étendue recouverte par des mangroves (77) | Destruction des mangroves du Nord-Fiherenana, de l'anse de Sarodrano et du récif frangeant de Songoritelo, principalement en raison de la coupe de bois de feu (Vasseur 1997) | Identiques |
| Augmentation de la turbidité de l'eau de mer (59) | Accroissement de la turbidité côtière sur les récifs et dans les eaux lagonaires, en raison d'une forte augmentation des apports terrigènes véhiculés par les fleuves Onilahy et Fiherenana (Vasseur 1997) | Identiques |

4.1.2.2 Comptages visuels en plongée

Il y a en moyenne 73 % de similarité entre la composition spécifique des comptages réalisés par les scientifiques et ceux réalisés par les participants non professionnels, selon le coefficient de Jaccard. Le test de corrélation de Spearman conclut en une corrélation significative entre les abondances observées par le scientifique et celles observées par les participants non professionnels ($r=0,5515$; $p<0,0001$; $n=52$).

4.1.2.3 Enquêtes au débarquement par les mareyeuses

Aucun test de l'exactitude des données n'a été réalisé pour cette méthode. Par contre, le fait d'utiliser plusieurs méthodes pour collecter des données permet de croiser les informations. Il est intéressant de noter que le taux de capture par unité d'effort obtenu à partir du suivi des débarquements par les mareyeuses et celui obtenu à partir des enquêtes via les écoliers sont similaires ($7,8\pm 0,7$ et $7,4\pm 1,2$ respectivement). Enfin, un échantillonnage similaire à celui réalisé par les mareyeuses sur la plage d'Ankiembe a été réalisé, sur une même période (de août à février), par des scientifiques, en 1989-1990 (Laroche and Ramananarivo 1995). Si il n'est pas possible d'utiliser les données obtenues par les scientifiques pour déterminer l'exactitude des données obtenues par les mareyeuses, étant donné que 17 années séparent les deux échantillonnages, il est envisageable de comparer les ordres de grandeur des données et ainsi identifier toute valeur aberrante de la part des mareyeuses. En effet, les résultats obtenus par les scientifiques sur les caractéristiques de la pêcherie de Tuléar dans les années 1990, peuvent être considérés comme des valeurs de référence. Toute valeur, obtenue par le suivi des mareyeuses, qui s'écarterait de façon démesurée de ces valeurs de référence pourrait être considérée comme fautive. Or, les taux de captures par unité d'effort par technique ($\text{kg.pêcheur}^{-1}.\text{sortie}^{-1}$) calculés à partir des données collectées par les scientifiques et par les mareyeuses sont du même ordre de grandeur (8,25 et 9,4 respectivement pour la pêche à la senne ; 6,7 et 7,9 respectivement pour la pêche au filet ; et 4,8 et 6,3 respectivement pour la pêche à la ligne). En 1989-1990, les familles de poissons composant essentiellement les captures étaient les Lethrinidae et Scombridae pour la pêche à la ligne, les Clupeidae, les Lethrinidae et Gerreidae pour la pêche au filet et les Siganidae et Caesionidae pour la pêche à la seine (Laroche and Ramananarivo 1995). On retrouve pratiquement les mêmes familles dominant les captures échantillonnées par les mareyeuses : Scombridae et Lethrinidae pour la pêche à la ligne, Clupeidae, Lethrinidae, et Acanthuridae (et non pas Gerreidae) pour la pêche au filet, et Clupeidae et Engraulidae (au lieu de Siganidae et Caesionidae) pour la pêche à la

senne. Hormis pour la pêche à la senne ce sont quasiment les mêmes familles qui dominent les captures échantillonnées par les scientifiques et par les mareyeuses (Laroche and Ramananarivo 1995).

4.1.2.4 Enquêtes via les écoliers

Les résultats obtenus par les enquêtes réalisées par les écoliers et ceux obtenus par une méthode identique, à savoir des enquêtes au sein des ménages, mais réalisées par des scientifiques sont comparés dans le tableau 21.

Tableau 21. Comparaison entre les résultats des enquêtes scientifiques et des enquêtes réalisées par les écoliers à Moorea et Tikehau (l'intervalle de confiance est donné avec $\alpha=0,05$).

| | <i>Moorea</i> | | <i>Tikehau</i> | |
|---|-------------------------------|--|-------------------------------|---|
| | <i>Résultats des écoliers</i> | <i>Résultats des scientifiques (Yonger 2002)</i> | <i>Résultats des écoliers</i> | <i>Résultats des scientifiques (Lagadec 2003)</i> |
| Pourcentage de pêcheurs | 26,2% | 23,4% | 22,3% | 27,3% |
| Pourcentage de pêcheurs professionnels | 1,0% | 2,6% | 2,1% | 1,7% |
| Pourcentage de pêcheurs non professionnels | 23,3% | 20,8% | 20,2% | 25,5% |
| Pourcentage de ménages qui consomment principalement des poissons d'origine non monétaire | 57% | 40% | 71% | 75% |
| Consommation en poissons lagunaires (kg/habitant/an) | 83±21 | 80±14 | 115±55 | 126±18 |
| Rendement de la pêche (t/an) | 1 190±292 | 1 119± 54 | 150±39 | 154±23 |
| Rendement de la pêche (t/km ² /an) | 24,5±6,0 | 23,0±1,1 | 0,4±0,1 | 0,4±0,1 |

Globalement, les pourcentages cités dans ce tableau obtenus par les écoliers et les scientifiques sont du même ordre de grandeur. Le test t de Student à un échantillon conclut que pour Moorea ($t=0,3284$; $dl=126$; $p=0,7432$; $n=127$) et pour Tikehau ($t=0,4125$; $dl=23$; $p=0,6838$; $n=24$), il n'y a pas de différence significative entre la consommation moyenne en poissons lagunaires par habitant, calculée à partir des données collectées par les écoliers, et celle calculée à partir des données collectées par les scientifiques ($\alpha=0,05$).

Le chapitre suivant traite de l'évaluation de la pertinence des informations obtenues par les diverses méthodes de suivi participatif testées à Moorea, Tikehau et Tuléar (phase 5 de la démarche de travail).

4.2 *Evaluation de la pertinence des informations obtenues*

L'objectif de cette cinquième phase de la démarche de travail est d'évaluer la pertinence des informations obtenues à travers le protocole de suivi participatif testé à Moorea, Tikehau et Tuléar. Les indicateurs renseignés grâce aux méthodes du protocole sont plus facilement interprétables lorsque les méthodes sont mises en œuvre à intervalles réguliers et que des tendances dans les valeurs des indicateurs peuvent être dégagées. Mais d'ores et déjà les données collectées, comparées à des données existantes, devraient permettre de dresser une évaluation de la durabilité biologique des pêcheries des trois sites d'étude. C'est ce qui est fait ci-dessous. Ces analyses contribuent à la démonstration de l'utilité des données collectées, grâce au protocole de suivi participatif proposé, pour l'évaluation de la durabilité des pêcheries récifales.

4.2.1 Moorea

Les résultats issus des enquêtes de perception sont : une baisse de l'abondance et de la taille des espèces de poissons comestibles, une raréfaction des bénitiers, une diminution du recouvrement en corail vivant et une augmentation du recouvrement en macroalgues. Ce sont tous des signes potentiels d'une surexploitation des ressources. Selon les enquêtes réalisées par les écoliers le rendement de la pêche lagunaire à Moorea s'élève à $1\,190 \pm 292 \text{ t. an}^{-1}$ soit $24,5 \pm 6,0 \text{ t.an}^{-1}.\text{km}^{-2}$. A partir de l'étude de la dynamique de population de trois espèces de poissons, une étude a montré que le rendement maximal durable du récif frangeant de Moorea serait de $23 \text{ t.an}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Galzin 1987a). Pour d'autres pêcheries étudiées dans le monde, les rendements s'inscrivent entre 0,2 et $40 \text{ t.an}^{-1}.\text{km}^{-2}$ avec un rendement maximal durable estimé autour de $5 \text{ t.an}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Newton et al. 2007). Selon cet indicateur et en fonction de la valeur de référence utilisée, les ressources halieutiques de Moorea seraient donc soit pleinement exploitées soit surexploitées. Le nombre de pêcheurs sur l'île est estimé à 3769 ± 546 (26% de la population de Moorea), soit 77 pêcheurs par km^2 , avec 1916 ± 530 bateaux à moteur et 481 ± 68 sorties de pêche par mois et par km^2 . Ces derniers chiffres reflètent l'intensité de la pression de pêche qui s'exerce sur les écosystèmes coralliens de Moorea et sont potentiellement des indicateurs de surexploitation. A partir de 5 pêcheurs par km^2 , la pression de pêche peut être considérée comme importante (McClanahan et al. 2002). Il faut préciser que les pêcheurs recensés ne sont pas tous des pêcheurs professionnels, qui représentent

uniquement 1% de la population, les autres étant des pêcheurs semi-professionnels (6% de la population de Moorea) et des pêcheurs loisirs (17% de la population de Moorea). Enfin, la consommation en poissons lagunaires se chiffre à 83 ± 21 kg. hab⁻¹.an⁻¹. Cette consommation, plus faible qu'à Tikehau (Lagadec 2003), pourrait être causée par une plus grande rareté du poisson, encore une fois signe possible de surexploitation, mais elle peut être aussi le signe de différences alimentaires ou de moins grandes dépendances vis-à-vis des ressources du lagon. Bien entendu d'autres paramètres peuvent expliquer la différence observée entre la valeur de l'indicateur mesuré et la valeur de référence proposée, et cela pour tous les indicateurs cités ci-dessus, mais l'hypothèse de surexploitation est renforcée par le fait qu'il y a un grand nombre d'indicateurs décrits et que tous semblent refléter une surexploitation. Par ailleurs, ici, l'exercice d'analyse des indicateurs est fait grâce à des valeurs supposées de référence trouvées dans la littérature, ou grâce à des comparaisons spatiales. Mais le diagnostic sera renforcé si le suivi aboutissant à cet ensemble d'indicateurs est réalisé plusieurs fois à intervalle régulier dans le temps. Il sera alors possible de comparer les valeurs des indicateurs aux valeurs prises lors des précédents suivis, et de détecter des tendances.

Cette supposition d'une surexploitation à Moorea se retrouve dans d'autres études (Brenier 2003, Lison de Loma 2005).

4.2.2 Tikehau

Les résultats issus des enquêtes de perception décrivent : une baisse de l'abondance des poissons comestibles et en particulier *Epinephelus polyphekadion* et *Naso brevirostris*, une raréfaction des bénéitiers et des langoustes, une diminution du recouvrement en corail vivant dans le lagon, une invasion par des macroalgues et une diminution de l'effort de pêche. A part les deux derniers ce sont tous des signes potentiels d'un impact conséquent de la pêche. Cette diminution de l'effort de pêche est confirmée par d'autres études : en 1984 il était relevé 30 personnes dont la pêche était l'activité principale (Blanchet et al. 1985) et 7 seulement en 2003 (Lagadec 2003) et 9 selon la présente étude (Tableau 14). Tandis que le nombre de parcs à poissons est passé de 37 en 1963, à 25 en 1976, à 22 en 1984 (Blanchet et al. 1985), à 16 en 1987 (Caillart 1988) et à 7 en 2003 (Lagadec 2003). Selon les enquêtes réalisées par les écoliers le rendement de la pêche lagunaire à Tikehau s'élève à 150 ± 39 t. an⁻¹ soit $0,4 \pm 0,1$ t.an⁻¹.km⁻². La valeur de cet indicateur étant bien en deçà du rendement maximal durable estimé à 5 t.an⁻¹.km⁻² (Newton et al. 2007), les ressources halieutiques de Tikehau ne seraient

pas surexploitées. Une comparaison temporelle de ce rendement est possible. Entre les années 1983-1987 le rendement a été estimé en moyenne à 190 à 280 t.an⁻¹, soit 0,6 t.an⁻¹.km⁻² (Caillart 1988). Cette différence entre les années 1980 et aujourd'hui est probablement causée par la réduction de l'effort de pêche. Il faut également préciser que le calcul du rendement dans les années 1980 a été réalisé à partir d'études sur des années complètes, alors que l'estimation des exportations en poissons qui a servi au calcul du rendement pour la présente étude repose uniquement sur une estimation à partir d'enquêtes réalisées sur la période de faible productivité (Lagadec 2003). Le nombre de pêcheurs sur l'île est estimé à 91±21 (22% de la population de Tikehau), soit 0,2 pêcheurs par km², avec 82±25 bateaux à moteur et 1,4±0,4 sorties de pêche par mois et par km². Cette faible intensité de pression de pêche à Tikehau laisse supposer que la pêcherie est durable. Les pêcheurs professionnels ne représentent que 2% de la population, les semi-professionnels 9%, tout comme les pêcheurs loisirs. Enfin, la consommation en poissons lagonaires se chiffre à 115±55 kg. hab⁻¹.an⁻¹. Ce chiffre élevé comparativement à la consommation par habitant relevé à Moorea et Tahiti (Yonger 2002), pourrait être le signe de la facilité à se procurer du poisson et donc de son abondance.

A l'échelle de l'atoll la ressource ne semble pas surexploitée, mis à part peut être certaines espèces cibles facilement accessibles, privilégiées de la pêche au fusil (*Epinephelus polyphkadion* et *Naso brevirostris*) ou la pêche collective (langoustes, bénitiers). La perception d'une diminution de l'abondance des poissons comestibles par la population de Tikehau est probablement due au fait que cette perception repose principalement sur l'observation des sites qu'ils fréquentent le plus, et qui sont les quelques sites où se concentre l'activité de pêche de Tikehau, et non pas sur l'ensemble du lagon. Or, une étude a montré que la densité des espèces commerciales sur l'ensemble du lagon n'a pas varié de manière significative entre 1987 et 2003, mais que, par contre, les espèces commerciales sont moins abondantes en 2003 sur les pinacles (formations coralliennes à l'intérieur du lagon) intensément pêchés par rapport à 1987 (Ferraris, 2005).

4.2.3 Tuléar

Les enquêtes de perceptions menées à Tuléar sont arrivées aux conclusions suivantes : raréfaction des poissons d'espèces commerciales, 88% des espèces les plus citées étant des espèces piscivores, carnivores et herbivores, diminution de la taille des poissons d'espèces

commerciales, changement de comportement des poissons (plus craintifs vis-à-vis de l'homme et vivant plus profond et plus au large, éloignement des zones de nurseries et de reproduction de la côte vers le large), raréfaction des tortues, raréfaction des holothuries comestibles, raréfaction des langoustes, raréfaction des coquillages comestibles, raréfaction des oursins comestibles, raréfaction des crabes, diminution du recouvrement en corail vivant, raréfaction des herbiers, diminution de l'étendue recouverte par des mangroves, diminution du poids moyen des captures par sortie de pêche, augmentation du nombre de pêcheurs, augmentation du nombre de pirogues, éloignement des zones de pêche, amélioration de l'efficacité et diversification des engins de pêche (filet nylon, fusil sous marin, filet moustiquaire), augmentation de la durée des sorties de pêche, augmentation de la fréquence des sorties de pêche, augmentation du nombre de filets, diminution de la taille des mailles des filets, diminution de quantité pêchée gardée pour la consommation du ménage du pêcheur. Tous ces indicateurs, qui sont des signes d'effet de la surexploitation ou de menaces pouvant mener à la surexploitation), vont dans le même sens, à savoir une probable surexploitation des ressources de la baie de Tuléar.

Le suivi des débarquements réalisés par les mareyeuses a permis de mettre en évidence un taux de capture par unité d'effort (CPUE) toutes techniques confondues de $7,8 \pm 0,7$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹ ($7,4 \pm 1,2$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹ selon les résultats des enquêtes via les écoliers), un CPUE pour la pêche à la ligne de $6,3 \pm 0,5$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹, un CPUE pour la pêche au filet de $7,9 \pm 0,7$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹, un CPUE pour la pêche à la senne de $9,4 \pm 0,8$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹ (la durée moyenne d'une sortie de pêche est estimée à $6,4 \pm 0,2$ heures selon les enquêtes réalisées par les écoliers). En 1989-1990 un suivi des débarquements portant sur le même échantillon (pirogues débarquant sur la plage d'Ankiembe entre août et février) a obtenu des CPUE relativement similaires (CPUE ligne : $4,8 \pm 0,4$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹ ; CPUE filet : $6,7 \pm 1,8$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹ ; CPUE seine : $8,2 \pm 1,9$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹). Cette relative stabilité des CPUE sur la dernière décennie n'est pas en contradiction avec les observations de tendance à la baisse des CPUE issues des enquêtes de perception, qui reposent sur les trois dernières décennies. Les CPUE en 1958 dans la baie de Tuléar étaient en effet beaucoup plus élevées que ceux de 1990 (Lagouin 1959) ou d'aujourd'hui. Il peut être émis l'hypothèse que sur les dix dernières années les pêcheurs arrivent à maintenir un CPUE constant (qui est calculé en kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹ et non pas par heure) en diversifiant les techniques et les zones de pêche, en augmentant la durée et la fréquence des sorties (c'est ce qui ressort des enquêtes de perception) et en diversifiant les espèces ciblées, en se reportant

vers des espèces de niveau trophique moins élevé et de moindre valeur (Laroche et al. 1997). En effet l'analyse comparative de la composition des captures en 1989-1990 (Laroche and Ramananarivo 1995) et en 2006-2007 (enquêtes au débarquement par les mareyeuses) montre que les espèces récifales ou associées au récif (Siganidae et Caesionidae) dominant les captures à la senne en 1989-1990 ont été remplacées par des espèces de pélagiques côtiers (Clupeidae et Engraulidae). L'apparition des Acanthuridae, qui composent 41,4% des captures en saison chaude et 18,2% en saison froide, en 2006-2007 alors qu'ils ne sont pas signalés dans les principales familles capturées au filet (c'est-à-dire qu'ils représentent au mieux 2% des captures) en 1989-1990 est remarquable. Le régime alimentaire des espèces d'Acanthuridae sur le récif de Tuléar a été étudié entre 1969 et 1972, ces espèces sont décrites comme des herbivores broutant le gazon algal ou des herbivores broutant de grandes algues molles (Harmelin Vivien 1981). Probablement ces espèces ont proliféré en raison de la dégradation de l'habitat corallien au profit d'un habitat dominé par les algues (Vasseur 1997).

Selon les résultats des enquêtes via les écoliers le rendement de la pêche dans la baie de Tuléar s'élève à 2700 ± 436 t. an^{-1} soit $14,2 \pm 2,3$ t. $\text{an}^{-1}.\text{km}^{-2}$. Selon cet indicateur, bien supérieur au rendement maximal durable estimé à 5 t. $\text{an}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Newton et al. 2007), les ressources halieutiques de la baie de Tuléar seraient surexploitées. Une comparaison temporelle de ce rendement est possible. Entre 1989-1990 le rendement est estimé à 2300 t. an^{-1} , soit 12 t. $\text{an}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Laroche and Ramananarivo 1995), valeurs qui sont comprises dans l'intervalle de confiance des rendements calculés en 2007. Le nombre de pêcheurs riverains de la baie de Tuléar est estimé à 1970 ± 438 , soit $10,4$ pêcheurs par km^2 , avec 1902 ± 317 pirogues et 159 sorties de pêche par mois et par km^2 . Par conséquent, la pression de pêche de Tuléar peut être considérée comme forte, ce qui permet de penser que la pêcherie n'est pas durable. Les pêcheurs professionnels représentent 100% de la population de pêcheurs. En 1990 la population de pêcheurs était estimée à 1556 pêcheurs (Laroche and Ramananarivo 1995), et bien qu'elle semble avoir augmenté, il n'est pas possible de conclure en raison du grand intervalle de confiance de l'estimation de 2007. Enfin, la consommation en poissons dans les villages et quartiers de pêcheurs de la baie de Tuléar se chiffre à 50 ± 4 kg. $\text{hab}^{-1}.\text{an}^{-1}$ et les pêcheurs déclarent garder 26% pour l'autoconsommation. La pêche en pirogue n'est pas la seule à avoir un impact sur les écosystèmes de la baie de Tuléar. 570 ± 205 femmes pratiquant la pêche à pied dans la baie de Tuléar sont dénombrées, pour un CPUE de $14,4 \pm 2,5$ kg. $\text{pêcheur}^{-1}.\text{sortie}^{-1}$. Le nombre élevé de femmes pratiquant la pêche à pied dans la baie de

Tuléar n'est pas sans conséquences sur les habitats qui sont piétinés et sur les ressources qui sont prélevées (Vasseur 1997).

Ainsi les informations apportées par l'ensemble des indicateurs renseignés par le protocole de suivi participatif semblent indiquer que la pêcherie de la baie de Tuléar n'est pas durable. D'autres études arrivaient à la conclusion que la baie de Tuléar est très certainement surexploitée par la pêche, et cela déjà au début des années 1990 (Laroche and Ramananarivo 1995, Laroche et al. 1997, Vasseur 1997).

Sur les trois sites d'études, d'autres informations, difficilement exploitables pour contribuer à l'évaluation de la durabilité de la pêcherie, sans en connaître les tendances au cours du temps, ont été produites par la mise en œuvre du protocole participatif. Même sans en connaître l'évolution, ces informations peuvent se révéler très utiles pour caractériser la pêcherie et guider le gestionnaire dans le choix de ces mesures de gestion. Par exemple à Moorea le gestionnaire pourrait être intéressé à savoir que 45% de l'effort de pêche se concentre sur la côte ouest et 45% sur le récif barrière par rapport aux autres biotopes, que la pêche au fusil est la méthode la plus employée (46%), ou que l'autoconsommation est très importante sur l'île (57% des ménages qui consomment principalement des poissons d'origine non monétaire), ou encore que les espèces les plus consommées sur l'île au moment de l'enquête sont *Scarus sp.*, *Myripristis sp.*, *Epinephelus merra*, *Caranx melampygus* et *Ctenochaetus striatus*. Alors qu'à Tuléar, 63% de l'effort de pêche se concentre sur la partie ouest du lagon (englobant la passe), la pêche au fusil est la méthode la plus employée (44%), la part de l'autoconsommation est très importante sur l'atoll (71% des ménages qui consomment principalement des poissons d'origine non monétaire), les espèces les plus consommées sur l'île au moment de l'enquête sont *Lutjanus gibbus*, *Lethrinus olivaceus* et *Caranx melampygus*. Les autres informations qui ont été collectées à Tuléar concernent : le nombre moyen de pêcheurs par pirogue selon la technique pratiquée, le pourcentage des pêcheurs pratiquant chaque technique de pêche, les zones de pêches citées comme les plus fréquentées par la pêche en pirogue et par la pêche à pied, les espèces citées comme étant les plus capturées par la pêche en pirogue et par la pêche à pied. Si le protocole de suivi participatif, testé ici seulement pendant quelques mois, était mis en œuvre pendant plusieurs années, les tendances de ces derniers indicateurs devraient être connues. Il serait alors possible de bénéficier de ces informations pour compléter l'analyse de la durabilité des pêcheries.

Ainsi, quelque soit le cas d'étude, ces analyses démontrent l'efficacité du protocole à contribuer à l'évaluation de la durabilité des pêcheries, grâce à l'apport d'informations nombreuses, utiles et complémentaires (concernant les populations exploitées, les peuplements, les habitats, les activités de pêche, la consommation en poissons et les menaces ou pressions), favorisant une vision écosystémique de l'impact des pêcheries (impacts sur les ressources, les peuplements et les habitats). Cette évaluation a été facilitée par l'existence d'études préalables, favorisant la comparaison des données obtenues dans le cadre du protocole de suivi participatif à celles obtenues via des études scientifiques passées. Si de telles études scientifiques ne sont pas disponibles, le protocole de suivi participatif prendra tout son sens s'il est mis en œuvre sur le long terme (favorisant ainsi l'émergence de tendances pour les indicateurs renseignés).

L'ensemble des résultats présentés aux chapitres 2, 3, et 4 sont repris, synthétisés et discutés dans la partie suivante.

5 Discussion

5.1 Pertinence des méthodes de suivi participatif testées

La pertinence de chaque méthode, composant le protocole de suivi participatif proposé, est évaluée à la lumière des résultats de la présente étude concernant la faisabilité de la méthode, le degré d'implication de la population, la quantité, la diversité, la qualité et la pertinence des données produites.

5.1.1 Enquêtes de perception

Cette méthode ne présente pas de difficulté particulière pour mobiliser les participants (119 au total sur les trois sites d'étude). Leur participation est ponctuelle et passive : ils doivent simplement répondre à des questions, et aucune séance de formation ou de motivation des participants n'est nécessaire.

Pour cette méthode, il n'est pas nécessaire d'avoir un échantillon représentatif des usagers, il s'agit plutôt de cibler les usagers d'expériences (les enquêtés à Moorea, Tikehau et Tuléar étaient âgés de 50 ans en moyenne) reconnus au sein de la communauté. Chaque usager, en fonction de l'activité qu'il pratique observera une partie différente du milieu marin. Les plongeurs, par exemple, seront plus à même de décrire les changements au niveau des pentes externes, les mareyeuses auront une vision plus globale des changements apparaissant au niveau de la quantité, de la structure et de la composition des captures, les femmes pratiquant la pêche à pied décriront principalement les changements observés sur les platiers récifaux etc. Il est donc souhaitable d'avoir des personnes pratiquant ces diverses activités dans l'échantillon des enquêtés. De plus, il est nécessaire de préciser au début de l'enquête que les changements qui sont ici le sujet d'intérêt sont les changements sur le long terme, *a priori* « anormaux », et non pas les changements suivant des cycles naturels (variabilité saisonnière de l'abondance des macroalgues par exemple). En raison de leur pratique quasi quotidienne, sur plusieurs décennies, du milieu marin, il est supposé que les enquêtés sont capables de faire la différence entre les variations naturelles et les variations « anormales » (Mathooko 2005).

Dans sa mise en œuvre, cette méthode requiert l'intervention d'au moins un scientifique-enquêteur. Chaque entretien est relativement long (de 30 minutes à 5 heures), le scientifique doit donc consacrer beaucoup de temps à la collecte de données sur le terrain. L'implication conséquente d'un professionnel dans la collecte des données va se ressentir sur le coût de l'enquête.

Le principal argument en défaveur de cette méthode des enquêtes de perception porte sur les doutes concernant la crédibilité des observations faites par des non professionnels (Neis et al. 1999, Silver and Campbell 2005, Lunn and Dearden 2006, Jones et al. 2008). Dans le cadre de cette étude, seules les observations similaires émises par au moins le quart des enquêtés sont considérées comme crédibles. Ces observations, à Moorea et Tikehau, ont fait l'objet de comparaisons avec celles réalisées par les scientifiques et décrites dans la littérature. Sur les 13 changements observés par les enquêtés concernant les populations exploitées, les habitats, le milieu et les activités de pêche, 9 sont corroborés par les conclusions des scientifiques. Pour les 4 autres changements, l'absence d'informations dans la littérature scientifique ne permet pas de valider l'information. Concernant Tuléar, les recherches scientifiques ne sont pas assez nombreuses pour permettre de valider ou non la majorité des résultats de l'enquête. Cependant quelques observations ont pu être comparées. Là encore seules des tendances similaires sont relevées, aucune contradiction n'est à signaler. Il semblerait donc, qu'en prenant un certain nombre de précautions (cibler des usagers fréquentant souvent et depuis longtemps le milieu marin ; utiliser la langue locale ; utiliser un facilitateur ; éliminer les observations trop peu partagées ; restituer les résultats de l'enquête aux enquêtés), les enquêtes de perception soient en mesure de fournir des informations crédibles concernant l'évolution des populations exploitées, des habitats, du milieu et des activités de pêche au cours des décennies passées. L'adéquation entre les observations des pêcheurs quant aux changements de l'écosystème marin qu'ils exploitent et les tendances révélées par les études scientifiques est confirmé par une autre étude (Rochet et al. 2008).

L'intérêt de cette méthode est multiple :

- i) elle permet de renseigner un grand nombre d'indicateurs de l'impact potentiel de la pêche. Ils sont au nombre de 3 pour Moorea, 8 pour Tikehau et 23 pour Tuléar ;
- ii) les indicateurs renseignés grâce à cette méthode sont variés et concernent à la fois les populations exploitées, les habitats, les activités de pêche, et les menaces favorisant ainsi une vision écosystémique de l'impact de la pêche ;

- iii) les données historiques concernant l'évolution du milieu marin, sont peu courantes (Zeller et al. 2006), et pourtant primordiales pour comprendre la situation présente (Hughes 1994, Jackson et al. 2001). En effet, rares sont les recherches à long terme, qui portent sur le suivi de l'ensemble d'un écosystème et de ses usages. D'où la pertinence de cette méthode des « enquêtes de perception » pour pallier ce manque de perspectives historiques (Stokes et al. 1990, Teh et al. 2007) ;
- iv) cette méthode tire profit des connaissances écologiques empiriques accumulées au cours des années de pratique du milieu marin par les usagers (Johannes et al. 2000, Baird and Flaherty 2005, Berkes et al. 2007, Grant and Berkes 2007) ;
- v) cette méthode favorise l'échange entre les experts scientifiques et les experts locaux : les usagers enquêtés (Sheil and Lawrence 2004, Drew and Henne 2006).

5.1.2 Suivi des captures

Le suivi des captures n'a pas été réalisé de la même manière en Polynésie et à Madagascar, cela afin d'adapter la méthode au contexte local. Les cahiers de pêche étant bien adaptés pour des zones où les sites de débarquement sont éclatés (Jennings and Polunin 1996a), c'est cette méthode qui a été choisie en Polynésie française. Au contraire, à Tuléar, la présence de sites de débarquement peu nombreux et bien identifiés, et la présence de mareyeuses chaque jour sur les sites de débarquement à l'arrivée des pirogues, a déterminé le choix du suivi des captures par échantillonnage des débarquements. Méthode plus adaptée à ces conditions (Laroche et al. 1997, Obura et al. 2002).

Seuls 9 pêcheurs à Moorea et 10 à Tikehau se sont portés volontaires. Sur une année de suivi, le taux de retour de fiches remplies par les pêcheurs, par rapport au nombre de sorties qu'ils ont effectué est de 9% pour Moorea et 8% pour Tikehau. Pour Tikehau, il n'y a plus eu de retour de fiche du tout après 6 mois de suivi, et cela malgré la présence d'un scientifique pour encadrer les participants pendant toute la durée de l'expérience. Autant dire que pour cette méthode des cahiers de pêche, le degré d'implication (participation et assiduité) est très faible et insuffisant pour engendrer des informations utiles au suivi des pêcheries récifales de ces sites. De plus l'exactitude des données issues des cahiers de pêche n'est pas toujours assurée (Bray and Schramm 2001, Walsh et al. 2005). A Moorea, le Service de la Pêche a institué un suivi, via des cahiers de pêche, d'un certain nombre de pêcheurs professionnels. Ce suivi est encadré par un agent du Service de la Pêche affecté à Moorea. Ce suivi rencontre également

de grandes difficultés pour assurer : un retour des fiches de relevé chaque mois, la persévérance des pêcheurs dans ce travail sur plusieurs mois et années et des données fiables.

Le suivi des débarquements par les mareyeuses de Tuléar s'est avéré bien plus concluant. Les mareyeuses travaillant d'ordinaire quasiment tous les jours sur la plage de débarquement, site d'échantillonnage, à attendre le retour des pêcheurs pour leur acheter le poisson avant d'aller le vendre sur le marché, il leur est aisé d'échantillonner quelques pirogues par jour. De plus, leur connaissance des espèces de poissons en font de parfaites enquêtrices (98,3% d'exactitude dans l'identification des espèces de poissons).

Il n'est pas nécessaire d'avoir un grand nombre de mareyeuses qui s'impliquent dans le programme, car chacune d'elles échantillonne plusieurs pirogues par jour. Même une participation faible peut permettre d'aboutir à la production d'informations pertinentes pour le suivi de la pêcherie. Pour le site de débarquement d'Ankiembe à Tuléar, 3 mareyeuses ont été sélectionnées, et ont permis d'échantillonner 1586 pirogues, soit 4,3% des sorties de pêche des pêcheurs d'Ankiembe, sur une période de 6 mois. L'assiduité des mareyeuses est convaincante, car sur 6 mois d'échantillonnage, 98% des échantillonnages qui leur avaient été demandé (3 pirogues par jour chacune) ont été réalisés.

Aucun test de la fiabilité des données n'a été réalisé. Par contre, un certain nombre de précautions ont été prises afin de maximiser la fiabilité des informations produites. Ces mesures concernent le choix et la formation des mareyeuses, la rémunération et l'encadrement scientifique. De plus, le croisement d'informations obtenues par cette méthode et d'autres méthodes (enquêtes via les écoliers, suivi des débarquements par les scientifiques) ne révèle pas de valeurs aberrantes. Il faut également ajouter que, au vu de l'intervalle de confiance resserré des taux de captures par unité d'effort (Tableau 16), il peut être admis que la précision de la mesure est relativement bonne et que dès lors les changements significatifs dans les valeurs de ces indicateurs devraient être facilement détectables (Nicholson and Jennings 2004).

Les indicateurs d'impact potentiel de la pêche renseignés par cette méthode sont nombreux et concernent : les taux de captures par unité d'effort par technique et la composition des captures par technique et par saison. Ces indicateurs sont parmi les plus utilisés dans le cadre de suivi de pêcheries. Leur évolution renseigne quant à la durabilité de la pêcherie.

5.1.3 Comptages visuels en plongée

Bien que cette méthode soit relativement complexe à mettre en œuvre, l'expérience, en Polynésie française, menée avec des pêcheurs et des moniteurs de plongée a montré que les facteurs limitants ne se rencontrent ni au niveau des compétences des participants ni au niveau des moyens logistiques. Pêcheurs comme plongeurs disposent de la technicité nécessaire à cette méthode et mettent facilement à disposition leurs moyens logistiques (bateaux, matériel de plongée) lorsqu'ils sont volontaires pour participer au suivi. Il a été observé en moyenne 73 % de similarité entre la composition spécifique des comptages réalisés par les scientifiques et ceux réalisés par les participants non professionnels. De plus, les abondances relevées par les scientifiques ne sont pas significativement différentes de celles relevées par les participants. Cette capacité des non professionnels à collecter des données fiables lors de comptages visuels en plongée de poissons récifaux a également été mise en évidence par d'autres études (Darwall and Dulvy 1996, Pattengill-Semmens and Semmens 1998).

Le facteur limitant concerne plutôt la volonté et la disponibilité des participants. Seuls 4 pêcheurs ou plongeurs à Moorea et 3 à Tikehau ont accepté de s'engager dans le suivi d'un site qu'ils ont choisi. Après une année de suivi, seuls 20% des suivis qui devaient être réalisés à Moorea ont effectivement été complétés. Pour Tikehau ce chiffre s'élève à 24%. De plus après 7 mois à Moorea et 9 mois à Tikehau plus aucun comptage n'a été réalisé malgré l'accompagnement des scientifiques sur toute la période. L'indicateur qui aurait pu être renseigné grâce à cette méthode concerne l'évolution de la densité des espèces commerciales *in situ*. En raison de la grande variabilité inhérente aux estimations de densité des poissons récifaux commerciaux, il est recommandé d'utiliser au minimum 10 transects de 50 m sur 5 m (Samoilys and Carlos 2000), ce qui n'a pas été possible en raison de la disponibilité des volontaires. De plus, le choix du site d'échantillonnage devrait être guidé par des critères scientifiques, afin de s'assurer de sa représentativité par rapport à la zone d'étude. Or dans le cadre des suivis *in situ* participatifs testés, c'est le volontaire qui dicte le choix du site d'échantillonnage, qui s'avère être, pour des raisons d'intérêt et de facilité d'accès, un site fréquemment utilisé par celui-ci dans le cadre de ces activités de pêche ou de plongée. Sur ces deux îles, l'implication (participation et assiduité) des non professionnels n'est donc pas suffisante pour que la méthode soit en mesure de produire des informations utiles au suivi des ressources halieutiques. Précisons également qu'en raison du comportement d'une grande partie des poissons récifaux commerciaux (vivant en profondeur, grégaires) les comptages

visuels en plongée ne semblent pas parfaitement adaptés pour permettre de suivre et détecter des variations de leur densité (Cappo and Brown 1996).

5.1.4 Enquêtes via les écoliers

La mise en œuvre de cette méthode est relativement simple. La principale difficulté dans la mise en œuvre de ces enquêtes, réside dans le fait que les élèves doivent bien comprendre et maîtriser les questionnaires, car ce sont eux qui seront les enquêteurs une fois à la maison. C'est pourquoi les questionnaires doivent être très facilement compréhensibles, utiliser un langage simple et des référentiels locaux (noms des poissons, système de mesure) et être aisés (cases à cocher), voire agréable (supports illustrés) à remplir. Une formation préalable d'une heure à deux demi-journées, en fonction du niveau des élèves, en classe est indispensable. L'introduction en classe va chercher également à convaincre les élèves de l'intérêt de la présente recherche afin de s'assurer de leur adhésion à l'enquête. Afin d'éviter tout malentendu cette introduction doit être également mise par écrit à l'attention des parents qui vont être enquêtés par leurs enfants. Cette formation à l'utilisation des questionnaires peut être couplée à une introduction sur les écosystèmes coralliens et sur la recherche. Dans le cadre de la collecte des données, l'implication des scientifiques est nécessaire pour établir le contact avec les chefs d'établissement et les professeurs et pour assurer la formation en classe. Afin de renforcer l'intérêt des élèves et leur application à compléter le questionnaire une fois à la maison, il est souhaitable d'inscrire le travail dans le cadre du travail scolaire (examen, restitution des travaux au sein de l'école etc.) avec le soutien du chef d'établissement et des professeurs, et éventuellement à l'aide de récompenses pour les classes les plus assidues. Ce type de concours peut accroître l'intérêt et l'implication des participants (McDuff 2001, Andrianandrasana et al. 2005).

Les questionnaires distribués aux élèves peuvent être de plusieurs sortes. Ils peuvent cibler l'ensemble du ménage à travers des questions sur les caractéristiques socioéconomiques, la consommation en poissons, le nombre de pêcheurs et le nombre d'engins de pêche. Ils peuvent aussi cibler plus spécifiquement des pêcheurs au sein du ménage afin de recueillir des informations sur leur activité de pêche, et même, suivre les captures d'un pêcheur de la famille pendant un certain temps. Pour cette dernière tâche, cette expérience, ainsi qu'une expérience similaire menée avec les écoliers de Samoa, ont montré qu'il était difficile d'obtenir des données fiables (Hosch 2000). En effet, lorsque l'effort demandé aux élèves

s'étend sur une période relativement longue des problèmes surviennent, liés à une baisse de leur assiduité. Pour les pêcheries de subsistance, lorsque le contexte local est propice, c'est-à-dire que les importations et les exportations sont connues, alors l'estimation de la consommation en poissons de la zone d'étude peut être utilisée comme indicateur de production de la pêcherie (Leopold et al. 2004, Kuster et al. 2005, 2006, Labrosse et al. 2006).

Les expériences menées à Moorea, Tikehau et Tuléar montrent un taux de participation très intéressant. Le nombre d'élèves ayant participé activement à la mise en œuvre de la méthode est de 137 à Moorea, 24 à Tikehau et 326 à Tuléar, représentant autant de ménages enquêtés sur chacun de ces sites. Le taux de retour des questionnaires distribués et expliqués en classe, une fois correctement complétés, est de 68% pour Moorea, 96% pour Tikehau et 86% pour Tuléar. Grâce à cette méthode, 4,8% des ménages de Moorea ont été échantillonnés, 35,3% pour Tikehau et 10,3% pour les villages et quartiers de pêche de Tuléar. Le nombre de pêcheurs spécifiquement enquêtés s'élève à 179 à Moorea (taux d'échantillonnage : 4,7%), 32 à Tikehau (taux d'échantillonnage : 35,2%), 141 pour les hommes à Tuléar (taux d'échantillonnage : 7,2%) et 76 pour les femmes (taux d'échantillonnage : 13,3%). Ce type de méthode permet donc de couvrir de larges échantillons en un temps relativement court (Delaney et al. 2008).

Les données issues des enquêtes réalisées par les écoliers de Moorea et Tikehau dont la validité a été testée se sont révélées fiables. D'autres études impliquant des écoliers dans la collecte de données scientifiques ont également montré que ceux-ci étaient capables de produire des données fiables (Au et al. 2000, Nicholson et al. 2002, Delaney et al. 2008).

La question se pose de savoir quelle est la fiabilité des données obtenues à partir de déclaration de mémoire d'usagers, comme c'est le cas pour de nombreuses données issues des enquêtes réalisées par les écoliers auprès des membres de leur famille. Ces déclarations pouvant concerner la consommation, les activités de pêche et les captures du ménage. Une étude, menée à Fidji, a prouvé l'exactitude des données sur l'effort de pêche, la consommation en poissons et le nombre et la taille des poissons capturés récemment rapportées par des enquêtes au sein des ménages, grâce à des test statistiques comparant ces données à des données issues de suivis scientifiques des débarquements et de la consommation en poissons des ménages (Kuster et al. 2006). Mais ce n'est pas toujours le cas, une autre étude en Thaïlande, a montré que l'estimation du poids des captures à partir

d'enquêtes ponctuelles auprès des pêcheurs, pour connaître leur perception du poids moyen capturé par sortie, s'avéraient être 42 à 64 % plus élevées que les captures réelles (Lunn and Dearden 2006). Dans la présente étude le poids moyen des captures des pêcheurs professionnels estimé d'après les déclarations de ces pêcheurs enquêtés via les écoliers à Moorea, a été comparé au poids moyen des captures des pêcheurs professionnels calculé d'après les échantillonnages des sorties de pêche (cahier de pêche) réalisés depuis plusieurs années par le service de la pêche de Polynésie française. Il est 64% plus élevé et n'a pas été retenu pour la construction d'indicateurs d'impact de la pêche. Par contre, à Tuléar, les captures moyennes déclarées par les pêcheurs dans l'enquête des écoliers ($7,4 \pm 1,2$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹) recoupe les captures moyennes calculées à partir de l'échantillonnage pendant 7 mois par les scientifiques du plus grand site de débarquement de la baie de Tuléar ($6,6 \pm 1,4$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹) (Laroche and Ramanarivo 1995). Mais étant donné le grand nombre d'années qui séparent les deux expériences, il est possible que ce poids moyen des captures par pêcheur ait évolué. Il n'est donc pas possible de conclure quant à l'exactitude des déclarations des pêcheurs. Cette analyse penche en faveur de l'adoption systématique de test de la fiabilité des données issues d'enquêtes au sein de ménages. En effet, dans le cadre de la mise en œuvre de suivis participatifs, si des méthodes sont proposées pour obtenir des données sur l'activité de pêche via des enquêtes, il est souhaitable de procéder en début de mise en œuvre, à une analyse de la qualité des données produites.

Le nombre d'indicateurs d'impact potentiel de la pêche qui peuvent être renseignés grâce à cette méthode est élevé : 8 à Moorea et Tikehau et 10 à Tuléar. Ces indicateurs concernent l'activité de pêche, les menaces et la consommation en poissons. Il s'agit d'indicateurs dont les variations peuvent refléter une surexploitation. Mais d'autres informations peuvent être retirées de cette méthode et concernent certaines caractéristiques de la pêcherie qu'il s'avère très utile de connaître pour mieux la gérer, comme la typologie des pêcheurs par exemple.

Un avantage déterminant de cette méthode réside dans son potentiel à éduquer et sensibiliser les écoliers sur la préservation des écosystèmes coralliens, grâce à la formation reçue en classe et le travail pratique qui leur est demandé. Or cette éducation est primordiale pour garantir dans le futur cette préservation (Rodriguez-Martinez and Ortiz 1999). On peut supposer également que la réalisation de l'enquête par l'écolier au sein de son ménage favorise les discussions entre les enfants et les parents au sujet de ce qui a été enseigné en classe.

5.2 Pertinence du protocole de suivi participatif proposé

5.2.1 Complémentarité des méthodes

La présente étude a proposé et testé sur le terrain un protocole générique, c'est-à-dire qui peut s'appliquer dans la majorité des cas d'étude, de suivi écosystémique participatif des pêcheries récifales. Ce protocole est composé de méthodes dont les performances individuelles ont été évaluées ci-dessus. L'utilisation conjointe de ces méthodes s'avère utile pour multiplier le nombre d'indicateurs et ainsi améliorer le diagnostic qui peut être établi sur l'impact de la pêcherie (chapitre 4). La complémentarité des méthodes s'apprécie tout d'abord à travers la diversité des indicateurs qu'elles produisent. Les enquêtes de perception sont très utiles pour fournir principalement des indicateurs relatifs aux populations exploitées et aux habitats. Les suivis des captures apportent des indicateurs liés à l'activité de pêche (captures par unité d'effort, composition spécifique des captures). Tandis que les enquêtes via les écoliers permettent de déterminer la valeur d'un certain nombre d'indicateurs relatifs à l'activité de pêche et à la consommation en poissons. Le protocole s'avère donc utile, grâce au multiples indicateurs renseignés, pour compléter un tableau de bord permettant d'estimer la durabilité biologique des pêcheries récifales (Clua et al. 2005, Rice and Rochet 2005), et pour contribuer à un suivi écosystémique de par la variété des informations qu'il fournit (Agardy 2000). La multiplicité des indicateurs renseignés grâce au protocole favorise également le recoupement des informations. Par ailleurs la complémentarité des méthodes se fait aussi ressentir à travers la diversité des acteurs engagés dans le suivi (plongeurs, pêcheurs, mareyeuses, écoliers). Les retombées des suivis participatifs en termes d'éducation, sensibilisation, renforcement des capacités touchent ainsi un grand nombre d'acteurs divers. Cette diversité d'acteurs impliqués dans les activités de suivi participatif contribuera à un renforcement des échanges, des discussions et de la coopération, en particulier lors des séances de restitution des résultats (Whitelaw et al. 2003, Becker et al. 2005, Uychiaoco et al. 2005).

5.2.2 Améliorations à apporter au protocole

Le protocole, testé sur trois sites d'étude, a prouvé son efficacité dans l'évaluation de la durabilité des pêcheries, grâce à l'apport d'informations nombreuses, variées, utiles, fiables et complémentaires (concernant les populations exploitées, les peuplements, les habitats, les

activités de pêche, la consommation en poissons et les menaces ou pressions), favorisant une vision écosystémique de l'impact des pêcheries (impacts sur les ressources, les peuplements et les habitats). Cette évaluation a été facilitée par l'existence d'études préalables, permettant la comparaison des données obtenues dans le cadre du protocole de suivi participatif à celles obtenues via des études scientifiques passées. Si de telles études scientifiques ne sont pas disponibles, le protocole de suivi participatif prendra tout son sens à condition d'être mis en œuvre sur le long terme (favorisant ainsi l'émergence de tendances pour les indicateurs renseignés).

Toutes les méthodes proposées ne contribuent pas dans la même mesure à ce protocole. Les méthodes qui s'avèrent les plus efficaces sont les enquêtes de perception et les enquêtes via les écoliers. Elles se caractérisent par le fait qu'elles requièrent la participation de la société civile de façon ponctuelle, dans une fenêtre de temps relativement étroite. De plus, ces méthodes font appel à un encadrement très serré des participants pendant la durée de l'enquête. En effet, le recueil des informations détenues par les usagers, dans le cadre des enquêtes de perception, se fait grâce à la présence d'un scientifique. En ce qui concerne la collecte des données par les écoliers au sein de leur ménage, cette activité est encadrée car réalisée dans un cadre scolaire. Par contre, sur les sites étudiés, les méthodes qui nécessitent de maintenir un niveau de contribution élevé et requièrent une forte assiduité des participants, sur un temps relativement long (en l'occurrence quelques mois), ont obtenu moins de résultats. En effet le suivi des activités de pêche par la méthode des cahiers de pêche ne s'est pas montré concluant en Polynésie française en raison d'un manque d'implication (faible participation, faible assiduité) des pêcheurs. Les conclusions sont identiques concernant la méthode de suivi *in situ* des ressources exploitées par comptage visuel en plongée. Sur les sites étudiés, en Polynésie française et à Madagascar, la seule perspective de contribuer à servir la collectivité ne semble pas suffisante pour garantir la disponibilité, l'attention et la rigueur que nécessitent certaines méthodes scientifiques de collecte régulières de données (comme les cahiers de pêche et les suivis *in situ*), en particulier sur le long terme. Ainsi, pour des suivis nécessitant la collecte de données de manière plus ou moins continue il semble nécessaire de rétribuer financièrement les participants (comme ce fut le cas pour les mareyeuses à Tuléar) pour s'assurer de leur persévérance et assiduité à compléter les tâches qui leur incombent. Mais ce n'est pas toujours le cas. Par exemple, le réseau Reef Check, fait appel à des volontaires pour le suivi *in situ* de l'état de sites d'écosystèmes coralliens dans de nombreuses parties du monde. Autre exemple, dans le cadre du réseau LMMA (Locally-

Managed Marine Area), les communautés villageoises sont engagées, sur la base du volontariat, dans le suivi *in situ* de l'état des ressources et des écosystèmes coralliens, dans l'objectif d'évaluer l'efficacité d'aire(s) marine(s) protégée(s) dont elles ont la gestion (Tawake et al. 2001). Plusieurs raisons peuvent expliquer cela. Tout d'abord, sur les sites étudiés dans le cadre de la présente recherche, le milieu n'est pas une propriété de la communauté locale (et des usagers en particulier) et sa gestion ne lui est pas déléguée. Or, de l'appartenance du milieu au domaine géré par la communauté locale, va dépendre le degré d'intérêt, le sentiment de responsabilité et par conséquent l'engagement de la communauté envers la gestion de ce milieu (King 2005). De plus, toujours dans le cadre du réseau LMMA, les données collectées par les volontaires, sont directement utilisées pour orienter la gestion du site dont la communauté locale à la responsabilité. Et enfin, le réseau LMMA, mais surtout le réseau Reef Check reposent sur un très gros travail de communication qui va favoriser le degré d'implication des participants. Ces points sont discutés plus en détail dans l'analyse des limites de la présente étude.

La capacité des suivis participatifs à fournir des données a été examinée tout au long de l'étude. Mais qu'en est-il du coût ? Cette question est discutée à travers l'expérience retirée de la mise en place de tests de suivis participatifs à Moorea, Tikehau et Tuléar. Un programme de suivi comporte beaucoup de composantes : i) l'identification des objectifs du suivi ; ii) l'identification des indicateurs et le choix des méthodes ; iii) l'identification de la stratégie d'échantillonnage ; iv) la collecte de données en tant que telle ; v) la centralisation, le stockage et l'analyse des données ; vi) la présentation, la diffusion et la restitution des résultats ; vii) l'incorporation des informations issues du suivi dans le processus de prise de décision (Vos et al. 2000, Green et al. 2005). Dans le cadre de cette étude la participation de la population locale n'a concerné que la phase de collecte des données, qui d'ailleurs ne se fait pas toujours uniquement sur la base du volontariat et peut nécessiter la mise à disposition de compensations. Les phases préliminaires et celles de stockage et d'analyse des données ont relevé de la seule responsabilité des scientifiques. Or ceci représente un travail de la part des scientifiques, et donc un coût, conséquent. A ce coût s'ajoute celui dévolu à la recherche, la formation et l'accompagnement scientifique des participants issus de la société civile. Par ailleurs il a été démontré la nécessité de contrôler, pour chaque méthode de suivi participatif mise en œuvre, la qualité des données qui en sont issues. A nouveau, l'intervention des scientifiques est nécessaire et le coût s'en fera ressentir. De plus, tout programme de suivi participatif doit posséder une composante communication, souvent coûteuse, afin de présenter

et expliquer l'intérêt du programme, mobiliser des participants, acquérir leur confiance, accroître leur motivation, valoriser leur travail, diffuser les résultats, attirer des financements. Et enfin, il faut rajouter le coût de la coordination, nécessaire pour assurer la cohérence et faire fonctionner le tout (Stokes et al. 1990, Cuthill 2000, Bliss et al. 2001). Ces considérations amènent à penser que, lorsque les moyens financiers sont limités, il est préférable de concentrer l'effort de collecte de données dans le cadre de suivi participatif sur de courtes périodes, afin de réduire le coût associé aux activités d'encadrement. Il faut également préciser que, comparativement à un programme de suivi réalisé uniquement par les scientifiques, la phase de démarrage d'un programme de suivi participatif risque d'être plus coûteuse. Mais sur le long terme la tendance devrait s'inverser, favorisant ainsi la pérennité du suivi (Danielsen et al. 2005a, Topp-Jorgensen et al. 2005).

L'expérience a montré qu'en Polynésie française et à Madagascar, le suivi des ressources *in situ* par comptages visuels en plongée ne semble pas adapté au suivi participatif de l'impact des pêcheries, en raison d'un effort demandé disproportionné par rapport à la motivation des participants. Renforcer cette motivation à travers des actions de communication, d'encadrement et de valorisation des participants serait une activité coûteuse. De plus, pour de nombreuses espèces de poissons récifaux commerciaux qui vivent en profondeur, et de comportement grégaire, les comptages visuels en plongée ne semblent pas parfaitement adaptés pour permettre de suivre et détecter des variations de densité (Cappo and Brown 1996). C'est pourquoi cette méthode n'est pas retenue dans le cadre du protocole générique proposé de suivi participatif des pêcheries récifales. Bien sûr des informations sur l'état des ressources et des écosystèmes par des mesures *in situ* seraient tout à fait pertinentes pour venir compléter un tableau de bord de l'impact et de la durabilité de la pêche. Mais dans ce cas ce suivi *in situ* devrait être délégué à des professionnels. Par contre l'échantillonnage des captures, qui ne demande pas un effort tellement conséquent de la part des collecteurs de données, devrait continuer à être intégré au protocole de suivi participatif. Il permet d'obtenir des informations directes sur l'activité et l'effort de pêche (technique de pêche, zone de pêche, durée de la sortie, fréquence de pêche etc.) et sur le volume et la composition des captures (CPUE, rendement, niveau trophique des captures etc...). Ces informations, qui sont obtenues plus facilement avec l'aide des usagers, sont de première importance pour compléter un tableau de bord de la durabilité des pêcheries et également pour valider, par recoupement des informations, les données sur l'effort et les captures de pêche qui peuvent être obtenues plus indirectement par enquête auprès des pêcheurs (lors d'enquêtes de perception ou

d'enquêtes via les écoliers). Comme il a été vu, ces dernières données, en particulier celles concernant le volume des captures, ne sont pas toujours exactes, d'où la nécessité de vérifier ou conforter leur crédibilité par des données issues d'échantillonnages directs des captures. Pour que ce type de suivi soit réalisé de manière participative et s'inscrive dans la durée, il semble nécessaire de proposer des mesures incitatives qui vont accroître le nombre et l'assiduité des participants. En raison des doutes qui subsistent sur la fiabilité des données issues de suivi participatif des captures, et en particulier des cahiers de pêche, ces suivis devront être accompagnés d'évaluations ponctuelles de la qualité des données produites.

Disposer d'indicateurs basés sur la taille des populations exploitées s'avérerait très utile pour affiner le diagnostic de l'impact de la pêcherie (Jennings and Lock 1996, Jennings and Polunin 1996b, Ault et al. 2005, Graham et al. 2005, Shin et al. 2005). Il n'en avait pas été question lors de cette étude car les indicateurs ont été sélectionnés en fonction de leur simplicité à être renseignés, critère indispensable pour garantir le succès de suivis participatifs (Stokes et al. 1990, Spellerberg 2005, Topp-Jorgensen et al. 2005). Mais il serait intéressant de réfléchir à une manière de les intégrer au suivi participatif des captures.

Concernant les enquêtes via les écoliers, il est souhaitable de s'en tenir à des questionnaires pour décrire la consommation en poissons des ménages et les activités de pêche de pêcheurs du ménage. L'expérience a montré que rajouter un questionnaire pour réaliser via les écoliers un suivi des captures d'un pêcheur du ménage (deux semaines en l'occurrence) apportait trop de complexité et de travail supplémentaire, à moins que ce travail soit mieux intégré aux travaux et programmes scolaires afin que les élèves et professeurs soient plus impliqués.

Ainsi il est proposé un protocole, pour l'évaluation de la durabilité des pêcheries récifales, décrit ci-dessous (Figure 19). Ce protocole devrait être composé d'un suivi continu des captures par échantillonnage ou grâce à des cahiers de pêche. Devrait s'ajouter une phase ponctuelle, répétée à intervalles espacés, de collecte de données à large échelle grâce aux enquêtes de perception et aux enquêtes via les écoliers. Le tout devrait être encadré par une structure de coordination assurant les tâches de conception et planification du programme de suivi, communication, formation des participants, centralisation et analyse des données, validation de la qualité des données, et restitution et diffusion de l'information générée. Disposer de séries temporelles pour chacun des indicateurs renseignés par le protocole favorisera leur interprétation à la lumière des tendances qui se dégageront et en les comparant

avec les tendances de référence. Cette analyse de la tendance observée par rapport à la tendance de référence semble plus appropriée que l'analyse de la valeur de l'indicateur par rapport à une valeur de référence toujours difficile à connaître (Jennings and Dulvy 2005, Trenkel et al. 2007).

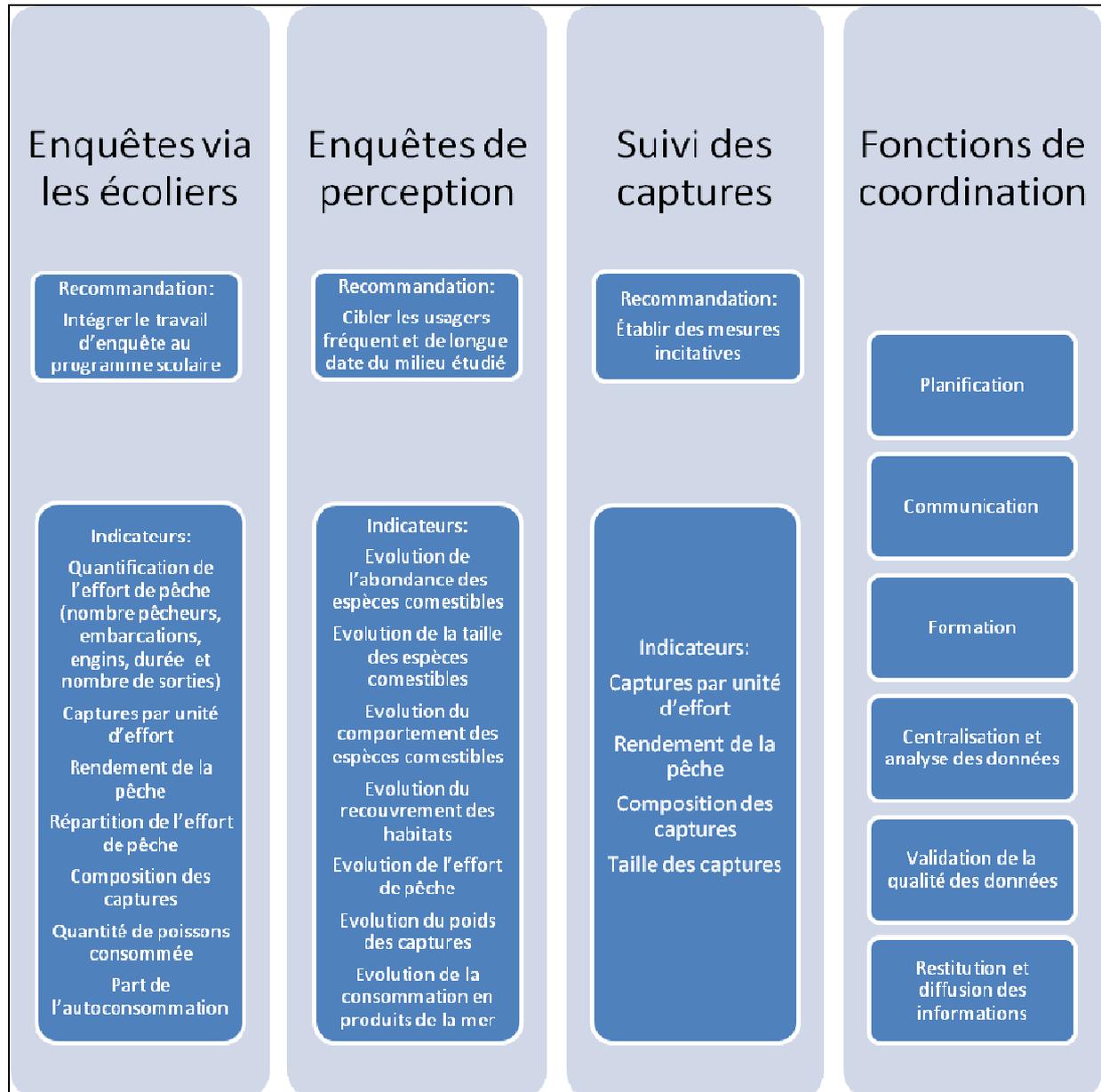


Figure 19. Composantes proposées pour un programme de suivi participatif de pêche récifale.

5.3 Limites de l'étude et recommandations

Pour s'impliquer pleinement les participants de programmes de suivi doivent être persuadés que le temps qu'ils consacrent à la collecte de données est utile. C'est-à-dire que les données seront utilisées pour améliorer la situation présente (Stokes et al. 1990). Cela peut l'être par l'intégration des données au processus de gestion, en mettant à disposition des décideurs des informations qui vont guider le choix des mesures de gestion à prendre (Danielsen et al. 2005b). Pour cela il est nécessaire que le suivi participatif soit institutionnalisé. Les données collectées peuvent aussi être utilisées pour dénoncer et faire pression sur les décideurs afin d'influer sur leurs décisions (Au et al. 2000). Un programme de suivi ne consiste pas uniquement en la collecte de données. L'analyse, la diffusion, la restitution et l'utilisation de ces données à des fins d'orienter ou réorienter la gestion de la pêche sont des composantes très importantes des programmes de suivi (Vos et al. 2000). Sans cela le suivi n'a pas de sens et les participants de programmes de suivi participatif risquent très vite de se lasser. Or, dans le cadre de la présente étude, l'objectif n'était pas de mettre en place un programme de suivi participatif mais de tenter d'atteindre les objectifs suivants : i) identifier des méthodes réalistes génériques qui permettent de répondre aux besoins du suivi tout en étant adaptées aux participants ; ii) évaluer si le degré de participation et l'assiduité des participants sont suffisants pour fournir les données requises, notamment sur le long terme ; iii) évaluer la validité des données produites ; iv) déterminer l'intérêt des informations générées par les suivis participatifs pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales. La démarche suivie pour tenter d'apporter des réponses à ces questions nous a amené à tester des méthodes de suivi participatif sur le terrain. Mais il ne s'agissait en aucun cas de mettre en œuvre des programmes de suivi participatif institutionnalisés sur les sites d'étude. Les données collectées par les participants ne l'étaient pas à des fins d'améliorer la gestion des pêcheries des sites d'étude mais à des fins scientifiques (tester la faisabilité des méthodes, tester la qualité des données, tester le taux de participation, évaluer la pertinence des informations produites). Ceci a été un frein certain à la volonté de la population locale à s'impliquer dans le suivi proposé. Et cela influe donc grandement sur l'analyse du degré d'implication (participation et assiduité) des participants qui a été traitée au cours de cette étude.

Le développement d'un plan de communication est également essentiel pour accroître le nombre de participants et renforcer leur assiduité (Gouveia et al. 2004, Conrad and Daoust

2008). Il est nécessaire de communiquer, avant la mise en place du programme de suivi participatif, sur les objectifs et l'intérêt du programme, pour attirer plus de participants, et en cours de programme, pour valoriser et diffuser le travail des participants et s'assurer ainsi d'une plus grande assiduité de leur part. Encore une fois, étant donné qu'il ne s'agissait pas de mettre en œuvre un programme de suivi participatif dans le cadre de cette étude, le plan de communication était très limité, d'où probablement la faible implication observée pour certaines méthodes. L'existence d'un tel plan aurait très certainement favorisé l'engagement d'une plus grande partie de la société civile dans les suivis participatifs testés.

Le protocole de suivi participatif proposé est un ensemble de méthodes appropriées aux compétences, connaissances et motivations des participants et capables de fournir des informations crédibles et pertinentes pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales. Mais cela n'est pas suffisant, il est nécessaire également de réfléchir à la manière de mettre en œuvre ce protocole pour que les informations produites soient correctement restituées, diffusées, discutées et intégrées au processus de prise de décision (Conrad and Daoust 2008). Car un des avantages du suivi participatif réside dans son potentiel à créer une émulation, au sein de la population, autour des questions de gestion durable de l'écosystème qui est suivi (Whitelaw et al. 2003, Becker et al. 2005, Uychiaoco et al. 2005). Pour que cet intérêt et les connaissances acquises par les divers participants au programme de suivi soient encore plus profitables, en termes d'influence sur les prises de décision, des structures de gouvernance doivent être instaurées (Whitelaw et al. 2003, Noss et al. 2005, Van Rijsoort and Zhang 2005). Ces structures de gouvernance facilitent l'échange entre les participants eux-mêmes, entre les participants et la population et entre les participants et les décideurs.

Des tests de l'exactitude des données collectées par les participants non professionnels n'ont pas été réalisés pour toutes les méthodes relatives au suivi des captures (cahier de pêche, suivi des débarquements par les mareyeuses) ni sur chaque site (enquêtes via les écoliers à Tuléar), même si quelques recoupement des données ont permis d'en discuter. Or la qualité des données collectées va dépendre de la méthode mais aussi de la motivation et de la fiabilité des personnes qui réalisent cette collecte (Stuart-Hill et al. 2005). Une série de précautions à prendre dans la mise en œuvre des méthodes, favorisant la collecte de données fiables, ont été identifiées. Mais il semble également nécessaire, de tester, à chaque fois qu'un programme de suivi participatif est mis en place, la qualité des données obtenues (Savan et al. 2003, Danielsen et al. 2005a).

Le protocole proposé repose sur la mise en œuvre d'échantillonnages continus des captures et de larges enquêtes à intervalles réguliers auprès des usagers (enquêtes de perception), des ménages et des pêcheurs (enquêtes via les écoliers). Cela va faciliter l'identification des tendances des indicateurs qui sont suivis. En effet interpréter les tendances observées des indicateurs semble plus pertinent que de comparer la valeur d'un indicateur à une valeur de référence générale dont les fondements scientifiques sont discutables (Jennings and Dulvy 2005). Mais cette alternative pose un autre problème : sera-t-il possible de détecter des tendances dans les indicateurs qui ont été sélectionnés au cours de cette étude ? Autrement dit la précision de la mesure de l'indicateur est elle suffisante pour mettre en évidence une variation de l'indicateur imputable à la pêche ? La précision est liée à la variance de l'estimation. Une forte variance est signe d'une faible précision et donc d'un pouvoir de détection de changement plus faible. Or, comme il a été précisé en introduction, les données collectées par les non professionnels montrent souvent une plus forte variance que celles collectées par les professionnels (Pattengill-Semmens and Semmens 1998, Nicholson et al. 2002). De plus, souvent, les suivis participatifs ne permettent pas de détecter des tendances car ils ne sont pas en mesure de fournir des données autres que qualitatives (Andrianandrasana et al. 2005). Un autre problème concerne l'identification de la valeur limite de l'intensité de la variation, à partir de laquelle le gestionnaire doit agir. En effet à chaque indicateur doivent être associées des règles de décisions (Link 2005). Ces problèmes n'ont pas été traités dans le cadre de cette étude, car ils nécessitent d'avoir à disposition des données issues de ces suivis participatifs sur du plus long terme. Mais il est impératif de s'y attaquer, sans quoi le risque est pris de collecter des données, certes utiles pour caractériser la pêcherie et dresser un diagnostic général de son impact, mais ne permettant pas de juger de l'évolution des pressions et de l'état des ressources et de l'écosystème, et donc inutiles dans le cadre d'une gestion adaptative (Legg and Nagy 2006).

6 Conclusion

L'objectif général de l'étude était d'évaluer la pertinence des approches participatives pour contribuer au suivi écosystémique des pêcheries récifales.

Les sous objectifs visés par l'étude étaient les suivants : 1) identifier des méthodes réalistes génériques qui permettent de répondre aux besoins du suivi tout en étant adaptées aux participants ; 2) évaluer si le degré de participation et l'assiduité des participants sont suffisants pour fournir les données requises, notamment sur le long terme ; 3) évaluer la fiabilité des données produites ; 4) déterminer l'intérêt des informations générées par les suivis participatifs pour évaluer la durabilité biologique des pêcheries récifales.

Cette étude a montré qu'il était en effet possible d'identifier des méthodes, utiles pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales, et adaptées aux connaissances et compétences des participants. Ces méthodes ont été regroupées dans le cadre d'un protocole. Il ressort également de cette expérience que l'implication de la société civile s'avère être pertinente pour réaliser des campagnes d'échantillonnages ponctuelles et de large envergure. Par contre la faible assiduité des participants sur la durée ne penche pas en faveur de l'utilisation de suivis participatifs, fonctionnant uniquement sur la base du volontariat et sans forte activité de communication, en continu et sur le long terme. De plus, cette étude a prouvé que moyennant un certain nombre de précautions les membres de la société civile sont tout à fait capables de produire des données valides scientifiquement à partir des méthodes du protocole proposé. Et enfin, de part le nombre, la qualité, la variété et la pertinence des informations produites, les suivis participatifs contribuent utilement à l'évaluation de la durabilité des pêcheries récifales.

En conséquence, il est possible d'affirmer que les approches participatives peuvent être pertinentes pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales.

Cependant ces approches peuvent se heurter à un certain nombre de difficultés. En tout premier lieu la disponibilité de volontaires est un facteur limitant de taille. Dans certains cas, en particulier les pays en voie de développement, il peut s'avérer extrêmement difficile de disposer de volontaires prêts à donner de leur temps et de leur énergie pour contribuer au suivi de l'environnement. Dans ces pays les membres des communautés locales vivent souvent

dans des conditions difficiles. Même si ils sont bien conscients des pressions qui pèsent sur le milieu qu'ils exploitent, la situation de survie dans laquelle ils se trouvent les contraints à ne pas pouvoir s'impliquer dans d'autres activités que celles qui permettent de subvenir aux besoins élémentaires de leurs familles. Pour ces raisons, leur vision est à court terme et répond à des exigences de survie au jour le jour. Ainsi il est très difficile de les impliquer dans des activités bénévoles de suivi de l'état de l'environnement qui contribuent à une gestion durable des ressources, notion qui repose sur une vision à long terme. Parfois, pour des raisons culturelles, les communautés ne partagent pas les préoccupations environnementales qui nourrissent la motivation des volontaires à s'impliquer dans des programmes de suivi de l'environnement. C'est le cas par exemple pour la communauté Vezo de pêcheurs de Tuléar pour qui la disponibilité en ressources est conditionnée par des éléments divins. Autre exemple, en Polynésie française la sensibilité aux problématiques environnementales n'est pas aussi élevée que dans certains pays de l'Occident. Dans ces conditions il devient très difficile de bâtir et maintenir à long terme un programme de suivi participatif de l'environnement. A l'instar d'autres études, la présente recherche a montré que si les volontaires sont correctement encadrés, ils sont en mesure de produire des données pertinentes et utiles. Dans les pays où la conscience écologique de la société civile est forte, il est plus aisé d'impliquer des volontaires dans des activités de suivi de l'environnement. C'est le cas en Australie, en Europe ou en Amérique du Nord où les programmes de suivi participatifs sont foisons (Harvey et al. 2001, Whitelaw et al. 2003, Goffredo et al. 2004, Schmeller et al. 2009). Face à une communauté où on se heurte à un manque de volonté de s'impliquer dans des programmes de collecte de données, il semble préférable d'initier cette activité à très petite échelle et de l'associer très fortement à la mise en évidence des bénéfices d'une mesure de gestion. Par exemple, en 1997 à Fidji la communauté de Ucunivanua a mesuré les conséquences de la fermeture d'une zone de 24 hectares à l'exploitation d'une espèce de coquillage (*Anadara spp.*). Après deux années de fermeture, la communauté a pu observer que la densité en *Anadara spp.* avait augmenté de 1365% à l'intérieur de la zone protégée et 523% à la périphérie. La mise en évidence de ce succès a incité la communauté du village en question et celles des villages voisins à mettre en place d'autres aires protégées (Johannes 2002). Renforcer la participation des acteurs locaux dans les activités de suivi et de gestion de l'environnement est un processus de longue haleine, il faut du temps et des compétences bien spécifiques pour acquérir la confiance de la population (Reed 2008). Cela doit passer notamment par l'implication de la population en amont de la phase de collecte de données et par des démonstrations à petite échelle de l'intérêt des activités de suivi.

Les méthodes de suivi participatif testées dans le cadre de la présente étude, fournissent majoritairement des données qualitatives. Or, par leur nature, ces données ne se prêtent pas toujours à des analyses statistiques facilitant la détection scientifiquement prouvée de tendances ou de liens de causalité entre les phénomènes observés et les activités humaines. Ceci a deux conséquences. Tout d'abord, les informations apportées par les suivis participatifs peuvent aisément faire l'objet de contestations. En cas de conflits il peut être difficile pour les gestionnaires de s'appuyer sur ces données qualitatives pour justifier auprès des politiques ou de la population la mise en place d'une ou plusieurs mesures de gestion. Par exemple, lorsqu'une certaine catégorie d'utilisateurs s'oppose à une mesure de gestion contraignante pour leur activité ils pourront remettre en question la validité des informations sur lesquelles repose la justification de la mesure. Car ces informations sont produites par des suivis réalisés par des non professionnels et que par conséquent la qualité des données peut être mise en doute. Mais aussi parce que les personnes impliquées dans le suivi sont des usagers ou des acteurs locaux dont la position pourrait avoir une influence sur les informations produites. Il ne s'agit pas d'informations issues de suivis réalisés par des personnes extérieures et impartiales. La deuxième conséquence est que sans mise en évidence scientifique des causes de la situation observée, il est difficile de savoir comment identifier les mesures appropriées pour y remédier. Du fait de leur nombre, de leur recoupement et de leur variété, les données issues des suivis participatifs se prêtent parfaitement à une description à un instant donné du système observé. Par contre, cette description souvent grossière ne suffit pas pour une analyse fine des causes des phénomènes observés. Il devient difficile dans ces conditions de s'assurer que les mesures prises seront bien celles qui permettront d'améliorer la situation. Cependant, si les volontaires sont nombreux, alors le nombre de sites d'échantillonnage le sera également renforçant ainsi la précision des données collectées.

Une troisième difficulté porte sur l'effort à déployer afin d'assurer l'animation et la coordination d'un programme de suivi participatif peut être rédhibitoire, notamment lorsque cet effort doit être maintenu sur le long terme. L'expérience montre en effet qu'il est nécessaire de déployer d'importants efforts en termes de communication, animation, motivation, compensation, et valorisation des volontaires, supervision scientifique (établissement du protocole de collecte de données, formation, vérification de la qualité des données, analyse des données) et restitution des informations. Suivi participatif ne veut pas dire absence d'implication des scientifiques, au contraire. Mais des moyens et des

compétences en animation et en communication doivent compléter le dispositif. Dans le cadre de suivis participatifs, des non-professionnels peuvent tout à fait fournir des données fiables à condition que le protocole de collecte de données, la méthode d'analyse et la stratégie de communication soient correctement planifiés (Schmeller et al. 2009). Dans le cadre de suivis continus, c'est-à-dire impliquant la collecte de données à une fréquence élevée et sur le long terme, ces efforts d'encadrement doivent être constants. Tout relâchement se traduit rapidement par une réduction puis un abandon des activités de collecte de données par les participants. Comme le montre l'expérience menée en Polynésie française, même lorsqu'un encadrement relativement conséquent est effectué, les participants peuvent abandonner en raison d'un manque d'intérêt ou face à l'effort de collecte de données jugé trop important. Les approches participatives ne semblent donc pas être très appropriées pour des suivis continus, réguliers et sur le long terme de l'état de l'environnement dans les pays où le contexte socioéconomique et culturel est tel que la société civile est peu encline à s'investir dans ce type de programme. Par contre, ces approches participatives montrent un réel potentiel pour des évaluations ponctuelles et à grande échelle du milieu étudié, et cela à faible coût (Goffredo et al. 2004, Lee et al. 2006, Theberge and Dearden 2006, Delaney et al. 2008). La concentration des phases de collecte de données a le double avantage de n'éroder ni les budgets ni l'assiduité des participants. L'effort à déployer pour mobiliser des membres de la société civile sur du court terme étant plus raisonnable, cette approche semble plus réaliste. En effet, en profitant des connaissances et de l'expertise disponible localement, il est possible d'obtenir en peu de temps un très grand nombre d'informations variées, exactes et pertinentes pour caractériser et évaluer la durabilité d'une pêcherie, comme les expériences menées dans le cadre de cette thèse le prouvent. Cette approche est donc particulièrement adaptée pour les pays en voie de développement, où se trouve la majorité des pêcheries récifales, et qui disposent de budgets limités pour le suivi des pêcheries.

Une quatrième difficulté réside dans le fait qu'un programme de suivi participatif implique de nombreuses entités. En effet, celles-ci comprendront au minimum les participants, qui peuvent être des pêcheurs, des plongeurs, des écoliers etc., les scientifiques, la structure de coordination et les institutions qui utilisent les résultats du suivi. La structure est ainsi plus fragile qu'un suivi qui serait assuré uniquement par des scientifiques, étant donné que la défaillance d'un élément rompt la cohérence et diminue l'efficacité de l'ensemble (Savan et al. 2003). Mais en contre partie la coopération entre les acteurs s'en trouve renforcée (Andrianandrasana et al. 2005).

La dernière difficulté provient de ce que les programmes de suivi participatif sont souvent perçus comme très pertinents, en particulier dans les pays aux moyens techniques humains et financiers limités, en raison de leur capacité à collecter de nombreuses données pour un faible coût apparent (Obura 2001, Moller et al. 2004). Mais dans ces pays, la collecte de données est-elle une priorité lorsqu'un financement devient disponible ? Dans ce cas, la priorité est plutôt à des activités concrètes ayant pour but de réduire les pressions mettant en péril la durabilité des écosystèmes et des activités qu'ils supportent (comme par exemple renforcer les moyens pour faire respecter les règles existantes).

Ainsi, si on compare les suivis participatifs aux suivis menés par les scientifiques il apparaît que la disponibilité en volontaires fait parfois défaut, que l'organisation et la coordination des programmes de suivi participatif est plus complexe et que les données qui en sont issues sont moins précises et plus questionnables. Mais comparer les suivis participatifs et scientifiques uniquement en termes de données collectées serait une erreur. Un programme de suivi participatif a d'autres intérêts que celui de produire, comme il a été montré, des données fiables, nombreuses et pertinentes pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales.

En effet, la collecte de données, est une activité assez limitée. Bien sûr, elle est très pertinente pour : i) être averti des modifications anormales de l'état des écosystèmes coralliens ; ii) disposer d'un état des lieux de la situation facilitant la prise de décisions éclairées sur les mesures de gestion à mettre en œuvre ; iii) évaluer l'efficacité des mesures de gestion à préserver la pérennité de l'écosystème et des biens et services qu'il fournit. Mais, en termes de gestion, pour être réellement efficaces, les données collectées doivent être compréhensibles, appropriées localement, c'est-à-dire répondre à de réels besoins locaux en informations, être diffusées auprès de la population et surtout être utilisées et concrétisées en décisions mises en œuvre (Johannes 1998, Sheil 2001, Nichols and Williams 2006). Sinon, l'effort aura été vain. Or, par rapport aux suivis uniquement réalisés par les scientifiques, les suivis participatifs, favorisent la livraison d'informations facilement compréhensibles, pertinentes et plus directement utilisables par les instances de décision (Whitelaw et al. 2003, Danielsen et al. 2005b, Uychiaoco et al. 2005). Toutefois, cela n'est pas toujours suffisant car la disponibilité et le partage de données pour un site ne se traduisent pas forcément en actions. Par exemple, à Tuléar, le constat scientifique de surexploitation des ressources halieutiques et de dégradation des écosystèmes de la baie de Tuléar a été établi depuis de nombreuses années

déjà, et des recommandations avaient été faites (Vasseur et al. 1988, Laroche and Ramananarivo 1995, Laroche et al. 1997, Vasseur 1997) sans pour autant avoir été suivies. Peut être justement parce que ce diagnostic a été établi par une expertise externe ? Pas uniquement, car les enquêtes menées dans le cadre de cette recherche auprès des pêcheurs de la baie de Tuléar montrent qu'ils dressent le même diagnostic. Ainsi, disposer des informations sur l'état de l'écosystème et les partager sont nécessaires mais pas suffisants pour enclencher des mécanismes de gestion en conséquence. Le suivi participatif a l'avantage par rapport aux suivis scientifiques de favoriser un certain nombre de facteurs (renforcement de la coopération et de la participation, sensibilisation de la population) qui devraient faciliter la mise en œuvre de mesures de gestion.

A noter que, pour gérer durablement la pêche, les instances de décision ont besoin de disposer d'autres informations que celles concernant l'impact des activités de pêche sur la ressource et les écosystèmes. Le « bien être » de l'écosystème n'est pas le seul qui doit être recherché, mais celui de la société doit l'être également. En effet, la durabilité biologique n'est pas le seul critère à prendre en compte dans la gestion d'une pêche, d'autres objectifs comme l'efficacité économique et l'équité sociale doivent aussi être poursuivis (Garcia et al. 2000, Hilborn 2007a). D'où la nécessité de collecter des données socio-économiques pour aider à l'atteinte de ces derniers. De plus le milieu qu'exploite la pêche est souvent impacté plus ou moins directement par d'autres activités humaines (Cicin Sain 1993, Gray 1997, Richmond et al. 2007). D'où la nécessité de connaître et suivre ces autres activités et leurs impacts sur l'écosystème afin de garantir une gestion intégrée du milieu. Les suivis participatifs pourraient s'avérer pertinents pour suivre ces autres composantes également.

L'analyse de la bibliographie concernant les suivis participatifs a montré que les aspects critiques de ces approches concernaient la fiabilité des données et l'implication des participants. C'est pourquoi l'étude a été orientée sur ces problématiques. Mais il ne faut pas oublier que les bénéfices des suivis participatifs ne se mesurent pas seulement en termes d'accroissement de la capacité de collecte de données. Ces approches ont également des retombées relatives à : la sensibilisation et l'éducation de la société civile à la préservation de l'environnement ; à une plus grande participation des populations locales aux processus de gestion ; et au renforcement de leurs capacités à détecter les changements et à pouvoir s'y adapter afin de garantir une gestion durable des écosystèmes coralliens.

La première de ces retombées, la contribution à la sensibilisation de la population, est la clé pour assurer la préservation des écosystèmes coralliens notamment sur le long terme. En effet, elle permet d'agir en profondeur sur la perception et les relations que la population entretient avec l'environnement. Elle favorise un changement d'attitude et de comportement de chaque citoyen envers un plus grand respect du milieu marin et transforme chacun d'entre eux en acteur de la protection de ce milieu à travers leur appui aux politiques qui vont dans ce sens. La seconde des retombées, non moins importante, c'est la garantie d'une société civile plus impliquée dans le processus de gestion. Cet engagement facilite l'identification de mesures plus éclairées, équitables, appropriées localement, légitimes, et mieux comprises et donc plus respectées. Enfin, la troisième retombée, le renforcement des capacités de la communauté locale à détecter les changements de l'écosystème et à pouvoir s'y adapter, est cruciale pour la pérennité des écosystèmes coralliens. L'incertitude et la non linéarité caractérisent la dynamique de ces écosystèmes. D'où la nécessité de les surveiller constamment et d'adapter les mesures de gestion afin de s'efforcer de ne pas éroder leur résilience, c'est-à-dire leur capacité à faire face et s'adapter aux changements. Cette gestion adaptative favorise le maintien d'écosystèmes coralliens résilients, moins vulnérables, garantissant ainsi la pérennité des biens et services qu'ils fournissent aux sociétés humaines.

Renforcer l'intérêt, l'appropriation et la participation active et efficace des populations locales dans la gestion de l'environnement, devrait être une priorité, car c'est bien là qu'est le frein à l'action, et non pas uniquement le manque de données. Le suivi participatif contribue aux deux.

7 Références bibliographiques

- Adjeroud, M., D. Augustin, R. Galzin, and B. Salvat. 2002. Natural disturbances and interannual variability of coral reef communities on the outer slope of Tiahura (Moorea, French Polynesia): 1991 to 1997. *Marine Ecology-Progress Series* **237**:121-131.
- Agardy, T. 2000. Effects of fisheries on marine ecosystems: a conservationist's perspective. *Ices Journal of Marine Science* **57**:761-765.
- Agardy, T., P. Bridgewater, M. P. Crosby, J. Day, P. K. Dayton, R. A. Kenchington, D. Laffoley, P. Macconney, P. A. Murray, J. E. Parks, and L. Peau. 2003. Dangerous Targets? Unresolved Issues and Ideological Clashes Around Marine Protected Areas. *Aquatic Conservation - Marine and Freshwater Ecosystems* **13**:353-367.
- Alongi, D. M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation* **29**:331-349.
- Andrianandrasana, H. T., J. Randriamahefasoa, J. Durbin, R. E. Lewis, and J. H. Ratsimbazafy. 2005. Participatory ecological monitoring of the Alaotra wetlands in Madagascar. *Biodiversity and Conservation* **14**:2757-2774.
- Aswani, S., and P. Weiant. 2004. Scientific evaluation in women's participatory management: Monitoring marine invertebrate refugia in the Solomon Islands. *Human Organization* **63**:301-319.
- Au, J., P. Bagchi, B. Chen, R. Martinez, S. A. Dudley, and G. J. Sorger. 2000. Methodology for public monitoring of total coliforms, *Escherichia coli* and toxicity in waterways by Canadian high school students. *Journal of Environmental Management* **58**:213-230.
- Aubanel, A. 1993. Valeurs socio-économiques du milieu corallien récifal et de ses ressources. Application à une île océanique du Pacifique sud: Moorea, archipel de la Société. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux III.
- Aubanel, A., N. Marquet, J. M. Colombani, and B. Salvat. 1999. Modifications of the shore line in the Society islands (French Polynesia). *Ocean & Coastal Management* **42**:419-438.
- Augustin, D., R. Galzin, P. Legendre, and B. Salvat. 1997. Interannual Variability of the Tiahura Barrier Reef Communities (Moorea Island, French Polynesia). *Oceanologica Acta* **20**:743-756.
- Augustin, D., G. Richard, and B. Salvat. 1999. Long term variation in mollusc assemblages on a coral reef, Moorea, French Polynesia. *Coral Reefs* **18**:293-296.
- Ault, J. S., S. G. Smith, and J. A. Bohnsack. 2005. Evaluation of average length as an estimator of exploitation status for the Florida coral-reef fish community. *Ices Journal of Marine Science* **62**:417-423.

- Babcock, E. A., and E. K. Pikitch. 2004. Can we reach agreement on a standardized approach to ecosystem-based fishery management? *Bulletin of Marine Science* **74**:685-692.
- Bacchet, P., Y. Lefevre, and T. Zysman, editors. 2007. *Guide des poissons de Tahiti et ses îles*. Au Vent des Iles, Collection Nature et Environnement d'Océanie, Tahiti.
- Bagnis, R., P. Mazellier, J. Bennett, and E. Christian, editors. 1972. *Poissons de Polynésie*. Les Éditions du Pacifique, Tahiti, Polynésie Française.
- Baird, I. G., and M. S. Flaherty. 2005. Mekong river fish conservation zones in southern Laos: Assessing effectiveness using local ecological knowledge. *Environmental Management* **36**:439-454.
- Bauchot, M. L., and G. Bianchi. 1984. *Guide des poissons commerciaux de Madagascar*. FAO, Rome.
- Becker, C. D., A. Agreda, E. Astudillo, M. Costantino, and P. Torres. 2005. Community-based monitoring of fog capture and biodiversity at Loma Alta, Ecuador enhance social capital and institutional cooperation. *Biodiversity and Conservation* **14**:2695-2707.
- Bell, J. J. 2007. The use of volunteers for conducting sponge biodiversity assessments and monitoring using a morphological approach on Indo-Pacific coral reefs. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* **17**:133-145.
- Bellemans, M. 1989. Résultats de l'enquête cadre des pêcheries traditionnelles côtières Malgaches, 1987/1988. Bilan diagnostic des caractéristiques structurelles. Projet PNUD/FAO/MAG/85/04.
- Bellwood, D. R., T. P. Hughes, C. Folke, and M. Nystrom. 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* **429**:827-833.
- Bergmann, A., H. Hinz, R. E. Blyth, M. J. Kaiser, S. I. Rogers, and M. Armstrong. 2004. Using knowledge from fishers and fisheries scientists to identify possible groundfish 'Essential Fish Habitats'. *Fisheries Research* **66**:373-379.
- Berkes, F., M. K. Berkes, and H. Fast. 2007. Collaborative integrated management in Canada's north: The role of local and traditional knowledge and community-based monitoring. *Coastal Management* **35**:143-162.
- Berkes, F., J. Colding, and C. Folke, editors. 2003. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Blanchet, G., L. Caillaud, and J. Paoaafaite. 1985. Un aspect de la pêche artisanale en Polynésie française: les pièges à poissons de Tikehau. *Notes et Documents Océanographiques, ORSTOM, Tahiti* **25**.
- Bliss, J., G. Aplet, C. Hartzell, P. Harwood, P. Jahnige, D. Kittredge, S. Lewandowski, and M. L. Soscia. 2001. Community-based ecosystem monitoring. *Journal of Sustainable Forestry* **12**:143-167.

- Botsford, L. W., J. C. Castilla, and C. H. Peterson. 1997. The management of fisheries and marine ecosystems. *Science* **277**:509-515.
- Bray, G. S., and H. L. Schramm. 2001. Evaluation of a statewide volunteer angler diary program for use as a fishery assessment tool. *North American Journal of Fisheries Management* **21**:606-615.
- Brenier, A. 2003. Variabilité temporelle de l'organisation de trois peuplements de poissons récifaux (Tiahura, Moorea, Polynésie française). Mémoire de DEA, Université Paris VI.
- Browman, H. I., and K. I. Stergiou. 2004. Perspectives on ecosystem-based approaches to the management of marine resources. *Marine Ecology-Progress Series* **274**:269-270.
- Brown, E. 1999. Long term monitoring of coral reefs on Maui, Hawai'i and the applicability of volunteers. *Hawaii Coral Reef Monitoring Workshop*, Honolulu, Hawaii.
- Bunce, M., L. D. Rodwell, R. Gibb, and L. Mee. 2008. Shifting baselines in fishers' perceptions of island reef fishery degradation. *Ocean & Coastal Management* **51**:285-302.
- Caddy, J. F. 2002. Limit reference points, traffic lights, and holistic approaches to fisheries management with minimal stock assessment input. *Fisheries Research* **56**:133-137.
- Caddy, J. F., and J. C. Seij. 2005. This is more difficult than we thought! The responsibility of scientists, managers and stakeholders to mitigate the unsustainability of marine fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* **360**:59-75.
- Caddy, J. F., E. Wade, T. Surette, M. Hebert, and M. Moriyasu. 2005. Using an empirical traffic light procedure for monitoring and forecasting in the Gulf of St. Lawrence fishery for the snow crab, *Chionoecetes opilio*. *Fisheries Research* **76**:123-145.
- Caillart, B. 1988. Etude d'une pêcherie artisanale de l'archipel des Tuamotu. Biologie, éthologie et dynamique des populations d'une espèce caractéristique : *Naso brevirostris*. Notes et Documents Océanographiques, ORSTOM, Tahiti **38**.
- Caillart, B., M. L. Harmelin Vivien, R. Galzin, and E. Morize. 1994. Reef fish communities and fishery yields of Tikehau atoll (Tuamotu archipelago, French polynesia). *Atoll Research Bulletin* **415**.
- Cappo, M., and I. W. Brown. 1996. Evaluation of sampling methods for reef fish populations of commercial and recreational interest. CRC Reef Research Center, Townsville.
- Ceriola, L., N. Ungaro, and F. Totoda. 2007. A "Traffic" Light approach for the assessment of the Broadtail shortfin squid *Illex coindetii* Verany, 1839 in the Southern Adriatic Sea (Central Mediterranean). *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **17**:145-157.
- Chabanet, P., M. Adjeroud, S. Andrefouet, Y. M. Bozec, J. Ferraris, J. A. Garcia-Charton, and M. Schrimm. 2005. Human-induced physical disturbances and their indicators on coral reef habitats: A multi-scale approach. *Aquatic Living Resources* **18**:215-230.

- Cicin Sain, B. 1993. Sustainable Development and Integrated Coastal Management. *Ocean & Coastal Management* **21**:11-43.
- Clua, E., B. Beliaeff, C. Chauvet, G. David, J. Ferraris, M. Kronen, M. Kulbicki, P. Labrosse, Y. Letourneur, D. Pelletier, O. Thebaud, and M. Leopold. 2005. Towards multidisciplinary indicator dashboards for coral reef fisheries management. *Aquatic Living Resources* **18**:199-213.
- 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**:1302-1310.
- Connell, J. H., T. P. Hughes, and C. C. Wallace. 1997. A 30-year study of coral abundance, recruitment, and disturbance at several scales in space and time. *Ecological Monograph* **67**:461-488.
- Conrad, C. T., and T. Daoust. 2008. Community-based monitoring frameworks: Increasing the effectiveness of environmental stewardship. *Environmental Management* **41**:358-366.
- Cury, P. A., and V. Christensen. 2005. Quantitative ecosystem indicators for fisheries management - Introduction. *Ices Journal of Marine Science* **62**:307-310.
- Cuthill, M. 2000. An interpretive approach to developing volunteer-based coastal monitoring programmes. *Local Environment* **5**:127-137.
- Danielsen, F., N. D. Burgess, and A. Balmford. 2005a. Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches. *Biodiversity and Conservation* **14**:2507-2542.
- Danielsen, F., N. D. Burgess, A. Balmford, P. F. Donald, M. Funder, J. P. G. Jones, P. Alviola, D. S. Balete, T. Blomley, J. Brashares, B. Child, M. Enghoff, J. Fjeldsa, S. Holt, H. Hubertz, A. E. Jensen, P. M. Jensen, J. Massao, M. M. Mendoza, Y. Ngaga, M. K. Poulsen, R. Rueda, M. Sam, T. Skielboe, G. Stuart-Hill, E. Topp-Jorgensen, and D. Yonten. 2009. Local Participation in Natural Resource Monitoring: a Characterization of Approaches. *Conservation Biology* **23**:31-42.
- Danielsen, F., A. E. Jensen, P. A. Alviola, D. S. Balete, M. Mendoza, A. Tagtag, C. Custodio, and M. Enghoff. 2005b. Does monitoring matter? A quantitative assessment of management decisions from locally-based monitoring of protected areas. *Biodiversity and Conservation* **14**:2633-2652.
- Darwall, W. R. T., and N. K. Dulvy. 1996. An evaluation of the suitability of non-specialist volunteer researchers for coral reef fish surveys. *Mafia Island, Tanzania - A case study. Biological Conservation* **78**:223-231.
- Debrot, A. O., and I. Nagelkerken. 2000. User perceptions on coastal resource state and management options in Curacao. *Revista De Biologia Tropical* **48**:95-106.
- Degnbol, P. 2005. Indicators as a means of communicating knowledge. *Ices Journal of Marine Science* **62**:606-611.

- Delaney, D. G., C. D. Sperling, C. S. Adams, and B. Leung. 2008. Marine invasive species: validation of citizen science and implications for national monitoring networks. *Biological Invasions* **10**:117-128.
- Diduck, A., and A. J. Sinclair. 2002. Public involvement in environmental assessment: The case of the nonparticipant. *Environmental Management* **29**:578-588.
- Dollar, S. J., and G. W. Tribble. 1993. Recurrent storm disturbance and recovery: a long term study of coral communities in Hawaii. *Coral Reefs* **12**:223-233.
- Drew, J. A. 2005. Use of traditional ecological knowledge in marine conservation. *Conservation Biology* **19**:1286-1293.
- Drew, J. A., and A. P. Henne. 2006. Conservation biology and traditional ecological knowledge: Integrating academic disciplines for better conservation practice. *Ecology and Society* **11**.
- Dulvy, N. K., R. P. Freckleton, and N. V. C. Polunin. 2004. Coral reef cascades and the indirect effects of predator removal by exploitation. *Ecology Letters* **7**:410-416.
- Dustan, P., and J. C. Halas. 1987. Changes in the reef-coral communities of Carysfort Reef, Key Largo, Florida: 1974 to 1982. *Coral Reefs* **6**:91-106.
- Fagerstrom, J. A. 1992. Reef flat community dynamics, Tiahura, Moorea island, French Polynesia: I. degradation 1971-1987. *Seven International Coral Reef Symposium, Guam*.
- Ferraris, J., S. Andrefouet, P. Chabanet, Y. Chancerelle, R. Galzin, H. Jimenez, M. Kulbicki, X. Lagadec, T. Lison de Loma, C. Mellin, and E. Morize. 2005. Approche écosystémique de la biodiversité et de ses usages des lagons de Polynésie française. Application à l'atoll de Tikehau (Tuamotu) et proposition d'indicateurs pour l'aide à la gestion. Rapport de fin de contrat Ministère de l'Outre-Mer, IRD-EPHE, Polynésie française.
- Ferraris, J., and P. Cayré. 2003. Les Pêcheries Récifales dans le Pacifique Sud : d'une gestion intuitive vers une gestion écosystémique raisonnée. *Océanis* **29**:397-414.
- Fore, L. S., K. Paulsen, and K. O'Laughlin. 2001. Assessing the performance of volunteers in monitoring streams. *Freshwater Biology* **46**:109-123.
- Foster-Smith, J., and S. M. Evans. 2003. The value of marine ecological data collected by volunteers. *Biological Conservation* **113**:199-213.
- Gabrie, C., R. Galzin, and B. Salvat. 1988. Bilan des activités humaines reconnues comme cause de dégradation des récifs coralliens frangeant de Moorea. Rapport polycopiés Antenne Muséum EPHE en Polynésie française RA 27.
- Galzin, R. 1987a. Potential fisheries yield of a Moorea fringing reef (French Polynesia) by the analysis of three dominant fishes. *Atoll Research Bulletin* **305**:1-21.
- Galzin, R. 1987b. Structure of fish communities of French Polynesia coral reefs. I. Spatial scales. *Marine Ecology-Progress Series* **41**:29-136.

- Galzin, R. 1987c. Structure of fish communities of French Polynesia coral reefs. II. Temporal scales. *Marine Ecology-Progress Series* **41**:137-145.
- Galzin, R., E. Morize, A. Stein, and E. Conte. 1989. Déggradations naturelles et/ou anthropiques en zones côtières intertropicales et répercussions possibles sur l'économie des pêches : le cas des récifs coralliens. Rapport photocopiés Antenne Muséum EPHE en Polynésie française RA 32.
- Galzin, R., and J. P. Pointier. 1985. Moorea island, Society Archipelago. 5th International Coral Reef Congress, Tahiti.
- Garcia, S. M., D. J. Staples, and J. Chesson. 2000. The FAO guidelines for the development and use of indicators for sustainable development of marine capture fisheries and an Australian example of their application. *Ocean & Coastal Management* **43**:537-556.
- Gislason, H., M. Sinclair, K. Sainsbury, and R. O'Boyle. 2000. Symposium overview: incorporating ecosystem objectives within fisheries management. *Ices Journal of Marine Science* **57**:468-475.
- Goffredo, S., C. Piccinetti, and F. Zaccanti. 2004. Volunteers in marine conservation monitoring: a study of the distribution of seahorses carried out in collaboration with recreational scuba divers. *Conservation Biology* **18**:1492-1503.
- Gouveia, C., A. Fonseca, A. Camara, and F. Ferreira. 2004. Promoting the use of environmental data collected by concerned citizens through information and communication technologies. *Journal of Environmental Management* **71**:135-154.
- Grafton, R. Q., and T. Kompas. 2005. Uncertainty and the active adaptive management of marine reserves. *Marine Policy* **29**:471-479.
- Graham, N. A. J., N. K. Dulvy, S. Jennings, and N. V. C. Polunin. 2005. Size-spectra as indicators of the effects of fishing on coral reef fish assemblages. *Coral Reefs* **24**:118-124.
- Grant, S., and F. Berkes. 2007. Fisher knowledge as expert system: A case from the longline fishery of Grenada, the Eastern Caribbean. *Fisheries Research* **84**:162-170.
- Gray, J. S. 1997. Marine biodiversity: Patterns, threats and conservation needs. *Biodiversity and Conservation* **6**:153-175.
- Green, R. E., A. Balmford, P. R. Crane, G. M. Mace, J. D. Reynolds, and R. K. Turner. 2005. A framework for improved monitoring of biodiversity: Responses to the World Summit on Sustainable Development. *Conservation Biology* **19**:56-65.
- Greenwood, J. J. D. 1994. Trust the wildlife volunteers. *Nature* **368**:490-490.
- Haapkyla, J., F. Ramade, and B. Salvat. 2007. Oil pollution on coral reefs: a review of the state of knowledge and management needs. *Vie Et Milieu-Life and Environment* **57**:95-111.
- Hall, S. J., and B. Mainprize. 2004. Towards ecosystem-based fisheries management. *Fish and Fisheries* **5**:1-20.

- Halpern, B. S., H. M. Regan, H. P. Possingham, and M. A. McCarthy. 2006. Accounting for uncertainty in marine reserve design. *Ecology Letters* **9**:2-11.
- Harmelin Vivien, M. L. 1981. Trophic Relationships of Reef Fishes in Tulear (Madagascar). *Oceanologica Acta* **4**:365-374.
- Harmelin Vivien, M. L. 1985. Tikehau atoll, Tuamotu archipelago. 5th International Coral Reef Congress, Tahiti.
- Harvey, N., B. D. Clarke, and P. Carvalho. 2001. The role of the Australian Coastcare program in community-based coastal management: a case study from South Australia. *Ocean & Coastal Management* **44**:161-181.
- Hawkins, J. P., and C. M. Roberts. 1992. Effects of Recreational Scuba Diving on Fore-Reef Slope Communities of Coral Reefs. *Biological Conservation* **62**:171-178.
- Hawkins, J. P., and C. M. Roberts. 1993. Effects of Recreational Scuba Diving on Coral Reefs - Trampling on Reef-Flat Communities. *Journal of Applied Ecology* **30**:25-30.
- Hilborn, R. 2007a. Defining success in fisheries and conflicts in objectives. *Marine Policy* **31**:153-158.
- Hilborn, R. 2007b. Moving to sustainability by learning from successful fisheries. *Ambio* **36**:296-303.
- Hilborn, R., K. Stokes, J. J. Maguire, T. Smith, L. W. Botsford, M. Mangel, J. Orensanz, A. Parma, J. Rice, J. Bell, K. L. Cochrane, S. Garcia, S. J. Hall, G. P. Kirkwood, K. Sainsbury, G. Stefansson, and C. Walters. 2004. When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean & Coastal Management* **47**:197-205.
- Hodgson, G. 1999. A global assessment of human effects on coral reefs. *Marine Pollution Bulletin* **38**:345-355.
- Hoegh-Guldberg, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine and Freshwater Research* **50**:839-866.
- Holck, M. H. 2008. Participatory forest monitoring: an assessment of the accuracy of simple cost-effective methods. *Biodiversity and Conservation* **17**:2023-2036.
- Hosch, G. 2000. The use of students in surveying subsistence fisheries. A Pacific island case study. *FAO Fisheries Circular* 962, FAO, Rome.
- Hughes, T. P. 1994. Catastrophes, Phase-Shifts, and Large-Scale Degradation of a Caribbean Coral-Reef. *Science* **265**:1547-1551.
- Hughes, T. P., A. H. Baird, D. R. Bellwood, M. Card, S. R. Connolly, C. Folke, R. Grosberg, O. Hoegh-Guldberg, J. B. C. Jackson, J. Kleypas, J. M. Lough, P. Marshall, M. Nystrom, S. R. Palumbi, J. M. Pandolfi, B. Rosen, and J. Roughgarden. 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* **301**:929-933.

- Hunsberger, C. A., R. B. Gibson, and S. K. Wismer. 2005. Citizen involvement in sustainability-centred environmental assessment follow-up. *Environmental Impact Assessment Review* **25**:609-627.
- Huntington, H. P. 1998. Observations on the utility of the semi-directive interview for documenting traditional ecological knowledge. *Arctic* **51**:237-242.
- Huntington, H. P. 2000. Using Traditional Ecological Knowledge in science: Methods and applications. *Ecological Applications* **10**:1270-1274.
- Iida, T. 2005. The past and present of the coral reef fishing economy in Madagascar : implication for self-determination in resource use. *Senri Ethnological studies* **67**:237-258.
- Jackson, J. B. C. 2007. Economic incentives, social norms, and the crisis of fisheries. *Ecological Research* **22**:16-18.
- Jackson, J. B. C., M. X. Kirby, W. H. Berger, K. A. Bjorndal, L. W. Botsford, B. J. Bourque, R. H. Bradbury, R. Cooke, J. Erlandson, J. A. Estes, T. P. Hughes, S. Kidwell, C. B. Lange, H. S. Lenihan, J. M. Pandolfi, C. H. Peterson, R. S. Steneck, M. J. Tegner, and R. R. Warner. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* **293**:629-638.
- Jennings, S. 2005. Indicators to support an ecosystem approach to fisheries. *Fish and Fisheries* **6**:212-232.
- Jennings, S., and N. K. Dulvy. 2005. Reference points and reference directions for size-based indicators of community structure. *Ices Journal of Marine Science* **62**:397-404.
- Jennings, S., and M. J. Kaiser. 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology* **34**:201-352.
- Jennings, S., M. J. Kaiser, and J. D. Reynolds, editors. 2001. *Marine fisheries ecology*. Blackwell Science, Oxford.
- Jennings, S., and J. M. Lock. 1996. Population and ecosystem effects of reef fishing. *in* N. Polunin and C. M. Roberts, editors. *Reef Fisheries*. Chapman and Hall, London.
- Jennings, S., and N. V. C. Polunin. 1995. Comparative Size and Composition of Yield from 6 Fijian Reef Fisheries. *Journal of Fish Biology* **46**:28-46.
- Jennings, S., and N. V. C. Polunin. 1996a. Effects of fishing effort and catch rate upon the structure and biomass of Fijian reef fish communities. *Journal of Applied Ecology* **33**:400-412.
- Jennings, S., and N. V. C. Polunin. 1996b. Impacts of fishing on tropical reef ecosystems. *Ambio* **25**:44-49.
- Jentoft, S., B. J. McCay, and D. C. Wilson. 1998. Social theory and fisheries co-management. *Marine Policy* **22**:423-436.

- Johannes, R. E. 1998. The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore finfisheries. *Trends in Ecology & Evolution* **13**:243-246.
- Johannes, R. E. 2002. The renaissance of community-based marine resource management in Oceania. *Annual Review of Ecology and Systematics* **33**:317-340.
- Johannes, R. E., M. R. Freeman, and R. J. Hamilton. 2000. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* **1**:257-271.
- Jones, J. P. G., M. M. Andriamarivololona, N. Hockley, J. M. Gibbons, and E. J. Milner-Gulland. 2008. Testing the use of interviews as a tool for monitoring trends in the harvesting of wild species. *Journal of Applied Ecology* **45**:1205-1212.
- Kamukuru, A. T., Y. D. Mgaya, and M. C. Ohman. 2004. Evaluating a marine protected area in a developing country: Mafia Island Marine Park, Tanzania. *Ocean & Coastal Management* **47**:321-337.
- Kaplan, I. M., and B. J. McCay. 2004. Cooperative research, co-management and the social dimension of fisheries science and management. *Marine Policy* **28**:257-258.
- Kenchington, R. A., editor. 1990. *Managing marine environments*. Taylor and Francis, New York.
- King, M. 2005. Problems with centralised fisheries management in pacific islands. Pages 181-195 *in* N. Kishigami and J. M. Savelle, editors. *Indigenous use and management of marine resources*. National Museum of Ethnology, Suita, Osaka, Japan.
- Koop, K., D. Booth, A. Broadbent, J. Brodie, D. Bucher, D. Capone, J. Coll, W. Dennison, M. Erdmann, P. Harrison, O. Hoegh-Guldberg, P. Hutchings, G. B. Jones, A. W. D. Larkum, J. O'Neil, A. Steven, E. Tentori, S. Ward, J. Williamson, and D. Yellowlees. 2001. ENCORE: The effect of nutrient enrichment on coral reefs. Synthesis of results and conclusions. *Marine Pollution Bulletin* **42**:91-120.
- Kuster, C., V. C. Vuki, and L. P. Zann. 2005. Long-term trends in subsistence fishing patterns and coral reef fisheries yield from a remote Fijian island. *Fisheries Research* **76**:221-228.
- Kuster, C., V. C. Vuki, and L. P. Zann. 2006. Validation of the accuracy of household reporting of subsistence fishing catch and effort: a Fijian case study. *Fisheries Management and Ecology* **13**:177-184.
- Labrosse, P., J. Ferraris, and Y. Letourneur. 2006. Assessing the sustainability of subsistence fisheries in the Pacific: The use of data on fish consumption. *Ocean & Coastal Management* **49**:203-221.
- Lagadec, X. 2003. *Etude de l'évolution halieutique d'un atoll de Polynésie française*. Mémoire de DAA, ENSAR, Rennes.
- Lagouin, Y. 1959. La pêche côtière malgache dans la région de Tuléar. *Bulletin de Madagascar* **153**:95-106.

- Larkin, P. A. 1996. Concepts and issues in marine ecosystem management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **6**:139-164.
- Laroche, J., and N. Ramananarivo. 1995. A preliminary survey of the artisanal fishery on coral reefs of the Tulear Region (southwest Madagascar). *Coral Reefs* **14**:193-200.
- Laroche, J., J. Razanoelisoa, E. Fauroux, and M. W. Rabenevanana. 1997. The reef fisheries surrounding the south-west coastal cities of Madagascar. *Fisheries Management and Ecology* **4**:285-299.
- Lecaillon, G., V. Dufour, and P. Lenfant. 2000. Les pêcheries dans les récifs coralliens. *Océanis* **26**:543-569.
- Lee, T., M. S. Quinn, and D. Duke. 2006. Citizen, science, highways, and wildlife: Using a web-based GIS to engage citizens in collecting wildlife information. *Ecology and Society* **11**.
- Legg, C. J., and L. Nagy. 2006. Why most conservation monitoring is, but need not be, a waste of time. *Journal of Environmental Management* **78**:194-199.
- Leopold, M., J. Ferraris, and P. Labrosse. 2004. Assessment of the reliability of fish consumption as an indicator of reef fish catches in small Pacific islands: The example of Ouvea Island in New Caledonia. *Aquatic Living Resources* **17**:119-127.
- Link, J. S. 2005. Translating ecosystem indicators into decision criteria. *Ices Journal of Marine Science* **62**:569-576.
- Lison de Loma, T. 2005. Liens entre les caractéristiques récifales des îles, la densité humaine et les populations de poissons récifaux commerciaux des îles de la Société. Convention Ministère de la Pêche, de l'Industrie et des Petites et Moyennes Entreprises N°4-0095.
- Livingston, P. A., K. Aydin, J. Boldt, J. Ianelli, and J. Jurado-Molina. 2005. A framework for ecosystem impacts assessment using an indicator approach. *Ices Journal of Marine Science* **62**:592-597.
- Lunn, K. E., and P. Dearden. 2006. Monitoring small-scale marine fisheries: An example from Thailand's Ko Chang archipelago. *Fisheries Research* **77**:60-71.
- Mackinson, S. 2001. Integrating local and scientific knowledge: An example in fisheries science. *Environmental Management* **27**:533-545.
- Margoluis, R., and N. Salafsky, editors. 1998. *Measures of success: Designing, managing, and monitoring conservation and development projects*. Island Press, Washington D.C.
- Martinez, E., K. Maamaatuaiahutapu, C. Payri, and A. Ganachaud. 2007. *Turbinaria ornata* invasion in the Tuamotu Archipelago, French Polynesia: ocean drift connectivity. *Coral Reefs* **26**:79-86.
- Mascia, M. B. 2003. The human dimension of coral reef marine protected areas: Recent social science research and its policy implications. *Conservation Biology* **17**:630-632.

- Mathooko, J. M. 2005. Application of traditional ecological knowledge in the management and sustainability of fisheries in East Africa: a long-neglected strategy? *Hydrobiologia* **537**:1-6.
- Mayfield, C., M. Joliat, and D. Cowan. 2001. The roles of community networks in environmental monitoring and environmental informatics. *Advances in Environmental Research* **5**:385-393.
- McClanahan, T., N. Polunin, and T. Done. 2002. Ecological states and the resilience of coral reefs. *Conservation Ecology* **6**.
- McDuff, M. D. 2001. Building the capacity of grassroots conservation organizations to conduct participatory evaluation. *Environmental Management* **27**:715-727.
- Moller, H., F. Berkes, P. O. Lyver, and M. Kislalioglu. 2004. Combining science and traditional ecological knowledge: Monitoring Populations for co-management. *Ecology and Society* **9**.
- Mumby, P. J., C. P. Dahlgren, A. R. Harborne, C. V. Kappel, F. Micheli, D. R. Brumbaugh, K. E. Holmes, J. M. Mendes, K. Broad, J. N. Sanchirico, K. Buch, S. Box, R. W. Stoffle, and A. B. Gill. 2006. Fishing, trophic cascades, and the process of grazing on coral reefs. *Science* **311**:98-101.
- Nagelkerken, I., C. M. Roberts, G. van der Velde, M. Dorenbosch, M. C. van Riel, E. C. de la Morinere, and P. H. Nienhuis. 2002. How important are mangroves and seagrass beds for coral-reef fish? The nursery hypothesis tested on an island scale. *Marine Ecology-Progress Series* **244**:299-305.
- Neis, B., D. C. Schneider, L. Felt, R. C. Haedrich, J. Fisher, and J. A. Hutchings. 1999. Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource users ? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **56**:1949-1963.
- Newman, C., C. D. Buesching, and D. W. Macdonald. 2003. Validating mammal monitoring methods and assessing the performance of volunteers in wildlife conservation - "Sed quis custodiet ipsos custodies?". *Biological Conservation* **113**:189-197.
- Newton, K., I. M. Cote, G. M. Pilling, S. Jennings, and N. K. Dulvy. 2007. Current and future sustainability of island coral reef fisheries. *Current Biology* **17**:655-658.
- Nichols, J. D., and B. K. Williams. 2006. Monitoring for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* **21**:668-673.
- Nicholson, E., J. Ryan, and D. Hodgkins. 2002. Community data - where does the value lie? Assessing confidence limits of community collected water quality data. *Water Science and Technology* **45**:193-200.
- Nicholson, M. D., and S. Jennings. 2004. Testing candidate indicators to support ecosystem-based management: the power of monitoring surveys to detect temporal trends in fish community metrics. *Ices Journal of Marine Science* **61**:35-42.

- Nielsen, J. R., and T. Vedsmand. 1999. User participation and institutional change in fisheries management: a viable alternative to the failures of 'top-down' driven control? *Ocean & Coastal Management* **42**:19-37.
- Niinioja, R., A. L. Holopainen, L. Lepisto, A. Ramo, and J. Turkka. 2004. Public participation in monitoring programmes as a tool for lakeshore monitoring: the example of Lake Pyhajarvi, Karelia, Eastern Finland. *Limnologica* **34**:154-159.
- Noss, A. J., I. Oetting, and R. Cuellar. 2005. Hunter self-monitoring by the Isoseno-Guarani in the Bolivian Chaco. *Biodiversity and Conservation* **14**:2679-2693.
- Nystrom, M., C. Folke, and F. Moberg. 2000. Coral reef disturbance and resilience in a human-dominated environment. *Trends in Ecology & Evolution* **15**:413-417.
- Obura, D. O. 2001. Participatory monitoring of shallow tropical marine fisheries by artisanal fishers in Diani, Kenya. *Bulletin of Marine Science* **69**:777-791.
- Obura, D. O., S. Wells, J. Church, and C. Horrill. 2002. Monitoring of fish and fish catches by local fishermen in Kenya and Tanzania. *Marine and Freshwater Research* **53**:215-222.
- Pandolfi, J. M., R. H. Bradbury, E. Sala, T. P. Hughes, K. A. Bjorndal, R. G. Cooke, D. McArdle, L. McClenachan, M. J. H. Newman, G. Paredes, R. R. Warner, and J. B. C. Jackson. 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science* **301**:955-958.
- Pattengill-Semmens, C. V., and B. X. Semmens. 1998. An analysis of fish survey data generated by non experts in the Flower Garden Banks National Marine Sanctuary. *Journal of the Gulf of Mexico Science* **2**:196-207.
- Pattengill-Semmens, C. V., and B. X. Semmens. 2003. Conservation and management applications of the reef volunteer fish monitoring program. *Environmental Monitoring and Assessment* **81**:43-50.
- Pauly, D., J. Alder, E. Bennett, V. Christensen, P. Tyedmers, and R. Watson. 2003. The future for fisheries. *Science* **302**:1359-1361.
- Payri, C. 1987. Zonation and seasonal variation of the commonest algae on Tiahura Reef (Moorea island, French Polynesia). *Botanica marina* **18**:141-149.
- Payri, C. E., and O. Naim. 1982. Variations entre 1971 et 1980 de la biomasse et de la composition des populations de macroalgues sur le récif corallien de Tiahura (île de Moorea, Polynésie française). *Cryptogamie, Algologie* **3**:229-240.
- Pelletier, D., J. A. Garcia-Charton, J. Ferraris, G. David, O. Thebaud, Y. Letourneur, J. Claudet, M. Amand, M. Kulbicki, and R. Galzin. 2005. Designing indicators for assessing the effects of marine protected areas on coral reef ecosystems: A multidisciplinary standpoint. *Aquatic Living Resources* **18**:15-33.
- Pikitch, E. K., C. Santora, E. A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil, D. O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, D. Fluharty, B. Heneman, E. D. Houde, J. Link, P. A. Livingston, M. Mangel, M. K. McAllister, J. Pope, and K. J. Sainsbury. 2004. Ecosystem-based fishery management. *Science* **305**:346-347.

- Polunin, N. V. C., and N. A. J. Graham. 2003. Review of the impacts of fishing on coral reef fish populations. Western Pacific Fishery Management Council.
- Poulsen, M. K., and K. Luanglath. 2005. Projects come, projects go: Lessons from participatory monitoring in southern Laos. *Biodiversity and Conservation* **14**:2591-2610.
- Raakjaer, J., D. M. Son, K. J. Staehr, H. Hovgard, N. T. D. Thuy, K. Ellegaard, F. Riget, D. V. Thi, and P. G. Hai. 2007. Adaptive fisheries management in Vietnam - The use of indicators and the introduction of a multi-disciplinary Marine Fisheries Specialist Team to support implementation. *Marine Policy* **31**:143-152.
- Rakotoarinivo, A. W. 1998. Les petits poissons pélagiques de la région de Toliara. Biologie, écologie, exploitation et aménagement. Thèse de doctorat, Université de Toliara.
- Ramade, F., and H. Roche. 2006. Pollutant effects on coral reefs ecosystems. *Revue D'Ecologie-La Terre Et La Vie* **61**:3-33.
- Ramananarivo, N. V. 1990. Etude de la dynamique d'une pêcherie: cas de la baie de Toliara. Mémoire de DEA, 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 ». Thèse de doctorat, Université de Toliara.
- Reed, M. S. 2008. Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation* **141**:2417-2431.
- Rejela, M. N. 1993. La pêche traditionnelle Vezo du Sud ouest de Madagascar : un système d'exploitation dépassé ? Thèse de doctorat, Université de Bordeaux III.
- Rice, J. 2003. Environmental health indicators. *Ocean & Coastal Management* **46**:235-259.
- Rice, J. C., and M. J. Rochet. 2005. A framework for selecting a suite of indicators for fisheries management. *Ices Journal of Marine Science* **62**:516-527.
- Richmond, R. H. 1993. Coral-Reefs - Present Problems and Future Concerns Resulting from Anthropogenic Disturbance. *American Zoologist* **33**:524-536.
- Richmond, R. H., T. Rongo, Y. Golbuu, S. Victor, N. Idechong, G. Davis, W. Kostka, L. Neth, M. Hamnett, and E. Wolanski. 2007. Watersheds and coral reefs: Conservation science, policy, and implementation. *Bioscience* **57**:598-607.
- Rochet, M. J., M. Prigent, J. A. Bertrand, A. Carpentier, F. Coppin, J. P. Delpech, G. Fontenelle, E. Foucher, K. Mahe, E. Rostiaux, and V. M. Trenkel. 2008. Ecosystem trends: evidence for agreement between fishers' perceptions and scientific information. *Ices Journal of Marine Science* **65**:1057-1068.
- Rochet, M. J., and V. M. Trenkel. 2003. Which community indicators can measure the impact of fishing? A review and proposals. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **60**:86-99.

- Rodriguez-Martinez, R., and L. M. Ortiz. 1999. Coral reef education in schools of Quintana Roo, Mexico. *Ocean & Coastal Management* **42**:1061-1068.
- Rogers, C. S. 1990. Responses of Coral Reefs and Reef Organisms to Sedimentation. *Marine Ecology-Progress Series* **62**:185-202.
- Russ, G. R. 1991. Coral reef fisheries: effects and yields. Pages 601-635 *in* P. F. Sale, editor. *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego.
- Sadovy, Y. 2005. Trouble on the reef: the imperative for managing vulnerable and valuable fisheries. *Fish and Fisheries* **6**:167-185.
- Sainsbury, K. J., A. E. Punt, and A. D. M. Smith. 2000. Design of operational management strategies for achieving fishery ecosystem objectives. *Ices Journal of Marine Science* **57**:731-741.
- Salafsky, N., and R. Margoluis. 1999. Threat reduction assessment: A practical and cost-effective approach to evaluating conservation and development projects. *Conservation Biology* **13**:830-841.
- Sale, P. F. 2008. Management of coral reefs: Where we have gone wrong and what we can do about it. *Marine Pollution Bulletin* **56**:805-809.
- Salimo. 1997. Etude de la pêche-collecte à pied sur les platiers du Grand Récif de Toliara. Mémoire de DEA, Université de Toliara.
- Salvat, B., and A. Aubanel. 2002. La gestion des récifs coralliens de Polynésie française. *Revue D'Ecologie-La Terre Et La Vie* **57**:193-251.
- Salvat, B., A. Aubanel, M. Adjeroud, P. Bouisset, D. Calmet, Y. Chancerelle, N. Cochenec, N. Davies, A. Fougerousse, R. Galzin, E. Lagouy, C. Lo, C. Monier, C. Ponsonnet, G. Remoissenet, D. Schneider, A. Stein, M. Tatarata, and L. Villiers. 2008. Monitoring of French Polynesia coral reefs and their recent development. *Revue D'Ecologie-La Terre Et La Vie* **63**:145-177.
- Salvat, B., R. Galzin, G. Vergonzanne, G. Richard, and J. P. Chevallier. 1983. Moorea, mission Benthoplan mai 1977 (benthos, hydrologie, plancton), 5 transects autour de l'île. Rapport polycopiés Antenne Muséum EPHE en Polynésie française R.
- Samoilys, M. A., and G. Carlos. 2000. Determining methods of underwater visual census for estimating the abundance of coral reef fishes. *Environmental Biology of Fishes* **57**:289-304.
- Savan, B., A. J. Morgan, and C. Gore. 2003. Volunteer environmental monitoring and the role of the universities: The case of Citizens' Environment Watch. *Environmental Management* **31**:561-568.
- Scheffer, M., S. Carpenter, and B. de Young. 2005. Cascading effects of overfishing marine systems. *Trends in Ecology & Evolution* **20**:579-581.
- Schmeller, D. S., P. Y. Henry, R. Julliard, B. Gruber, J. Clobert, F. Dziock, S. Lengyel, P. Nowicki, E. Deri, E. Budrys, T. Kull, K. Tali, B. Bauch, J. Settele, C. Van Swaay, A.

- Kobler, V. Babij, E. Papastergiadou, and K. Henle. 2009. Advantages of Volunteer-Based Biodiversity Monitoring in Europe. *Conservation Biology* **23**:307-316.
- Sheil, D. 2001. Conservation and biodiversity monitoring in the tropics: Realities, priorities, and distractions. *Conservation Biology* **15**:1179-1182.
- Sheil, D., and A. Lawrence. 2004. Tropical biologists, local people and conservation: new opportunities for collaboration. *Trends in Ecology & Evolution* **19**:634-638.
- Shin, Y. J., M. J. Rochet, S. Jennings, J. G. Field, and H. Gislason. 2005. Using size-based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. *Ices Journal of Marine Science* **62**:384-396.
- Silver, J. J., and L. M. Campbell. 2005. Fisher participation in research: Dilemmas with the use of fisher knowledge. *Ocean & Coastal Management* **48**:721-741.
- Smith, J. M. B. 2008. Perspectives on an Invasion of Paradise: *Rhizophora stylosa* on Moorea, French Polynesia *Australian Geographical Studies* **34**:81-87.
- Spalding, M. D., and A. M. Grenfell. 1997. New estimates of global and regional coral reef areas. *Coral Reefs* **16**:225-230.
- Spellerberg, I. F., editor. 2005. *Monitoring ecological change*. 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Stem, C., R. Margoluis, N. Salafsky, and M. Brown. 2005. Monitoring and evaluation in conservation: a review of trends and approaches. *Conservation Biology* **19**:295-309.
- Stepath, C. M. 1999. Does community-based coral reef monitoring promote awareness? Hawaii Coral Reef Monitoring Workshop, Honolulu, Hawaii.
- Stokes, P., M. Havas, and T. Brydges. 1990. Public-Participation and Volunteer Help in Monitoring Programs - an Assessment. *Environmental Monitoring and Assessment* **15**:225-229.
- Stuart-Hill, G., R. Diggle, B. Munali, J. Tagg, and D. Ward. 2005. The event book system: A community-based natural resource monitoring system from Namibia. *Biodiversity and Conservation* **14**:2611-2631.
- Tawake, A., J. Parks, P. Radikedike, B. Aalbersberg, V. Vuki, and N. Salafsky. 2001. Harvesting Clams and Data Involving local communities in monitoring can lead to conservation success in all sorts of unanticipated ways: A case in Fiji. *Conservation in Practice* **2**:32-35.
- Teh, L., A. S. Cabanban, and U. R. Sumaila. 2005. The reef fisheries of Pulau Banggi, Sabah: A preliminary profile and assessment of ecological and socio-economic sustainability. *Fisheries Research* **76**:359-367.
- Teh, L., and U. R. Sumaila. 2007. Malthusian overfishing in Pulau Banggi? *Marine Policy* **31**:451-457.

- Teh, L. S. L., D. Zeller, A. Cabanban, L. C. L. Teh, and U. R. Sumaila. 2007. Seasonality and historic trends in the reef fisheries of Pulau Banggi, Sabah, Malaysia. *Coral Reefs* **26**:251-263.
- Theberge, M. M., and P. Dearden. 2006. Detecting a decline in whale shark *Rhincodon typus* sightings in the Andaman Sea, Thailand, using ecotourist operator-collected data. *Oryx* **40**:337-342.
- Topp-Jorgensen, E., M. K. Poulsen, J. F. Lund, and J. F. Massao. 2005. Community-based monitoring of natural resource use and forest quality in montane forests and miombo woodlands of Tanzania. *Biodiversity and Conservation* **14**:2653-2677.
- Trenkel, V. M., M. J. Rochet, and B. Mesnil. 2007. From model-based prescriptive advice to indicator-based interactive advice. *Ices Journal of Marine Science* **64**:768-774.
- Uychiaoco, A. J., H. O. Arceo, S. J. Green, M. T. De la Cruz, P. A. Gaite, and P. M. Alino. 2005. Monitoring and evaluation of reef protected areas by local fishers in the Philippines: tightening the adaptive management cycle. *Biodiversity and Conservation* **14**:2775-2794.
- Van Rijsoort, J., and J. F. Zhang. 2005. Participatory resource monitoring as a means for promoting social change in Yunnan, China. *Biodiversity and Conservation* **14**:2543-2573.
- Vasseur, P. 1997. Ecosystèmes côtiers en danger dans la région de Tuléar. *in* J. M. Lebigre, editor. *Milieux et sociétés dans le sud-ouest de Madagascar*. Collection Iles et Archipels.
- Vasseur, P., C. Gabrie, and M. L. Harmelin Vivien. 1988. State of coral reefs and mangroves of the Tulear region (SW Madagascar): Assessment of human activities and suggestions for management. Pages 421-425 Sixth International Coral Reef Symposium, Townsville, Australia.
- Vieux, C. 2002. La pêche lagonaire à Moorea (Polynésie française) : évolution quantitative et socio-économique depuis 1992. Rapport EPHE-CRIOBE-NEB-IFRECOR.
- Vos, P., E. Meelis, and W. J. Ter Keurs. 2000. A framework for the design of ecological monitoring programs as a tool for environmental and nature management. *Environmental Monitoring and Assessment* **61**:317-344.
- Walmsley, S. F., and A. T. White. 2003. Influence of social, management and enforcement factors on the long-term ecological effects of marine sanctuaries. *Environmental Conservation* **30**:388-407.
- Walsh, W. A., R. Y. Ito, K. E. Kawamoto, and M. McCracken. 2005. Analysis of logbook accuracy for blue marlin (*Makaira nigricans*) in the Hawaii-based longline fishery with a generalized additive model and commercial sales data. *Fisheries Research* **75**:175-192.
- Webb, E. L., R. J. Maliao, and S. V. Siar. 2004. Using local user perceptions to evaluate outcomes of protected area management in the Sagay Marine Reserve, Philippines. *Environmental Conservation* **31**:138-148.

- Whitelaw, G., H. Vaughan, B. Craig, and D. Atkinson. 2003. Establishing the Canadian Community Monitoring Network. *Environmental Monitoring and Assessment* **88**:409-418.
- Wiber, M., F. Berkes, A. Charles, and J. Kearney. 2004. Participatory research supporting community-based fishery management. *Marine Policy* **28**:459-468.
- Wilkinson, C. R. 1999. Global and local threats to coral reef functioning and existence: review and predictions. *Marine and Freshwater Research* **50**:867-878.
- Yonger, M. 2002. approche de la pêche rée récifo-lagonaire de Moorea (Polynésie française): évaluation de la production halieutique et de la population de pêcheurs. Mémoire de DAA, ENSAR, Rennes.
- Zeller, D., S. Booth, P. Craig, and D. Pauly. 2006. Reconstruction of coral reef fisheries catches in American Samoa, 1950-2002. *Coral Reefs* **25**:144-152.

8 Annexes

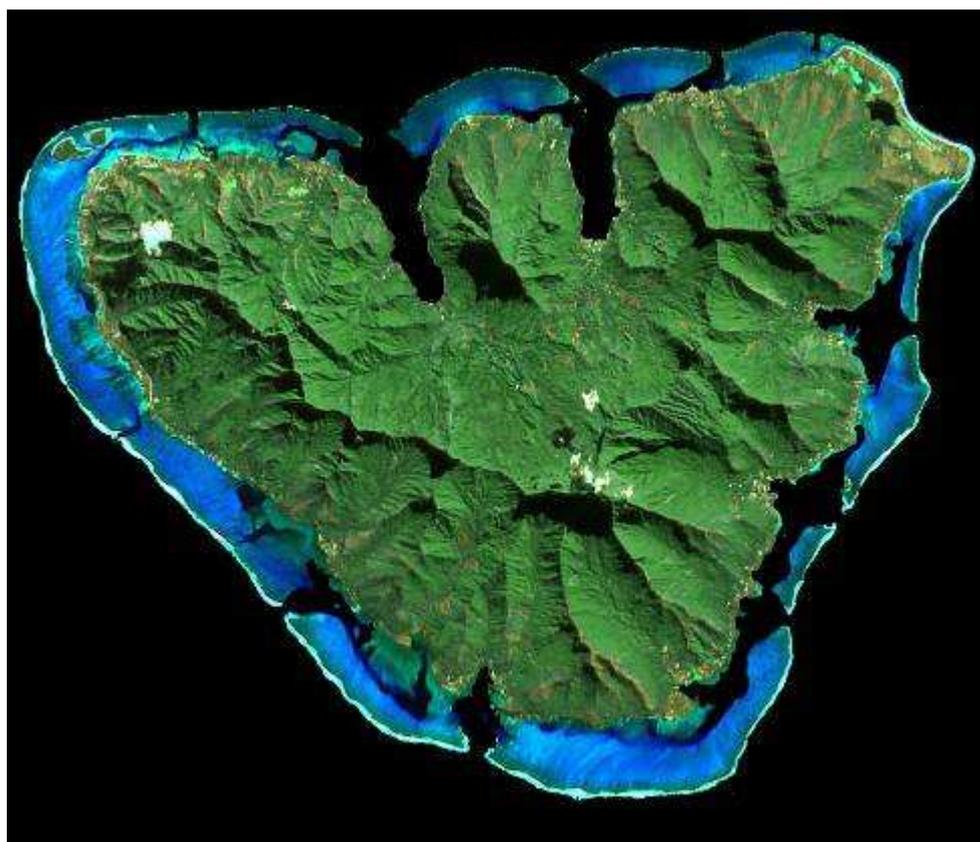
8.1 Annexe 1 : cahier de pêche utilisé par les pêcheurs volontaires de Moorea



BP 529
Papeete
98713 Tahiti
Tél : (689) 50 62 00
(demander Nicolas Maihota)
Fax : (689) 42 95 55

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES POISSONS DE MOOREA

Cahier du pêcheur :



2006/2007

NOM :

Date de la sortie de pêche (jj/mm/2006) :/...../2006

Heure de départ à la pêche :h.....

Heure de retour de la pêche :h.....

Quelle a été la principale technique de pêche utilisée :

A quel endroit de Moorea as tu pêché ? : (mettre un croix sous la lettre qui correspond à la principale zone où tu es aller pêcher, voir carte de Moorea)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Où as tu pêché ? : (mettre une croix dans la case qui correspond à la principale zone où tu es allé pêcher, voir dessin du lagon)

| | | | | | |
|--------|--------|------------------|-------|------------------|-------|
| Rivage | Chenal | Récif côté lagon | Récif | Récif côté large | Passé |
| | | | | | |

Qu'as-tu capturé ?

| Nom des espèces capturées | Nombre de poissons | Ou nombre de tuis | Taille moyenne |
|---------------------------|--------------------|-------------------|--|
| | | | écris le chiffre (voir photo du bras) correspondant à la taille de la majorité des captures de chaque espèce |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Date de la sortie de pêche (jj/mm/2006) :/...../2006

Heure de départ à la pêche :h.....

Heure de retour de la pêche :h.....

Quelle a été la principale technique de pêche utilisée :

A quel endroit de Moorea as tu pêché ? :

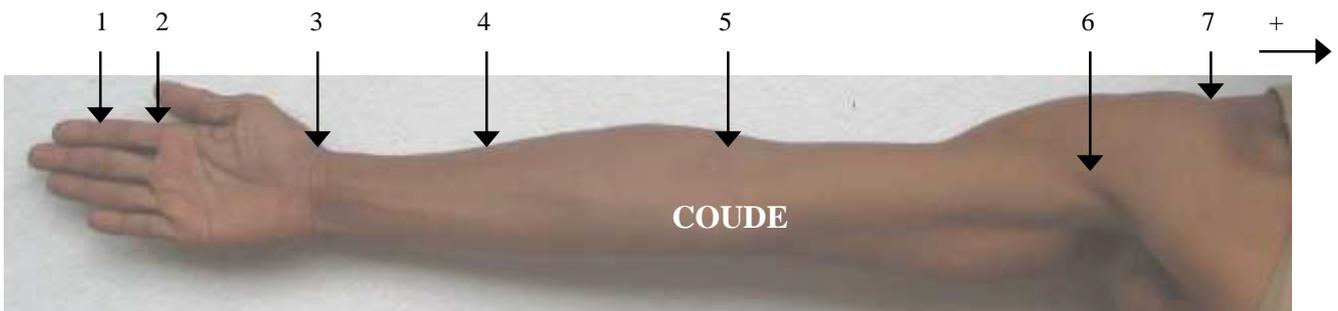
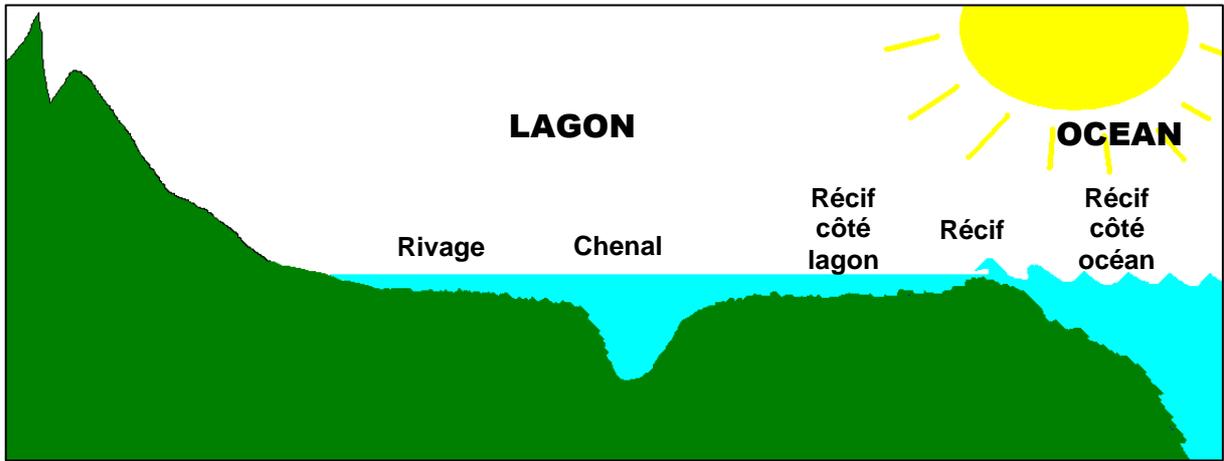
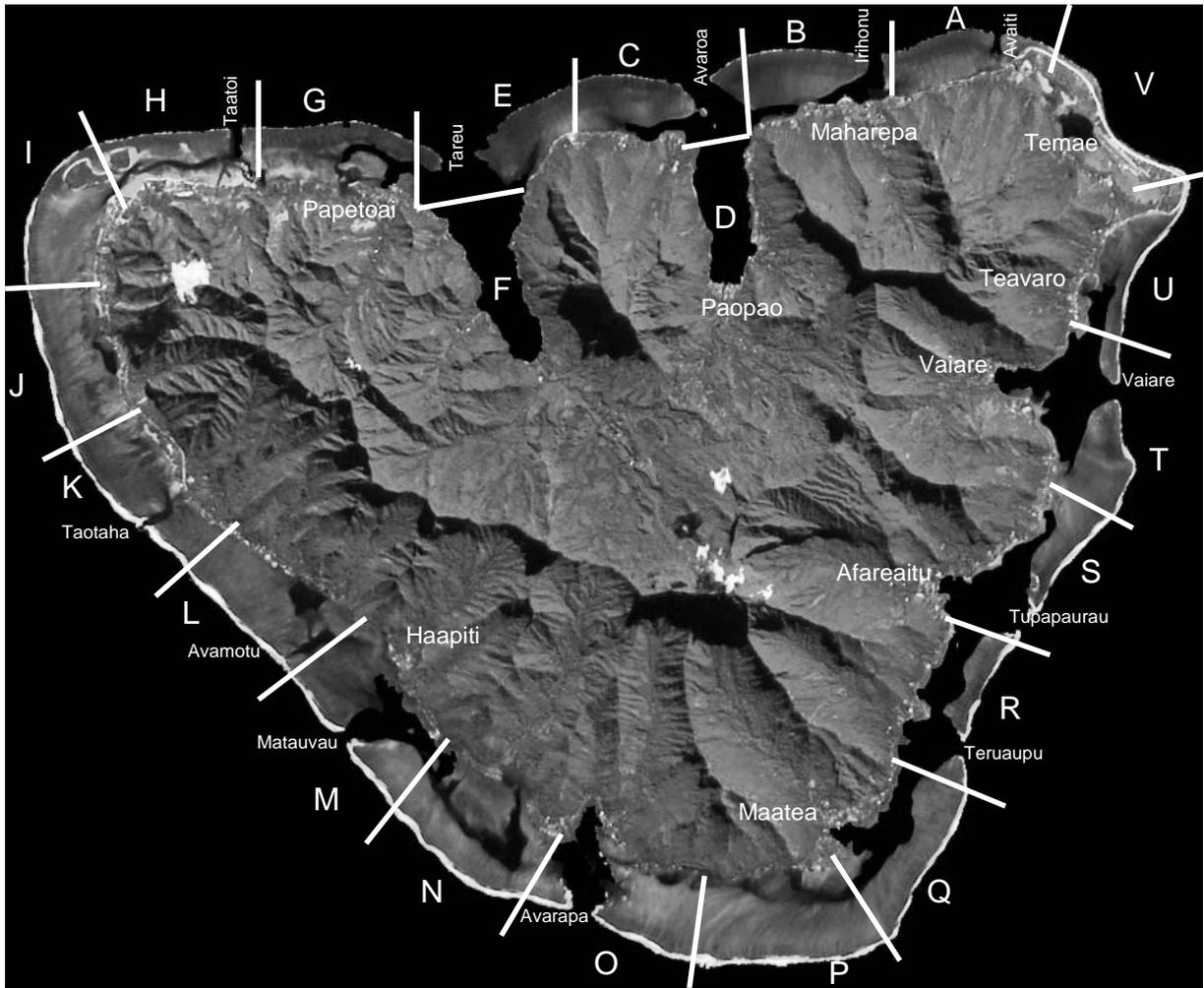
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Où as tu pêché ? : (mettre une croix dans la case qui correspond à la principale zone où tu es allé pêcher, voir dessin du lagon)

| | | | | | |
|--------|--------|------------------|-------|------------------|-------|
| Rivage | Chenal | Récif côté lagon | Récif | Récif côté large | Passé |
| | | | | | |

Qu'as-tu capturé ? :

| Nom des espèces capturées | Nombre de poissons | Ou nombre de tuis | Taille moyenne |
|---------------------------|--------------------|-------------------|--|
| | | | écris le chiffre (voir photo du bras) correspondant à la taille de la majorité des captures de chaque espèce |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



2006/2007

NOM :

Date de la sortie de pêche (jj/mm/2006) :/...../2006

Heure de départ à la pêche :h.....

Heure de retour de la pêche :h.....

Quelle a été la principale technique de pêche utilisée :

A quel endroit de Tikehau as tu pêché ? : (mettre une croix sous la lettre qui correspond à la principale zone où tu es allé pêcher, voir carte de Tikehau)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E |
| | | | | |

Où as tu pêché ? : (mettre une croix dans la case qui correspond à la principale zone où tu es allé pêcher, voir dessin du lagon)

| | | | | | | | |
|---------|-------|---------------|---------------|-------|-------|---------|-------|
| Patates | Lagon | Bord du lagon | Bord du récif | Récif | Pente | Tombant | Passé |
| | | | | | | | |

Qu'as-tu capturé ?

| Nom des espèces capturées | Nombre de poissons | Ou nombre de tuis | Taille moyenne <i>écris le chiffre (voir photo du bras) correspondant à la taille de la majorité des captures de chaque espèce</i> |
|---------------------------|--------------------|-------------------|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Date de la sortie de pêche (jj/mm/2006) :/...../2006

Heure de départ à la pêche :h.....

Heure de retour de la pêche :h.....

Quelle a été la principale technique de pêche utilisée :

A quel endroit de Tikehau as tu pêché ? : (mettre une croix sous la lettre qui correspond à la principale zone où tu es allé pêcher, voir carte de Tikehau)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E |
| | | | | |

Où as tu pêché ? : (mettre une croix dans la case qui correspond à la principale zone où tu es allé pêcher, voir dessin du lagon)

| | | | | | | | |
|---------|-------|---------------|---------------|-------|-------|---------|-------|
| Patates | Lagon | Bord du lagon | Bord du récif | Récif | Pente | Tombant | Passé |
| | | | | | | | |

Qu'as-tu capturé ?

| Nom des espèces capturées | Nombre de poissons | Ou nombre de tuis | Taille moyenne <i>écris le chiffre (voir photo du bras) correspondant à la taille de la majorité des captures de chaque espèce</i> |
|---------------------------|--------------------|-------------------|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

8.3 Annexe 3 : questionnaire utilisé pour les enquêtes via les écoliers à Moorea

Moorea le 05/04/2006

Projet pédagogique et scientifique avec les élèves des collèges de Moorea

Les récifs coralliens font partie des milieux naturels abritant le plus grand nombre d'espèces animales et végétales de la planète. Ils sont aussi très fragiles. A Moorea les récifs coralliens servent d'abris et de nourriture à un grand nombre d'espèces de poissons comestibles. Les récifs coralliens sont donc un formidable garde manger. La pêche lagonaire en prélevant ces poissons fournit nourriture et argent à la population de Moorea.

Bien que primordiale cette activité est mal connue. Il existe peu d'informations disponibles sur la population de pêcheurs (pêcheurs commerciaux, pêcheurs de subsistance et pêcheurs loisirs) et l'activité de pêche à Moorea. Afin de faire avancer les connaissances dans ce domaine les élèves des collèges de Paopao et d' Afareaitu mènent une étude scientifique en collaboration avec le Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de L'Environnement (CRIOBE) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Cette étude consiste en un questionnaire que l'élève va remplir en posant des questions au sein de son foyer. En plus de fournir des informations très utiles pour mieux comprendre l'activité de pêche à Moorea, cette étude permet aussi aux élèves de s'initier aux méthodes de recherche scientifique.

Les réponses de chaque questionnaire pris individuellement ne seront pas utilisées et resteront confidentielles. C'est les réponses de l'ensemble des questionnaires, une fois regroupées, qui sont intéressantes, car elles permettent de mieux connaître la population de pêcheur de Moorea (consommation en poisson, techniques de pêche pratiquées, etc.) et l'activité de pêche à Moorea (durée de la pêche, fréquence de la pêche, zones de pêche, etc.). De la qualité des réponses dépendra la validité de l'étude menée par les élèves. Merci de prendre quelques instants pour faire cette enquête avec votre enfant.

Mauruuru

QUESTIONNAIRE : TA FAMILLE ET LA PECHE

Ce projet pédagogique permet aux élèves de mener une étude scientifique en partenariat avec les scientifiques du Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement (CRIOBE) et de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD, ex ORSTOM). Les réponses resteront anonymes et sont uniquement utilisées par les scientifiques et les élèves afin de mieux comprendre les différents types de pêche pratiqués à Moorea.

QUESTIONS POUR L'ÉLÈVE

Date : Ton école et ta classe :

Ton nom : Ton professeur :

Ton prénom : Ton adresse :

QUESTIONS POUR TOUTE LA MAISON

(En t'aidant des personnes qui vivent dans ta maison réponds aux questions suivantes)

1) Tes parents sont ils originaires de Moorea ? :

(mettre une croix dans la case qui correspond)

| | |
|-----|-----|
| Oui | Non |
| | |

2) A quelle communauté appartenez vous ? : *(mettre une croix dans la case qui correspond)*

| | | | | |
|------------|------|----------|---------|-------|
| Polynésien | Demi | Européen | Chinois | Autre |
| | | | | |

3) Nombre de personnes (l'élève y compris) vivant dans ta maison ? :personnes

4) En général, combien de jours par semaine mangez vous du poisson du **lagon** ? :

(mettre une seule croix dans la case qui correspond)

| | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0 fois par semaine | 1 fois par semaine | 2 fois par semaine | 3 fois par semaine | 4 fois par semaine | 5 fois par semaine | 6 fois par semaine | 7 fois par semaine |
| | | | | | | | |

5) En général, combien de jour par semaine mangez vous du poisson du **large** ? :

(mettre une seule croix dans la case qui correspond)

| | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0 fois par semaine | 1 fois par semaine | 2 fois par semaine | 3 fois par semaine | 4 fois par semaine | 5 fois par semaine | 6 fois par semaine | 7 fois par semaine |
| | | | | | | | |

6) Le plus souvent, le poisson que vous mangez a été ? :

(mettre une seule croix dans la case qui correspond)

| | | |
|--------|----------------------------------|-------|
| acheté | pêché par quelqu'un de la maison | donné |
| | | |

7) Combien d'embarcations (bateaux) à moteur, en état de marche, possédez vous ? :

(mettre une seule croix dans la case qui correspond)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | |

8) Combien de personnes vivant dans ta maison vont à la pêche ? :personnes

9) Combien de personnes vivant dans ta maison, et de plus de 16 ans, pratiquent la pêche lagonaire au moins une fois par mois ? :personnes

10) Pose les questions des « FEUILLES PECHEURS » à chaque personne de ta maison, **de plus de 16 ans**, qui pratique la pêche **lagonaire au moins une fois par mois**.

Ce soir, mercredi 5 avril, après le repas du soir, pose les questions suivantes à la personne qui prépare les repas (questions 11, 12 et 13) :

11) Est-ce que vous avez mangé du poisson de Moorea, avant-hier (lundi 3 avril) (en comptant les repas du matin, du midi et du soir) ? (mettre une croix)

| | |
|-----|-----|
| Oui | Non |
| | |

Si oui, répondre aux questions suivantes :

| | Nom du poisson mangé | Nombre | Taille (mettre 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou +, taille qui correspond à la taille sur le bras) |
|----|----------------------|--------|---|
| 1- | | | |
| 2- | | | |
| 3- | | | |
| 4- | | | |
| 5- | | | |

12) Est-ce que vous avez mangé du poisson de Moorea, hier (mardi 4 avril) (en comptant les repas du matin, du midi et du soir) ? (mettre une croix)

| | |
|-----|-----|
| Oui | Non |
| | |

Si oui, répondre aux questions suivantes :

| | Nom du poisson mangé | Nombre | Taille (mettre 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou +, taille qui correspond à la taille sur le bras) |
|----|----------------------|--------|---|
| 1- | | | |
| 2- | | | |
| 3- | | | |
| 4- | | | |
| 5- | | | |

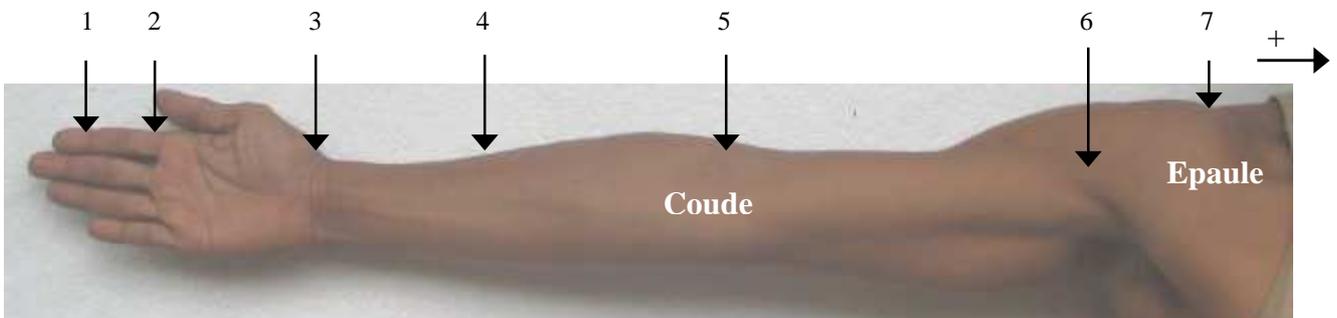
13) Est-ce que vous avez mangé du poisson de Moorea, aujourd'hui (mercredi 5 avril) (en comptant les repas du matin, du midi et du soir) ? (mettre une croix)

| | |
|-----|-----|
| Oui | Non |
| | |

Si oui, répondre aux questions suivantes :

| | Nom du poisson mangé | Nombre | Taille (mettre 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou +, taille qui correspond à la taille sur le bras) |
|----|----------------------|--------|---|
| 1- | | | |
| 2- | | | |
| 3- | | | |
| 4- | | | |
| 5- | | | |

Chiffres correspondant aux différentes tailles des poissons :



Bravo, tu as fini cette enquête scientifique. N'oublie pas de ramener le questionnaire demain à l'école.

FEUILLE PECHEURS

PECHEUR 1

Pose les questions suivantes à une personne de ta maison, de plus de 16 ans, qui pratique la pêche lagonaire au moins une fois par mois :

Prénom du pêcheur : Homme ou femme ? :

Age du pêcheur :ans Profession/métier :

En général, combien de jours tu vas à la pêche par mois ? (mettre une seule croix)

| | | |
|--|---|--|
| 1 à 3 fois par mois (= moins de 1 fois par semaine) | 4 à 8 fois par mois (= 1 à 2 fois par semaine) | 12 fois ou plus par mois (= 3 à 7 fois par semaine) |
| | | |

Quelle technique de pêche utilises tu le plus souvent ? : (mettre une seule croix)

| | | | | | | | |
|------|-------|----------------|--------|-------|-------|--------|-------|
| Parc | Ligne | Canne/moulinet | Traîne | Fusil | Filet | Harpon | Autre |
| | | | | | | | |

Dans quelle zone vas-tu pêcher le plus souvent ? : (voir carte de Moorea)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Sur quelle zone du lagon pêches tu le plus souvent ? : (voir dessin du lagon)

| | | | | | |
|--------|--------|------------------|-------|------------------|-------|
| Rivage | Chenal | Récif côté lagon | Récif | Récif côté large | Passe |
| | | | | | |

En général, quand tu reviens d'une pêche tu as pêché quelles espèces et combien (en moyenne) ? :

1- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

2- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

3- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

4- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

5- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

En général, vends tu une partie des produits de ta pêche ? : (mettre une seule croix)

| | | | |
|--------|-------------------|---------|---------------|
| Jamais | De temps en temps | Souvent | Tout le temps |
| | | | |

PECHEUR 2

Pose les questions suivantes à une personne de ta maison, de plus de 16 ans, qui pratique la pêche lagonaire au moins une fois par mois :

Prénom du pêcheur : Homme ou femme ? :

Age du pêcheur :ans Profession/métier :

En général, combien de jours tu vas à la pêche par mois ? (mettre une seule croix)

| | | |
|--|---|--|
| 1 à 3 fois par mois (= moins de 1 fois par semaine) | 4 à 8 fois par mois (= 1 à 2 fois par semaine) | 12 fois ou plus par mois (= 3 à 7 fois par semaine) |
| | | |

Quelle technique de pêche utilises tu le plus souvent ? : (mettre une seule croix)

| | | | | | | | |
|------|-------|----------------|--------|-------|-------|--------|-------|
| Parc | Ligne | Canne/moulinet | Traîne | Fusil | Filet | Harpon | Autre |
| | | | | | | | |

Dans quelle zone vas-tu pêcher le plus souvent ? : (voir carte de Moorea)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Sur quelle zone du lagon pêches tu le plus souvent ? : (voir dessin du lagon)

| | | | | | |
|--------|--------|------------------|-------|------------------|-------|
| Rivage | Chenal | Récif côté lagon | Récif | Récif côté large | Passe |
| | | | | | |

En général, quand tu reviens d'une pêche tu as pêché quelles espèces et combien (en moyenne) ? :

1- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

2- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

3- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

4- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

5- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

En général, vends tu une partie des produits de ta pêche ? : (mettre une seule croix)

| | | | |
|--------|-------------------|---------|---------------|
| Jamais | De temps en temps | Souvent | Tout le temps |
| | | | |

FEUILLE PECHEURS

PECHEUR 3

Pose les questions suivantes à une personne de ta maison, de plus de 16 ans, qui pratique la pêche lagonaire au moins une fois par mois :

Prénom du pêcheur : Homme ou femme ? :

Age du pêcheur :ans Profession/métier :

En général, combien de jours tu vas à la pêche par mois ? (*mettre une seule croix*)

| | | |
|--|---|--|
| 1 à 3 fois par mois (= moins de 1 fois par semaine) | 4 à 8 fois par mois (= 1 à 2 fois par semaine) | 12 fois ou plus par mois (= 3 à 7 fois par semaine) |
| | | |

Quelle technique de pêche utilises tu le plus souvent ? : (*mettre une seule croix*)

| | | | | | | | |
|------|-------|----------------|--------|-------|-------|--------|-------|
| Parc | Ligne | Canne/moulinet | Traîne | Fusil | Filet | Harpon | Autre |
| | | | | | | | |

Dans quelle zone vas-tu pêcher le plus souvent ? : (*voir carte de Moorea*)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Sur quelle zone du lagon pêches tu le plus souvent ? : (*voir dessin du lagon*)

| | | | | | |
|--------|--------|------------------|-------|------------------|-------|
| Rivage | Chenal | Récif côté lagon | Récif | Récif côté large | Passe |
| | | | | | |

En général, quand tu reviens d'une pêche tu as pêché quelles espèces et combien (en moyenne) ? :

1- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

2- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

3- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

4- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

5- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

En général, vends tu une partie des produits de ta pêche ? : (*mettre une seule croix*)

| | | | |
|--------|-------------------|---------|---------------|
| Jamais | De temps en temps | Souvent | Tout le temps |
| | | | |

PECHEUR 4

Pose les questions suivantes à une personne de ta maison, de plus de 16 ans, qui pratique la pêche lagonaire au moins une fois par mois :

Prénom du pêcheur : Homme ou femme ? :

Age du pêcheur :ans Profession/métier :

En général, combien de jours tu vas à la pêche par mois ? (*mettre une seule croix*)

| | | |
|--|---|--|
| 1 à 3 fois par mois (= moins de 1 fois par semaine) | 4 à 8 fois par mois (= 1 à 2 fois par semaine) | 12 fois ou plus par mois (= 3 à 7 fois par semaine) |
| | | |

Quelle technique de pêche utilises tu le plus souvent ? : (*mettre une seule croix*)

| | | | | | | | |
|------|-------|----------------|--------|-------|-------|--------|-------|
| Parc | Ligne | Canne/moulinet | Traîne | Fusil | Filet | Harpon | Autre |
| | | | | | | | |

Dans quelle zone vas-tu pêcher le plus souvent ? : (*voir carte de Moorea*)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Sur quelle zone du lagon pêches tu le plus souvent ? : (*voir dessin du lagon*)

| | | | | | |
|--------|--------|------------------|-------|------------------|-------|
| Rivage | Chenal | Récif côté lagon | Récif | Récif côté large | Passe |
| | | | | | |

En général, quand tu reviens d'une pêche tu as pêché quelles espèces et combien (en moyenne) ? :

1- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

2- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

3- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

4- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

5- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

En général, vends tu une partie des produits de ta pêche ? : (*mettre une seule croix*)

| | | | |
|--------|-------------------|---------|---------------|
| Jamais | De temps en temps | Souvent | Tout le temps |
| | | | |

FEUILLE PECHEURS

PECHEUR 5

Pose les questions suivantes à une personne de ta maison, de plus de 16 ans, qui pratique la pêche lagonaire au moins une fois par mois :

Prénom du pêcheur : Homme ou femme ? :

Age du pêcheur :ans Profession/métier :

En général, combien de jours tu vas à la pêche par mois ? (*mettre une seule croix*)

| | | |
|--|---|--|
| 1 à 3 fois par mois (= moins de 1 fois par semaine) | 4 à 8 fois par mois (= 1 à 2 fois par semaine) | 12 fois ou plus par mois (= 3 à 7 fois par semaine) |
| | | |

Quelle technique de pêche utilises tu le plus souvent ? : (*mettre une seule croix*)

| | | | | | | | |
|------|-------|----------------|--------|-------|-------|--------|-------|
| Parc | Ligne | Canne/moulinet | Traîne | Fusil | Filet | Harpon | Autre |
| | | | | | | | |

Dans quelle zone vas-tu pêcher le plus souvent ? : (*voir carte de Moorea*)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Sur quelle zone du lagon pêches tu le plus souvent ? : (*voir dessin du lagon*)

| | | | | | |
|--------|--------|------------------|-------|------------------|-------|
| Rivage | Chenal | Récif côté lagon | Récif | Récif côté large | Passe |
| | | | | | |

En général, quand tu reviens d'une pêche tu as pêché quelles espèces et combien (en moyenne) ? :

1- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

2- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

3- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

4- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

5- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

En général, vends tu une partie des produits de ta pêche ? : (*mettre une seule croix*)

| | | | |
|--------|-------------------|---------|---------------|
| Jamais | De temps en temps | Souvent | Tout le temps |
| | | | |

PECHEUR 6

Pose les questions suivantes à une personne de ta maison, de plus de 16 ans, qui pratique la pêche lagonaire au moins une fois par mois :

Prénom du pêcheur : Homme ou femme ? :

Age du pêcheur :ans Profession/métier :

En général, combien de jours tu vas à la pêche par mois ? (*mettre une seule croix*)

| | | |
|--|---|--|
| 1 à 3 fois par mois (= moins de 1 fois par semaine) | 4 à 8 fois par mois (= 1 à 2 fois par semaine) | 12 fois ou plus par mois (= 3 à 7 fois par semaine) |
| | | |

Quelle technique de pêche utilises tu le plus souvent ? : (*mettre une seule croix*)

| | | | | | | | |
|------|-------|----------------|--------|-------|-------|--------|-------|
| Parc | Ligne | Canne/moulinet | Traîne | Fusil | Filet | Harpon | Autre |
| | | | | | | | |

Dans quelle zone vas-tu pêcher le plus souvent ? : (*voir carte de Moorea*)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Sur quelle zone du lagon pêches tu le plus souvent ? : (*voir dessin du lagon*)

| | | | | | |
|--------|--------|------------------|-------|------------------|-------|
| Rivage | Chenal | Récif côté lagon | Récif | Récif côté large | Passe |
| | | | | | |

En général, quand tu reviens d'une pêche tu as pêché quelles espèces et combien (en moyenne) ? :

1- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

2- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

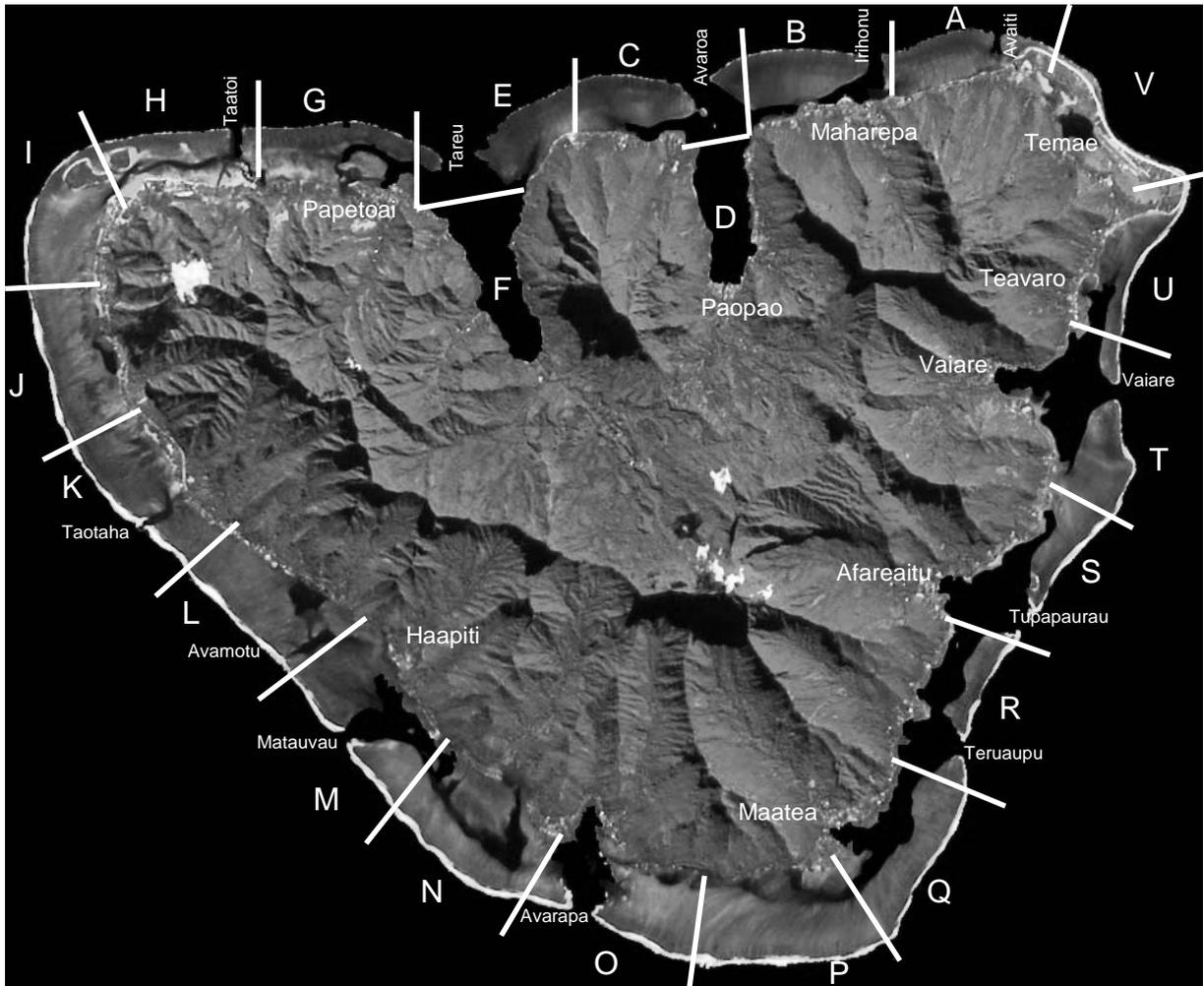
3- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

4- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

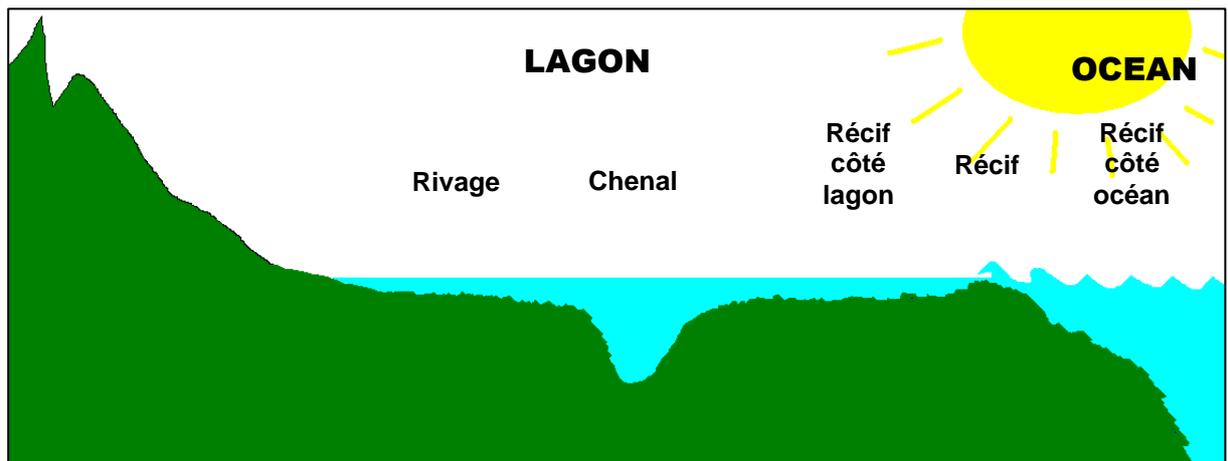
5- nom : nombre de poissons : ou nombre de tuis :

En général, vends tu une partie des produits de ta pêche ? : (*mettre une seule croix*)

| | | | |
|--------|-------------------|---------|---------------|
| Jamais | De temps en temps | Souvent | Tout le temps |
| | | | |

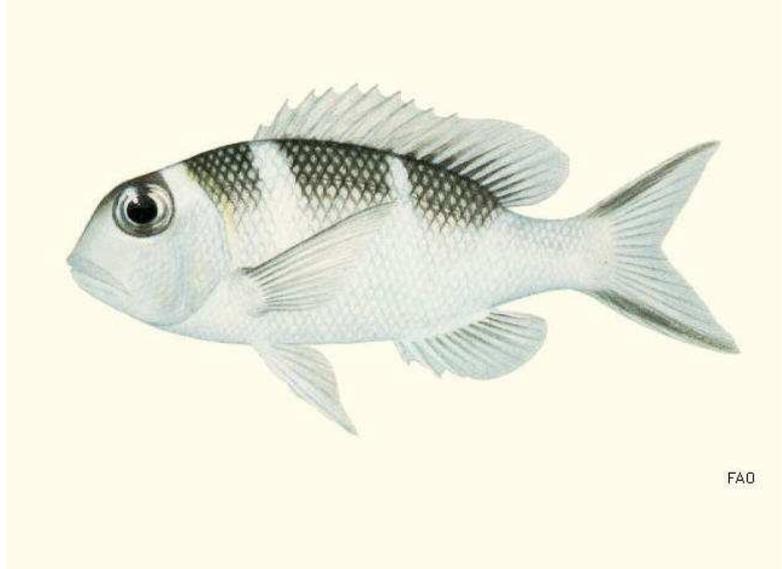
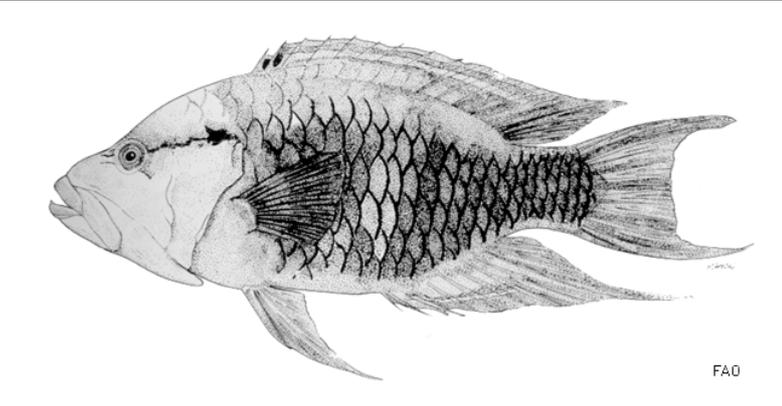
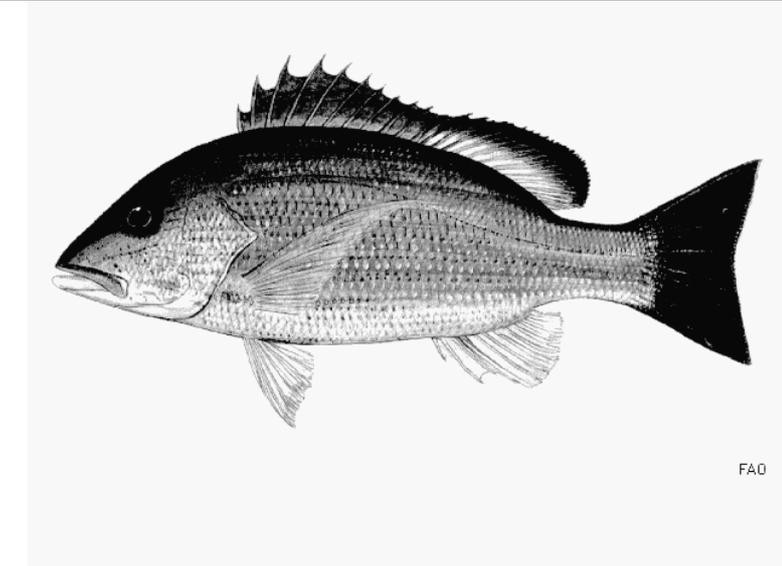


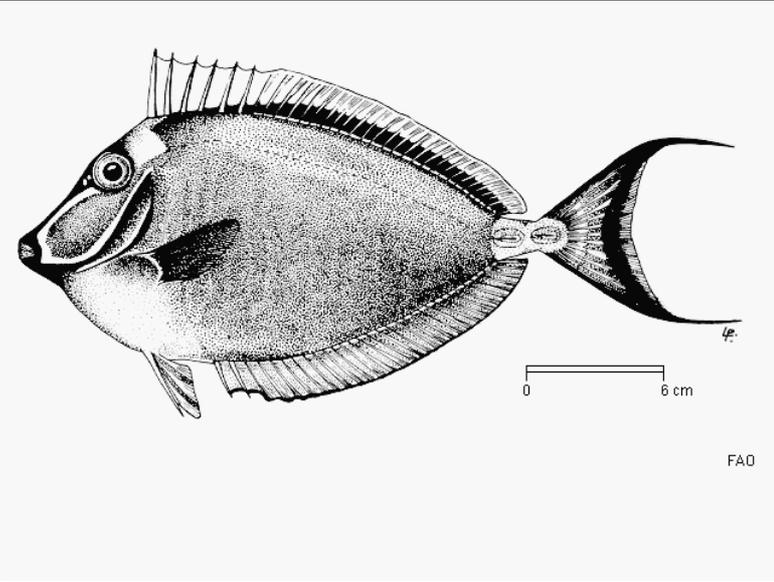
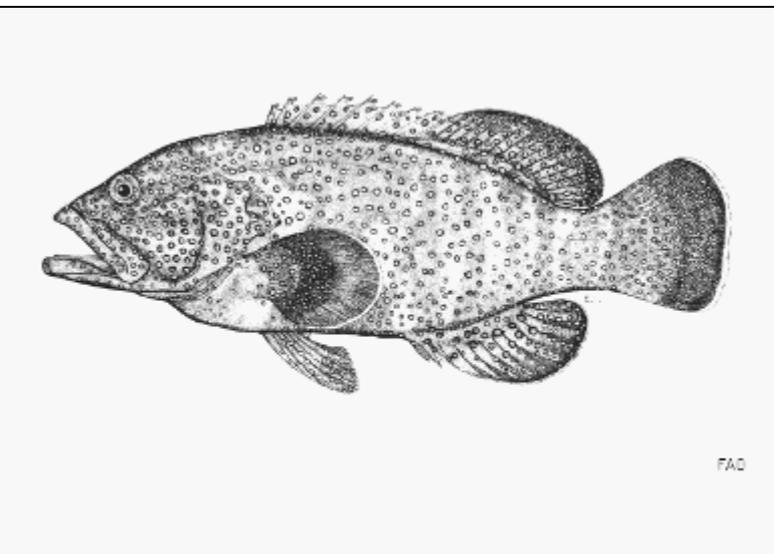
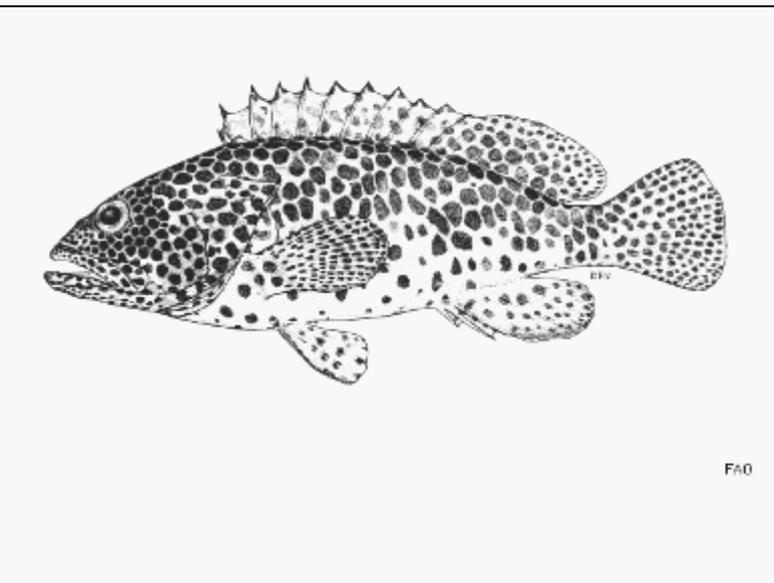
Carte de Moorea

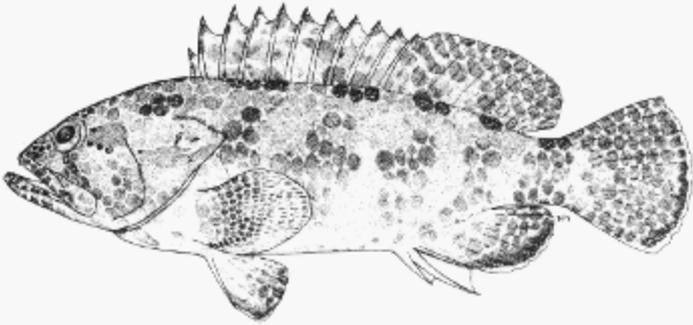
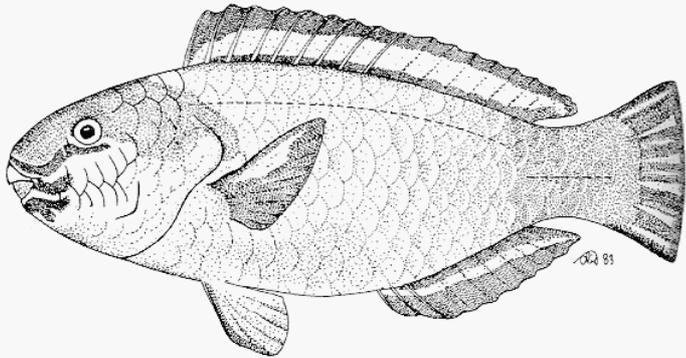
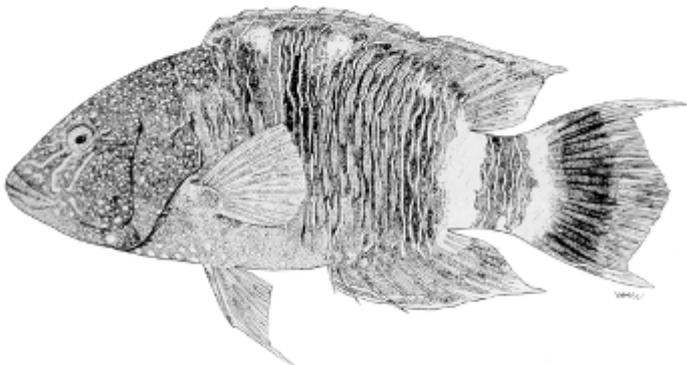


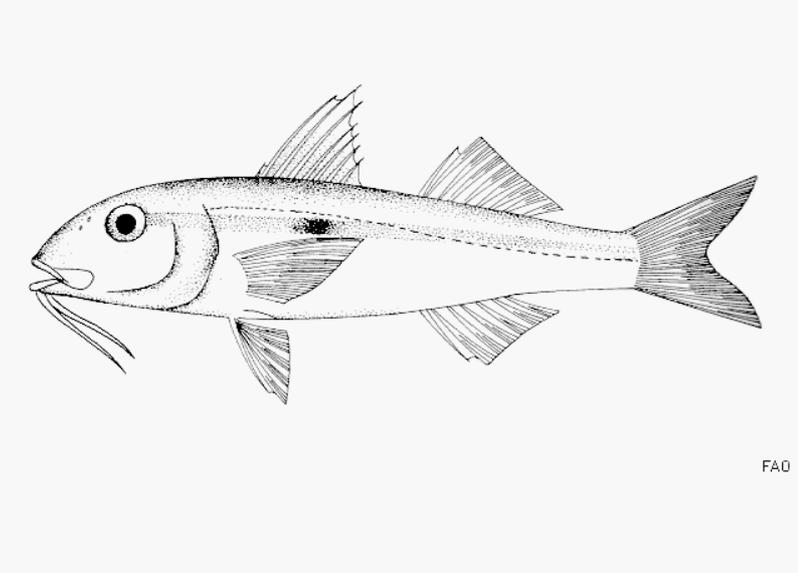
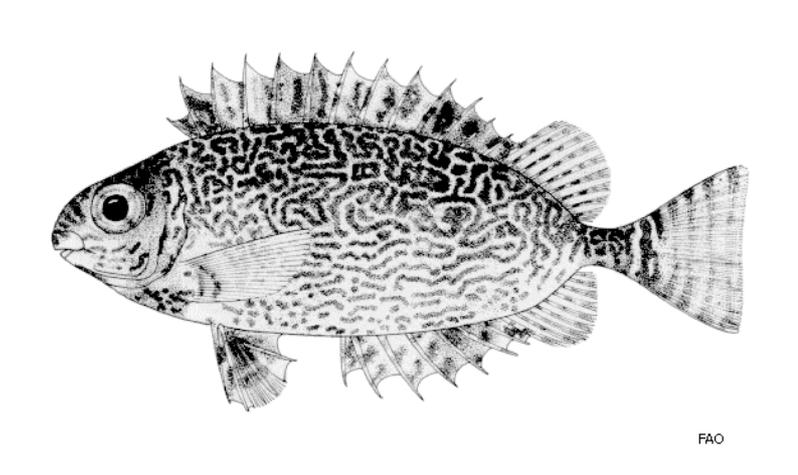
Dessin du lagon

8.4 Annexe 4 : description des espèces sélectionnées pour les comptages visuels en plongée à Moorea

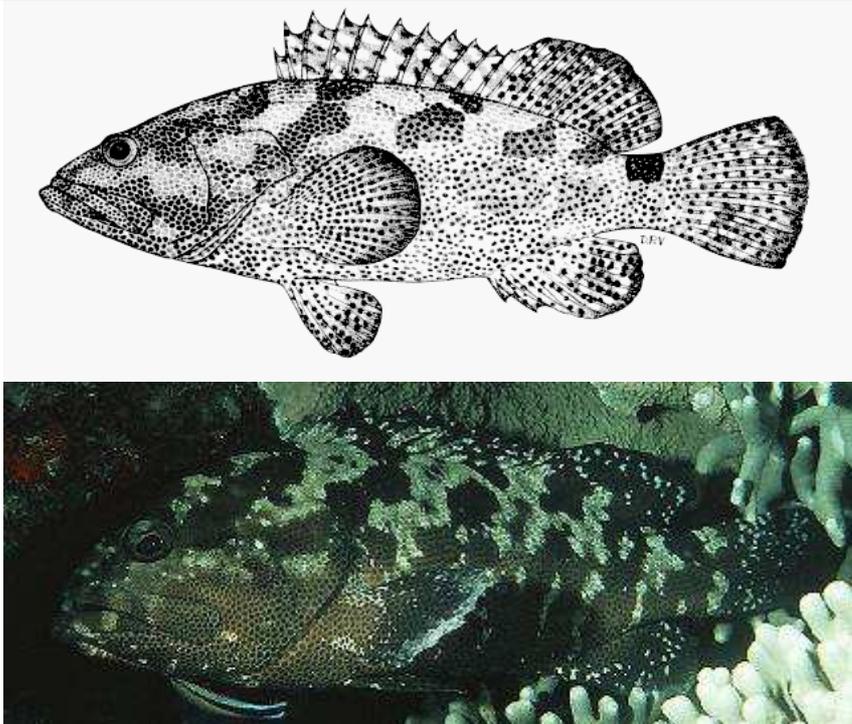
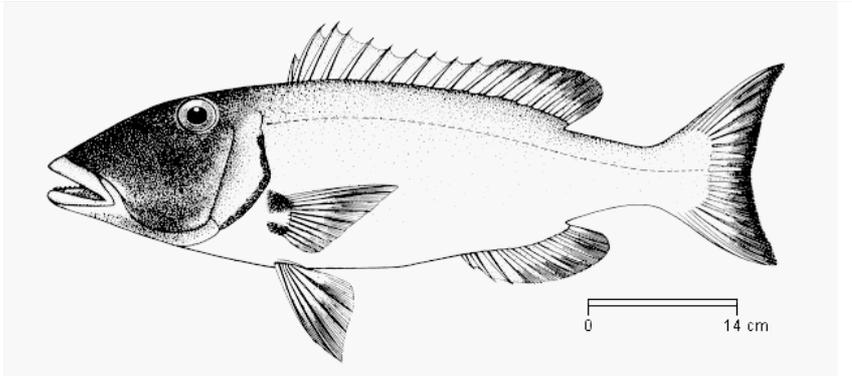
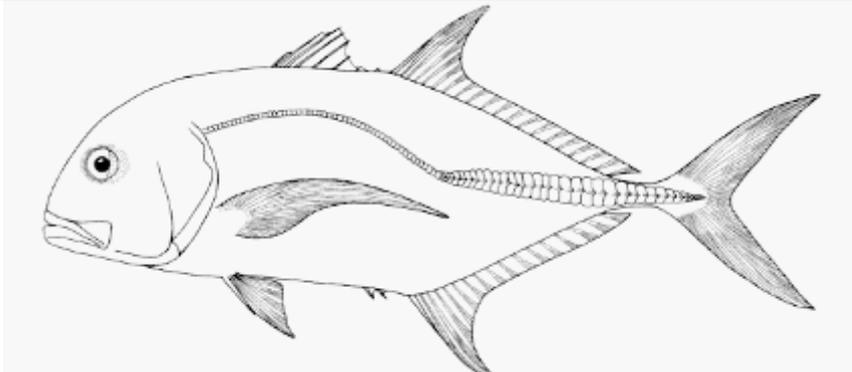
| Espèce | dessin | Taille minimale |
|---|--|-----------------|
| Daurade tropicale (<i>Monotaxis grandoculis</i>) |  | 30 cm |
| Labre au long museau (<i>Epibulus insidiator</i>) |  | 30 cm |
| Perche à bords jaunes (<i>Lutjanus fulvus</i>) |  | 20 cm |

| | | |
|--|---|--------------|
| <p>Nason à éperon orange (<i>Naso lituratus</i>)</p> |  <p>0 6 cm</p> <p>FAO</p> | <p>20 cm</p> |
| <p>Mérou céleste (<i>Cephalopholis argus</i>)</p> |  <p>FAO</p> | <p>20 cm</p> |
| <p>Loche rayons de miel (<i>Epinephelus merra</i> et <i>Epinephelus hexagonatus</i>)</p> |  <p>FAO</p> | <p>20 cm</p> |

| | | |
|---|--|--------------|
| |  <p style="text-align: right;">FAO</p> | |
| <p>Perroquets (<i>Chlororus sordidus</i>, <i>Scarus globiceps</i> et <i>Scarus schlegeli</i>)</p> |  <p style="text-align: right;">FAO</p> | <p>20 cm</p> |
| <p>Labre maori trilobé (<i>Cheilinus trilobatus</i>)</p> |  <p style="text-align: right;">FAO</p> | <p>20 cm</p> |

| | | |
|---|--|--------------|
| <p>Surmulet auriflamme (<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>)</p> |  <p style="text-align: right;">FAO</p> | <p>20 cm</p> |
| <p>Poisson chèvre à trois selles (<i>Parupeneus multifasciatus</i>)</p> |  | <p>20 cm</p> |
| <p>Picot rayé (<i>Siganus spinus</i>)</p> |  <p style="text-align: right;">FAO</p> | <p>15 cm</p> |

8.5 Annexe 5 : description des espèces sélectionnées pour les comptages visuels en plongée à Tikehau

| Espèces | Images | Taille minimale |
|---|--|-----------------|
| <p>Loche marbrée (<i>Epinephelus polyphemadion</i>) HAPUU</p> |  | 40 cm |
| <p>Becs de canne OEO</p> |  | 40 cm |
| <p>Carangues PAAIHERE</p> |  | 40 cm |

Baliste géant
(*Balistoides viridescens*)
OIRI



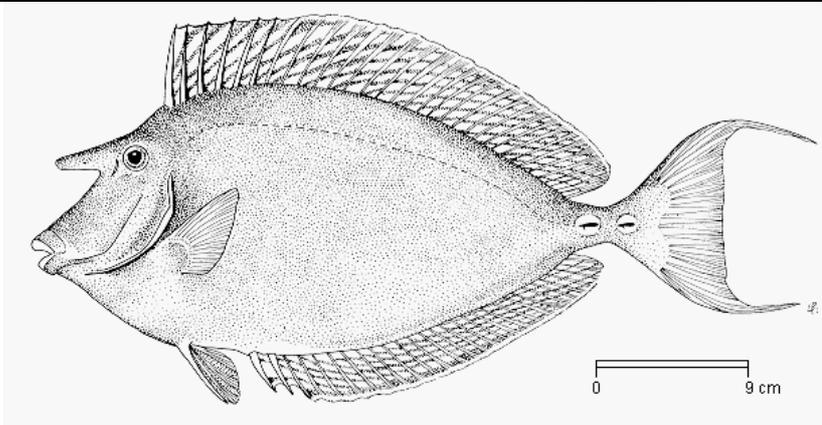
30 cm

Beauclair de roche
(*Priacanthus cruentatus*)
KOPA

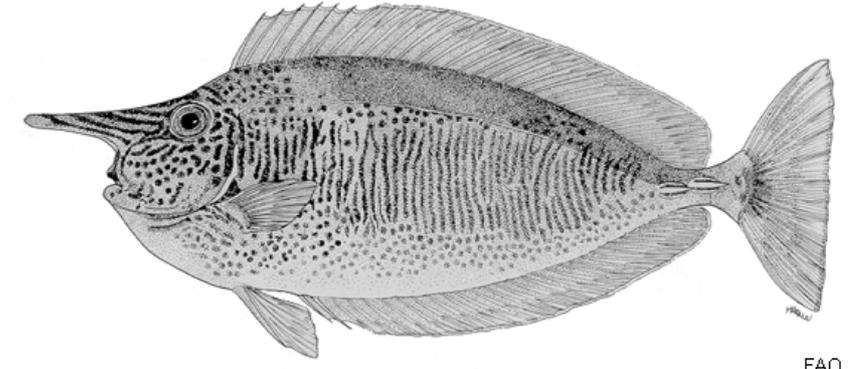
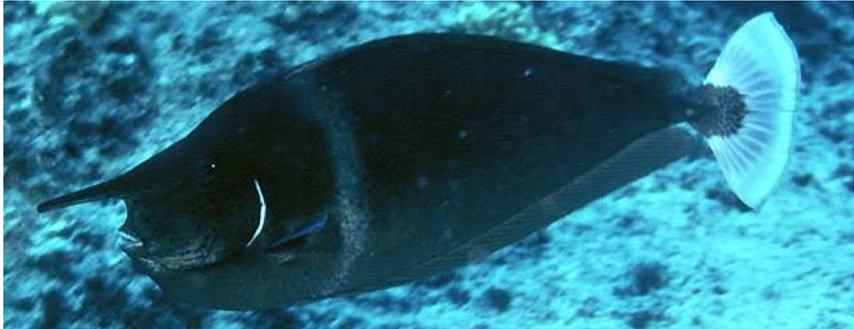
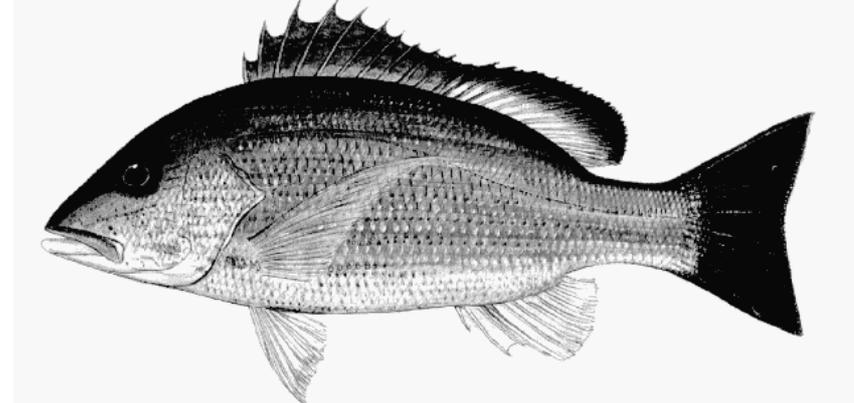


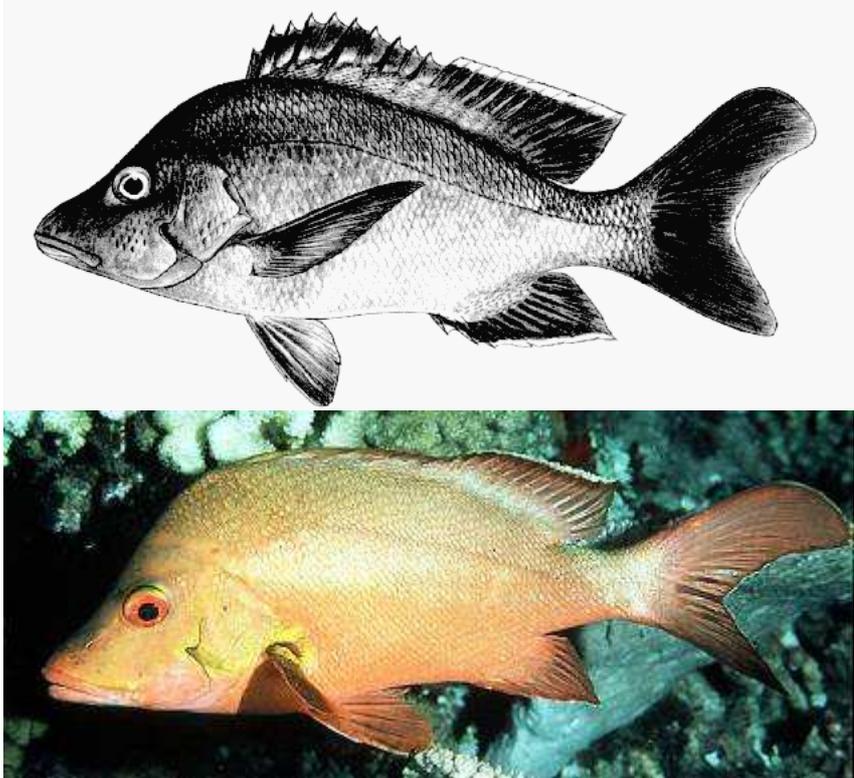
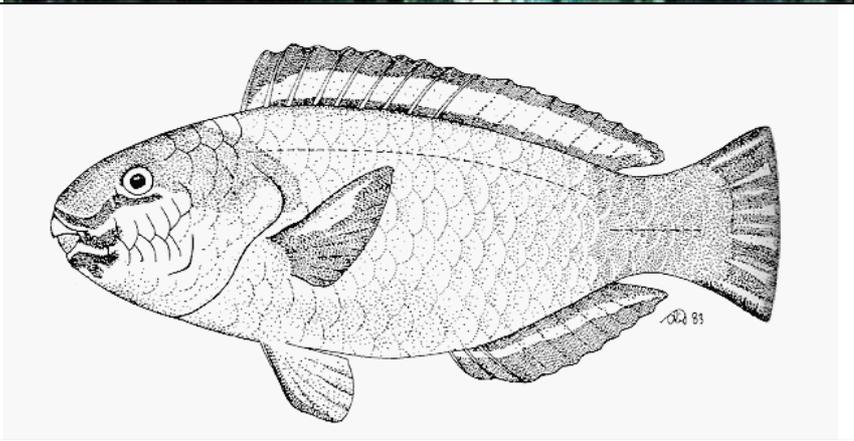
30 cm

Nason à éperon bleu (*Naso unicornis*)
UME



30 cm

| | | |
|---|--|--------------|
| <p>Nason à rostre court (<i>Naso Brevirostris</i>) TATIHI</p> |  <p>FAO</p>  | <p>30 cm</p> |
| <p>Chirurgien à nageoires jaunes (<i>Acanthurus xanthopterus</i>) PARAI</p> |  | <p>25 cm</p> |
| <p>Perche à bords jaunes (<i>Lutjanus fulvus</i>) TOAU</p> |   | <p>25 cm</p> |

| | | |
|---|--|--------------|
| <p>Perche pagaie (<i>Lutjanus gibbus</i>) TAEA</p> |  | <p>25 cm</p> |
| <p>Perroquets</p> |  | <p>20 cm</p> |
| <p>Poisson soldat (<i>Sargocentron spiniferum</i>) APAI</p> |  | <p>20 cm</p> |

poissons a changé pour certaines espèces ? Est-ce que certaines espèces de poissons ont changées de milieu de vie (**changement d'habitat et/ou de profondeur**) ? Est-ce que certaines espèces de poissons ont changées d'alimentation ? etc.)

9. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche, dans la baie de Tuléar, concernant les organismes marins suivant : **oursins, coquillages, holothuries, éponges, poulpes, calamars, crabes, langoustes, tortues, mammifères marins** (ex. : pour chaque type d'organisme, est ce qu'il y en a plus, autant ou moins qu'avant ? Ou y en a-t-il plus ou moins ? Est-ce toujours les mêmes espèces ? Sont-ils toujours de la même taille ? Est-ce que leur comportement a changé (habitat de vie des petits et des grands, type et lieu d'alimentation, lieu et saisons de reproduction ? etc.)

10. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse, dans la baie de Tuléar, concernant le **climat** (Est-ce que la température de l'air a changée ? Est-ce que la direction et la force des vents ont changé ? Est-ce que les saisons ont changées ? Est-ce qu'il pleut plus ou moins qu'avant ? Y a-t-il plus ou moins de orages/cyclones)

11. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse, dans la baie de Tuléar, concernant la **mer** (La force et la direction des courants a-t-elle changée ? la température de l'eau a-t-elle changée ? la qualité (couleur, transparence, odeur) de l'eau a-t-elle changée ? La direction, la force et les saisons des houles ont-elles changées ?)

12. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse, concernant les **fleuves** Fiherenana et Onilahy ? (Est-ce que le débit est toujours le même ? Est-ce que les saisons de fort débit sont toujours les mêmes ? Est-ce que la couleur (ou turbidité) de l'eau est toujours la même ? Est-ce que la direction du rejet de l'eau douce dans l'eau de mer est toujours la même ? etc.)

13. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse concernant le **nombre de pêcheurs** dans la baie de Tuléar (ou dans votre village) ?

14. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse, concernant le **nombre de pirogues** dans la baie de Tuléar (ou dans votre village) ?

15. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse, dans la baie de Tuléar, concernant les **techniques de pêche** pratiquées par les pêcheurs de la baie de Tuléar (ou de votre village) ?

16. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse, dans la baie de Tuléar, concernant les **zones de pêche** fréquentée par les pêcheurs de la baie de Tuléar (ou de votre village) ?

17. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse, dans la baie de Tuléar, concernant les **sorties de pêche des pêcheurs de la baie de Tuléar** (ou de votre village) ? (Est que la durée de la pêche est toujours la même ?

Est-ce que l'heure de sortie est toujours la même ? Est-ce que la fréquence de sortie est toujours la même ?)

18. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse, concernant les **espèces capturées** dans la baie de Tuléar ? (Feuilleter le livre et noter chaque espèce qui a disparue des captures (d), chaque espèce qui est devenue rare dans la captures (r), chaque espèce qui est capturée aujourd'hui mais qui ne l'était pas avant (n), chaque espèce dont la taille des captures a diminuée (-), chaque espèce dont la taille des captures a augmentée (+), chaque espèce qui était avant consommée et est maintenant vendue (v), chaque espèce qui était avant vendue et est maintenant consommée (c)

Ne pas oublier si y a eu des changements dans les captures (présence/abondance, taille, conso/vente) pour d'autres organismes (ex. poulpes, calamars, oursins, holothuries etc.)

19. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse, concernant la **quantité/poids moyen(ne) des captures** des pêcheurs de la baie de Tuléar (ou de votre village, ou de lui-même) ? *Ne pas oublier de mettre l'unité (ex. seau/pirogue/sortie)*

20. Quels changements avez-vous observés, depuis le début de votre activité de pêche/mareyeuse, concernant la **quantité moyenne de poissons consommés par personne** (ou par ménage) ?

8.7 Annexe 7 : questionnaire utilisé pour les enquêtes via les écoliers à Tuléar

QUESTIONNAIRE : TA FAMILLE ET LA PECHE

A. QUESTIONS POUR L'ELEVE

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Date : | Ton école et ta classe : |
| Ton nom : | Ton professeur : |
| Ton prénom : | Ton quartier : |

B. QUESTIONS POUR TOUTE LA MAISON

(En t'aidant des personnes qui vivent dans ta maison réponds aux questions suivantes)

- 1) Quel est l'ethnie du père ? :
- 2) Nombre de personnes (l'élève y compris) vivant dans ta maison ? :personnes
- 3) Nombre de personnes de plus de 15 ans vivant dans ta maison ? :personnes
- 4) Nombre d'adultes (personnes de plus de 18 ans) vivant dans ta maison ? :personnes
- 5) En général, combien de fois par jour mangez vous du poisson ? :

| | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0 fois par jour | 1 fois par jour | 2 fois par jour | 3 fois par jour |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|

- 6) En général, combien de jours par semaine mangez vous du poisson ? :

| | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0 jour par semaine | 1 jour par semaine | 2 jours par semaine | 3 jours par semaine | 4 jours par semaine | 5 jours par semaine | 6 jours par semaine | 7 jours par semaine |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|

- 7) En général quelle quantité de poisson mangez vous par repas (pour toute la famille vivant dans ta maison) ? :

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 0 kg | ½ kg | 1 kg | 2 kg | 3 kg | 4 kg |
|------|------|------|------|------|------|

- 8) Le plus souvent, le poisson que vous mangez a été ? :

| | | |
|--------------------|----------------------------------|--|
| Acheté à quelqu'un | pêché par quelqu'un de la maison | Donné par quelqu'un n'habitant pas la maison |
|--------------------|----------------------------------|--|

- 9) Combien de pirogues, en état de marche, possédez vous ? :

| | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---|---|
| Petite (1-2) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Moyenne (3-4) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Grande (≥ 5) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

- 10) Combien d'hommes, de plus de 15 ans, vivant dans ta maison pratiquent la pêche en pirogue tous les jours ou presque ?

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Aller en **C**

- 11) Combien de femmes, de plus de 15 ans, vivant dans ta maison pratiquent la pêche à pied tous les jours de basse mer de vives eaux ou presque ?

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Aller en **D**

C. QUESTIONS POUR UN PECHEUR DE TA MAISON

Pose les questions suivantes à un homme de ta maison, de plus de 15 ans, qui pratique la pêche en pirogue presque tous les jours

Prénom du pêcheur :

Age du pêcheur :ans

En général quelle part de sa production de pêche, par jour, garde-t-il pour faire manger les gens de votre maison ?

| | | | | | | |
|------|--------|------|------|------|------|------|
| 0 kg | 1/2 kg | 1 kg | 2 kg | 3 kg | 4 kg | 5 kg |
|------|--------|------|------|------|------|------|

| Combien de personnes partent à la pêche avec ce pêcheur en général | ASOTRY | | | | FAOSA ou ASARA | | | | LITSAKE | | | | FARARANA | | | | | | | |
|---|--------------------|-------|---------------|---|--------------------|-------|---------------|---|--------------------|-------|---------------|---|--------------------|-------|--------------|---|--|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | |
| Technique la plus utilisée selon chaque saison | Filet maillant | Senne | Ligne | | Filet maillant | Senne | Ligne | | Filet maillant | Senne | Ligne | | Filet maillant | Senne | Ligne | | | | | |
| | Filet moustiquaire | Fusil | Filet plongée | | Filet moustiquaire | Fusil | Filet plongée | | Filet moustiquaire | Fusil | Filet plongée | | Filet moustiquaire | Fusil | Filet longée | | | | | |
| Noms des zones les plus fréquentées (5 max) pour chaque saison (par ordre d'importance) | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | |
| | 2 | | | | 2 | | | | 2 | | | | 2 | | | | | | | |
| | 3 | | | | 3 | | | | 3 | | | | 3 | | | | | | | |
| | 4 | | | | 4 | | | | 4 | | | | 4 | | | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | | | |
| Noms des 5 espèces les plus capturées pendant chaque saison (par ordre d'importance) | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | |
| | 2 | | | | 2 | | | | 2 | | | | 2 | | | | | | | |
| | 3 | | | | 3 | | | | 3 | | | | 3 | | | | | | | |
| | 4 | | | | 4 | | | | 4 | | | | 4 | | | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | | | |
| Nombre de seu(x) ramené(s) de la pêche en général selon les saisons | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

=> Aller en E

D. QUESTIONS POUR UNE FEMME DE TA MAISON QUI PECHE A PIED

Pose les questions suivantes à une femme de ta maison, de plus de 15 ans, qui pratique la pêche à pied presque tous les jours de basse merde vives eaux

Prénom du pêcheur :

Age du pêcheur :ans

En général quelle part de sa production de pêche, par jour, garde-t-il pour faire manger les gens de votre maison ?

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 kg | ¼ Kg | ½ Kg | ¾ Kg | 1 Kg | 2 Kg | 3 Kg |
|------|------|------|------|------|------|------|

| Technique la plus utilisée selon chaque saison | ASOTRY | | | | | FAOSA ou ASARA | | | | | LITSAKE | | | | | FARARANA | | | | |
|--|--------|--|--------------------|--|--|----------------|--|--------------------|--|--|---------|--|--------------------|--|--|----------|--|--------------------|--|--|
| | Harpon | | Filet moustiquaire | | | Harpon | | Filet moustiquaire | | | Harpon | | Filet moustiquaire | | | Harpon | | Filet moustiquaire | | |
| Noms des zones les plus fréquentées (5 max) pour chaque saison | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | |
| | 2 | | | | | 2 | | | | | 2 | | | | | 2 | | | | |
| | 3 | | | | | 3 | | | | | 3 | | | | | 3 | | | | |
| | 4 | | | | | 4 | | | | | 4 | | | | | 4 | | | | |
| | 5 | | | | | 5 | | | | | 5 | | | | | 5 | | | | |
| Noms des 5 espèces les plus capturées pendant chaque saison (par ordre d'importance) | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | |
| | 2 | | | | | 2 | | | | | 2 | | | | | 2 | | | | |
| | 3 | | | | | 3 | | | | | 3 | | | | | 3 | | | | |
| | 4 | | | | | 4 | | | | | 4 | | | | | 4 | | | | |
| | 5 | | | | | 5 | | | | | 5 | | | | | 5 | | | | |
| Nombre de seau(x) ramené(s) de la pêche en général selon les saisons | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

8.8 Annexe 8 : article publié

Christian Chaboud, Florence Galletti, Gilbert David, Ambroise Brenier, Philippe Méral, Fano Andriamahefazafy et Jocelyne Ferraris, 2008. Aires marines protégées et gouvernance : contribution des disciplines et évolution pluridisciplinaire. In : AUBERTIN C. , RODARY E. (éds) , Aires protégées, espaces durables ?, IRD Editions, Paris, pp 55-81

Chapitre 2

Aires marines protégées et gouvernance : contributions des disciplines et évolution pluridisciplinaire

Christian CHABOUD, Florence GALLETTI

Gilbert DAVID, Ambroise BRENIER

Philippe MERAL, Fano ANDRIAMAHEFAZAFY

Jocelyne FERRARIS

Dans la nébuleuse d'acteurs et de processus liés à la gouvernance des aires protégées, il est une place particulière pour les aires marines protégées (AMP). Selon la définition usuelle de l'UICN, les AMP ne concerneraient que le milieu marin¹. Nous intégrons à cette catégorie les aires protégées marines et côtières (APMC), qui englobent à la fois des composantes marines et terrestres.

Depuis une trentaine d'années, le nombre des aires marines protégées croît rapidement dans la zone intertropicale, où les enjeux de conservation de la biodiversité marine sont encore plus aigus qu'ailleurs. De 118 en 1970, il passe à 319 en 1980 (SILVA *et al.*, 1986), pour atteindre plus de 1 300 en 1995 (KELLEHER *et al.*, 1995), dont 400 concernent les seuls récifs coralliens (SALVAT *et al.*, 2002). En 2003, lors du Congrès mondial des parcs organisé à

¹ « Tout espace intertidal ou infratidal ainsi que ses eaux sous-jacentes, 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 partie le milieu ainsi délimité. »

Durban par l'UICN, l'objectif de classement de 20 % des eaux marines mondiales en AMP d'ici 20 à 30 ans a été retenu. Les États insulaires sont très impliqués dans cette dynamique. En Océanie, le gouvernement de Fidji a pris l'engagement en 2005 de convertir 30 % de sa zone économique exclusive en AMP à l'horizon 2020 ; en 2006, les gouvernements de Palau, de Guam, des États fédérés de Micronésie, des Mariannes du Nord et des Marshall se sont engagés sur des objectifs analogues dans le cadre du défi micronésien (*Micronesian challenge*). Dans l'océan Indien, la mise en place d'un réseau régional d'AMP est en cours sous l'égide de la Commission de l'océan Indien, et Madagascar s'est lancée dans un ambitieux programme de création d'AMP.

Si les AMP restent encore limitées en superficie absolue par rapport aux aires protégées terrestres (voir Rodary et Milian, cet ouvrage), leur extension s'accélère fortement. En 2005, on comptait 5 127 aires marines protégées (dont 967 de niveau international) pour une surface représentant 0,6 % des océans. La France est également engagée dans un processus d'accélération de la création d'AMP, en métropole mais aussi et surtout dans l'outre-mer (la Réunion, Polynésie française, Nouvelle-Calédonie). Elle s'est dotée pour cela d'un outil institutionnel spécifique avec la création en 2007 de l'Agence des aires marines protégées par l'article 18 de la loi 2006-436 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux. À ce jour, les réalisations (moins de 1 % de la zone économique exclusive, qui représente près de 11 millions de km² et fait de la France le deuxième pays maritime du monde) sont bien loin d'atteindre les engagements internationaux pris dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique qui visent à la création d'un réseau complet et cohérent d'aires marines protégées d'ici 2012. Ce réseau devrait représenter 10 % des écosystèmes marins sous juridiction nationale.

Si les aires marines protégées répondent à la préoccupation de disciplines biologiques face à l'érosion de la biodiversité marine et, de plus en plus, au manque d'efficacité de la gestion des pêches (CHABOUD et CURY, 1998 ; PAULY *et al.*, 2003 ; HILBORN *et al.*, 2004), elles sont désormais un laboratoire de la gestion intégrée des zones côtières (DAVID, 1998). Leur création s'accompagne d'effets induits d'ordre économique, juridique, géographique et social, et

de recompositions territoriales visibles ou sous-jacentes, dans lesquelles les ONG locales, nationales et internationales tiennent un rôle majeur. Leur étude exige donc un point de vue pluridisciplinaire. Les sciences juridique et économique sont sollicitées pour concevoir des systèmes de gestion, les inscrire dans un contexte juridique et économique à diverses échelles, et évaluer le coût et les avantages des AMP en termes de conservation de la ressource et de développement économique d'acteurs différenciés. Par ailleurs, jamais la bio-écologie n'a été autant mise à contribution pour la conception des AMP et la mise au point d'indicateurs d'évaluation et de suivi. Les effets des AMP sur la biodiversité écologique ont été largement étudiés (RUSS, 2002 ; PELLETIER *et al.*, 2005), alors que les évaluations des bénéfices socio-économiques sont le plus souvent partielles et concernent peu les pays du Sud (ORACION *et al.*, 2005). Il convient de plus d'analyser la compatibilité entre les trois objectifs majeurs, et souvent concurrents, assignés aux AMP : conservation de la biodiversité, gestion des pêches, et promotion des usages récréatifs. La performance des AMP doit donc être mesurée en termes biologiques mais également selon des considérations sociales, économiques et institutionnelles, afin d'évaluer la pertinence et l'efficacité du dispositif de gouvernance que représente l'AMP.

Reste que les contraintes qui pèsent sur la mise en place de systèmes de gouvernance d'AMP sont mal connues des chercheurs, des usagers, des gestionnaires, des administrateurs ou des décideurs politiques concernés, et mal expliquées aux acteurs de la société civile impliqués ou aux riverains (GALLETTI, 2006). De même, les retombées de ces dispositifs sont à évaluer, ouvrant un chantier de recherche important longtemps différé. Si les conséquences des AMP sur la conservation biologique paraissent positives – quand elles ont pu être évaluées –, celles sur les populations riveraines et sur les usagers sont discutées, souvent ambivalentes. Elles rendent ainsi les AMP difficiles à justifier et à défendre (PELLETIER *et al.*, 2005).

Nous traitons ici des aires marines protégées selon les points de vue des disciplines géographique, écologique, économique et juridique, autour d'un axe : la vision, par les disciplines citées, de caractéristiques propres des aires marines par rapport aux aires terrestres protégées. De ces caractéristiques découle un particula-

risme de la gouvernance de ces territoires marins, ou semi-marins et côtiers². Dans une première partie, notre exposé s'attache à rendre compte de la manière dont ces différentes disciplines scientifiques abordent la spécificité des AMP. Il démontre ensuite comment la problématique de la gouvernance des AMP implique de dépasser ces approches disciplinaires.

L'aire marine protégée, objet disciplinaire spécifique pour la géographie, l'écologie, l'économie et le droit

L'approche spatialisée de l'AMP par la géographie

S'il est reconnu quatre projets à la géographie, « l'étude des paysages, l'étude des rapports homme-nature, l'analyse spatiale et la description régionale » (PATISSON, 1964), seuls les trois premiers concernent les aires protégées. Le paysage des AMP se distingue de celui des aires protégées terrestres par sa structuration en deux plans spatiaux : la surface et le fond sous-marin ; par l'absence de composante anthropique permanente, les embarcations en surface relevant d'un paysage de l'éphémère ; enfin, par la moindre importance de la topographie dans la structuration des taxons paysagers³. Dans le domaine de la *géographie du littoral*, l'évolution quarantenaire qui veut que le concept de paysage se fonde dans celui de géosystème (RICHARD, 1989) est plus achevée

² À l'appui de ces analyses sur la spécificité du milieu marin, littoral et côtier, viennent des éléments issus de la littérature scientifique relative aux AMP, des recherches menées par l'IRD sur la mise en protection des écosystèmes coralliens en Océanie et dans l'océan Indien, des éléments de la recherche sur les aires marines à Madagascar soutenue par l'action transdépartementale incitative « Aires protégées » de l'IRD, 2004-2006.

³ En effet, la connaissance de la bathymétrie fine des petits fonds qui caractérisent les AMP côtières est encore très incomplète, en raison d'un manque d'outils de mesure adaptés ; les taxons paysagers se composent donc uniquement d'informations relevant de la géomorphologie et de la bionomie, acquises par télédétection aérienne ou satellitaire accompagnée d'une vérité terrain.

(CORLAY, 1995 ; 1998). Le géosystème établit ainsi un pont entre l'étude des paysages et l'analyse spatiale.

La perspective systémique du littoral permet de voir l'AMP comme un mécanisme de création territoriale. La création d'AMP transforme les espaces sur lesquels elles s'inscrivent. On est donc en présence de plusieurs types de territoires dynamiques : l'espace des usages et pratiques des populations riveraines sur les ressources de l'AMP ; les géosymboles⁴ et territoires des représentations que ces populations se font des ressources, de leur habitat et des usages qui en sont tirés ; le territoire de la réglementation, qui se compose des zonages instaurés par le plan de gestion de l'AMP ; et enfin, le territoire des représentations que les populations riveraines de l'AMP se font de cette réglementation et des usages qui en découlent (DAVID *et al.*, 2006).

Ce type de création territoriale est inhérent à toute aire protégée mais, en raison des densités humaines plus fortes sur les littoraux et de l'importance que revêtent la pêche vivrière et la pêche commerciale dans l'économie du littoral, une création d'aire protégée suscite plus de réactions de la part des communautés locales qu'en milieu terrestre. La géographie analyse alors les dynamiques diachroniques et synchroniques entre ces objets spatiaux associés à toute création d'AMP. À cela s'ajoutent les liaisons entre l'AMP et les territoires environnants, et notamment le territoire terrestre des populations riveraines de l'AMP, l'espace des usages qui se concentrent en lisière de l'AMP, le nouvel espace halieutique créé par les aides à la pêche obtenues en compensation de la création de l'AMP. Le géographe peut alors concevoir la spécificité des AMP selon les points suivants.

Au *niveau local*, l'AMP est une création territoriale, à l'interface entre les écosystèmes et les socio-systèmes *du littoral*, dont elle modifie la direction d'une partie des flux de matière et d'information. À ce titre, elle constitue une discontinuité spatio-temporelle, assimilable à un « gel » de l'espace dans le temps qui équivaut à un « gel » du temps sur cet espace. Cette discontinuité revêt plusieurs formes. Tout d'abord, l'AMP est un espace de gestion et de

⁴ J. BONNEMAISON (1981) définit les géosymboles comme des lieux et des itinéraires que les hommes se sont appropriés au cours des générations et par lesquels leur culture s'inscrit.

gouvernance qui trop souvent fonctionne tel un système fermé, n'ayant que le minimum de relations avec les bassins versants et l'environnement socio-économique local, si ce n'est pour minimiser le braconnage ou en tirer des revenus. D'un point de vue touristique, l'AMP est un espace attractif, générant parfois en bordure une concentration d'hôtels et de clubs de plongée sous-marine, alors que vis-à-vis des pêcheurs, l'AMP est un espace repoussoir (déplacement de l'effort de pêche vers d'autres espaces et d'autres espèces), mais aussi attractif (effet lisière). Les AMP auront des effets complexes sur les pêcheries : exclusion dans les zones en défens, mais aussi réaffectation dans l'espace et selon les espèces cibles. Elles impliquent aussi un repositionnement des pêcheries au sein des systèmes d'activités littorales : les activités d'exploitation directe des ressources marines étant en partie ou totalement écartées, au sein des AMP, au profit d'activités touristiques ou de non-usage. Des réseaux de gestionnaires sont également en voie de constitution sous l'impulsion d'ONG internationales de la conservation.

Comparées aux aires protégées terrestres, les AMP présentent une plus grande vulnérabilité vis-à-vis du milieu local. Moins pluriactifs que les chasseurs, les pêcheurs s'opposent souvent à leur création. La pérennité des AMP passe alors par une gestion intégrée du littoral de part et d'autre de l'AMP, qui prenne également en compte les bassins versants, de manière à réduire les flux terrigènes et de polluants que ceux-ci génèrent (DAVID *et al.*, 2007).

Un espace naturel pour l'écologie

Les objectifs écologiques de la conservation

La Convention sur la diversité biologique, ainsi que les actions menées par les grandes ONG internationales comme le WWF ou l'UICN, ont permis des avancées importantes à la base de la réflexion pour la création d'AMP. Outre l'augmentation du nombre d'espaces de protection, les objectifs visent à accroître le nombre d'habitats différents avec une attention particulière pour les espèces menacées et les écosystèmes sous-représentés, comme la haute mer, avec la problématique particulière des espèces migratrices ; sont également pris en compte les écosystèmes écologi-

quement importants méritant une protection et un suivi efficaces tels que les monts sous-marins ou les récifs coralliens tropicaux et des eaux froides. Les enjeux de la conservation, qui impliquent par exemple de protéger les habitats essentiels tels que les aires de frai et d'alevinage par la mise en place de fermetures temporelles ou localisées, de maintenir les fonctionnalités de l'écosystème ou d'établir des corridors marins entre AMP afin de favoriser la résilience des écosystèmes aux changements climatiques, sont souvent confrontés à une méconnaissance des dynamiques écologiques, particulièrement dans des écosystèmes de forte diversité tels que les récifs coralliens. Ces milieux font cependant l'objet d'une attention particulière en termes de protection et de mise en place de plans de gestion, mais également de recherche, face aux nombreuses pressions anthropiques et au constat d'une dégradation importante à l'échelle mondiale (on peut citer par exemple la demande de classement au patrimoine mondial de l'Unesco du récif corallien de Nouvelle-Calédonie).

L'exemple des écosystèmes coralliens

Les écosystèmes coralliens, pour lesquels le concept de réserve correspond à une mesure de gestion traditionnelle depuis des siècles dans les régions du Sud-Est asiatique ou du Pacifique, et dont l'usage est en augmentation dans de nombreuses zones (JOHANNES, 2002), sont particulièrement représentatifs de la problématique des AMP dont ils mettent en lumière les principales caractéristiques bio-écologiques. Regroupant différents milieux caractéristiques interconnectés (herbiers, mangroves, récifs, passes), ils constituent un réseau d'habitats essentiels au cycle de vie des espèces (reproduction, alimentation, croissance, refuge), qui sont autant de zones potentielles de pêche. La diversité d'habitats explique la grande biodiversité des écosystèmes coralliens. À l'échelle locale, la fragmentation naturelle élevée de l'habitat s'explique par la morphologie des constructions récifales. À la différence des lagons, les pentes externes sont plus soumises au processus de recrutement larvaire océanique et moins exposées aux pressions anthropiques ; elles sont aussi plus intéressantes pour suivre l'impact du changement climatique. À l'échelle régionale, les communautés rencontrées d'une île à l'autre sont clairement définies dans l'espace. La biodiversité des poissons, végétaux et invertébrés dépend de la position

géographique de l'île (gradient de biodiversité décroissant d'ouest en est dans le Pacifique et d'est en ouest dans l'océan Indien), du type (île haute ou atoll, atoll fermé ou ouvert) et de la taille de cette dernière et de son isolement. Opérationnelle aux échelles locale et régionale, la fragmentation naturelle des écosystèmes coralliens est donc un des facteurs essentiels à prendre en compte dans la conception des AMP et l'établissement de réseaux d'AMP. De la taille et de la distribution spatiale des AMP va dépendre le degré de protection des communautés biologiques à l'intérieur des réserves et l'influence sur les zones adjacentes. Ainsi, le plan de gestion de l'espace maritime de l'île de Moorea en Polynésie française, mis en place en 2004, comprend un réseau de huit AMP délimitées chacune depuis la côte jusqu'au récif barrière, si possible à proximité d'une passe, afin de tenir compte des critères écologiques pour définir la taille et la localisation des zones à protéger.

Dispersion larvaire et échanges de substances nutritives

Le phénomène de la dispersion larvaire est un autre point important. Outre le principal effet attendu d'une AMP, à savoir la restauration du stock reproducteur à l'intérieur de la zone mise en défens, un des effets souhaités est l'exportation de la biomasse des espèces exploitées à l'extérieur. Le cycle de vie de la majorité des espèces marines présentes en milieu récifal est divisé en deux phases distinctes : l'une, pélagique, concerne les œufs et/ou les larves ; l'autre, relativement sédentaire, les juvéniles et les adultes. Cette dispersion larvaire explique les faibles taux d'endémisme et d'extinction d'espèces dans les écosystèmes marins comparés aux milieux terrestres. Elle divise également les AMP en deux catégories : celles qui exportent des larves et celles qui en reçoivent. Dans le premier cas, la population locale est largement le fait d'un autorecrutement. Dans le second cas, elle dépend du recrutement de larves provenant d'autres populations (SHANKS *et al.*, 2003) et son devenir en tant qu'outil de conservation nécessite que le littoral auquel elle est liée par le flux larvaire soit également protégé.

Les échanges de substances nutritives entre les écosystèmes adjacents tels que mangroves et récifs coralliens, et les interactions entre zones pélagiques et benthiques (c'est-à-dire les eaux libres et les eaux des fonds marins) ou entre littoral et eaux côtières doi-

vent également être pris en compte lors de la création d'AMP, même si les mesures de gestion n'empêcheront pas les sédiments, les pollutions ou les espèces invasives de pénétrer dans la zone protégée (ALLISON, 1998 ; SIMBERLOFF, 2000).

Les implications écologiques de la variabilité temporelle

Si l'espace représente le facteur principal qui structure les communautés des écosystèmes coralliens – d'où l'importance d'une gestion spatialisée –, le temps constitue également un paramètre clef dont il convient d'étudier la relation avec l'échelle géographique et les processus biologiques concernés. La variabilité interannuelle est dictée par les phénomènes climatiques à l'échelle de la planète alors que les variabilités à pas de temps plus court s'expliquent par les cycles nyctéméraux (journaliers), lunaires ou saisonniers. En 1998, l'épisode massif de blanchissement des récifs coralliens de l'océan Indien a montré que les AMP ne constituent en aucun cas une protection contre cette menace, et la vulnérabilité au blanchissement constitue désormais un critère important pour la localisation des AMP futures, l'accent étant mis sur la mise en réserve (pour les soustraire aux pressions anthropiques) des récifs les plus résilients. Les migrations liées au cycle de vie des espèces sont également à prendre en compte⁵, au même titre que l'ensemble des interactions espace-temps-système biologique afin de les inclure dans la localisation et la régulation des usages des AMP.

Quels indicateurs écologiques pour suivre et évaluer les AMP ?

L'établissement de « points zéro » et les suivis nécessitent de définir des indicateurs tenant compte des effets écologiques attendus des AMP au regard des objectifs de gestion, de la capacité et du temps de réponse des communautés naturelles et des caractéristiques fonctionnelles des espèces (ADJEROUD *et al.*, 2005 ; PELLETIER *et al.*, 2005 ; CLUA *et al.*, 2005 ; CHABANET *et al.*, 2005). Les indicateurs

⁵ Les migrations génésiques consistent en un rassemblement d'espèces dans certains sites à certaines périodes pour la reproduction ; les migrations ontogéniques correspondent à un déplacement de cohortes (ensemble d'individus de même âge) au cours de la croissance ; les migrations trophiques correspondent à un déplacement d'individus entre deux habitats distincts pour s'alimenter.

écologiques préconisés pour le suivi des AMP concernent généralement les espèces emblématiques, les espèces cibles de la pêche, ainsi que la biodiversité et les caractéristiques globales de la communauté et/ou la qualité de l'habitat. Ils doivent être définis en fonction du plan de gestion de l'AMP et des objectifs prioritaires et des contraintes de la structure chargée de son application. Ces objectifs évoluent au cours du temps⁶, ce qui implique de nouvelles connaissances sur les systèmes biologiques et de nouvelles mises en usage régulières.

Un territoire et un lieu d'activités spécifiques pour l'économie

BOERSMA et PARRISH (1999) précisent que les objectifs économiques sont prépondérants dans la création des AMP, en raison de la valeur économique des écosystèmes les accueillant. Dans une tentative d'estimation de la valeur des services environnementaux des principaux écosystèmes de la planète, COSTANZA *et al.* (1997) ont attribué aux écosystèmes côtiers (les plus concernés par la création d'AMP) une valeur moyenne de 4 052 dollars/ha, supérieure, à titre de comparaison, à celle des forêts tropicales (969 dollars/ha). Parmi les milieux marins côtiers, les valeurs les plus élevées correspondraient aux estuaires (22 000 dollars/ha), aux herbiers (19 000 dollars/ha) et aux récifs (6 000 dollars/ha), avec des services environnementaux différents selon les milieux : services récréatifs pour les récifs et recyclage de nutriments dans les estuaires et les herbiers. La création d'AMP permettrait de maintenir ou de rétablir ces fonctions environnementales et donc les richesses auxquelles elles contribuent. Dans un article récent, MARTINEZ *et al.* (2007) confirment l'importance économique des zones côtières et des océans, qui représenteraient entre 60 et 70 % de la valeur des écosystèmes mondiaux.

Les AMP sont également envisagées comme une voie prometteuse pour la gestion des ressources marines et côtières (RUSS, 2002),

⁶ Ainsi les gestionnaires d'AMP sont confrontés au problème de l'évaluation des impacts de la plongée sous-marine ou de la pêche récréative, activités généralement mal estimées et dont la pratique augmente avec l'efficacité de la mesure de protection.

mais dans quelle mesure l'outil AMP est-il plus efficace que les autres formes de régulation des pêches ? Bien que mises en avant comme une alternative aux méthodes conventionnelles de gestion par l'approche écosystémique des pêches, les AMP ne sont pas considérées comme une panacée mais comme un outil indispensable à l'usage durable des ressources (CURY et MISREY, 2008). Pour l'économie, après la création de richesse par les écosystèmes, les questions majeures sont la répartition de ces richesses et la justice sociale. Les AMP concernant des zones et des ressources de grande valeur, leur création induit des effets de répartition intra- et inter-générationnels qui conditionnent leur acceptabilité économique et sociale et le respect d'un critère d'équité minimale. La question de la distribution dans le temps des impacts économiques des AMP paraît cruciale : les coûts d'opportunité supportés à la création des AMP sont immédiats et certains, alors que les effets positifs (bénéfices économiques et autres avantages) attendus sont futurs et incertains, surtout quand ils sont essentiellement liés au maintien ou à la réhabilitation de fonctions environnementales.

Enfin, la question des AMP interpelle l'économie des institutions. La mise en place d'AMP suppose des conditions particulières de gouvernance qui reposent sur des particularismes locaux, mais aussi sur des modèles recommandés par les organisations environnementales internationales. La réussite des AMP repose en grande partie sur la qualité des montages institutionnels et de l'action collective induite ou renforcée. Les questionnements économiques sont ici proches de ceux du droit : la qualité des constructions institutionnelles conditionne les coûts de transaction lors de la création et pour la gestion courante de l'AMP, notamment si cette dernière s'appuie sur un modèle concertatif ou participatif impliquant de multiples groupes d'acteurs.

Par ailleurs, l'activité touristique connaît un essor considérable dans les zones côtières. On observe depuis 1990 (HALL, 2001) un passage d'un tourisme essentiellement balnéaire vers un tourisme associant activités balnéaires et activités plus sportives ou de découverte (CHABOUD *et al.*, 2004). La création d'AMP devient alors une interface entre une filière économique internationale qui voit les AMP comme un actif spécifique d'une destination touristique quelconque et des politiques environnementales qui tentent de canaliser la pression touristique au sein d'écosystèmes

fragiles. À Madagascar, par exemple, le développement du tourisme, et particulièrement de l'écotourisme, est considéré comme un moyen de créer des revenus locaux en compensation des contraintes imposées par les politiques de conservation sur les usages traditionnels. Quelques expériences dans le sud-ouest de ce pays montrent que cela repose sur un ensemble de conditions économiques et de gouvernance rarement vérifiées (voir Méral *et al.*, cet ouvrage). On peut citer notamment la gouvernance de la filière touristique internationale, peu favorable à un partage équitable des gains entre acteurs locaux et opérateurs en amont (CHABOUD *et al.*, 2004).

Pour les économistes, les AMP cristallisent fortement les enjeux de durabilité et mettent l'accent sur les liens du local à l'international et sur les modalités de gouvernance des territoires concernés. La question de l'évaluation économique et du partage des coûts et des avantages apparaît dans ce contexte cruciale et peu développée.

Un territoire régi par le droit

Les différents droits mobilisés dans l'étude des AMP

Bien qu'elle soit juridique par nature, puisque ce sont des prescriptions juridiques qui déterminent sa naissance officielle et son fonctionnement (FROGER et GALLETI, 2007), l'AMP est un objet d'étude récent pour la discipline juridique (CHABOUD et GALLETI, 2007), situé à l'intersection entre le droit de la mer, le droit du littoral (quand il existe), le droit de l'environnement et même le droit économique. Cette émergence est liée, d'une part, à la place croissante, dans le droit international de la mer, de la composante « conservation » et des obligations imposées à l'État côtier de réguler les atteintes aux diverses zones maritimes dont il est responsable ; d'autre part, à l'intérêt que le droit international de l'environnement (conventions internationales et régionales) porte aux zones marines « simples » ou constituées en réseaux, en grappes ou en corridors (sur cette notion, voir Carrière *et al.* ainsi que Bonnin, cet ouvrage). Si le droit de l'environnement est postérieur à la création des premières aires protégées, il en est aujourd'hui l'un des premiers supports. L'AMP ne se développe pas non plus indépen-

damment de l'orientation du droit des pêches vers la préservation de zones protégées-réservoirs de ressources halieutiques. L'AMP, enfin, joue le rôle de révélateur pour le droit moderne : elle révèle l'existence d'un droit autochtone et d'usagers historiques des espaces marins et côtiers. Cela concerne les réserves ou AMP « coutumières » ou « traditionnelles », ainsi que la question connexe de l'intégration, l'opposition ou la reconnaissance par le droit « moderne » des droits locaux préexistants sur l'espace marin côtier.

Le rôle de l'État et la juxtaposition des compétences

À l'échelle nationale, les écosystèmes marins et les AMP ne sont pas des espaces sans droit(s) ni régulation(s). Ils relèvent de régimes de droit, tel celui de la « domanialité publique maritime », différents de ceux du « domaine public » ou du « domaine privé de l'État » terrestres. Les écosystèmes marins abritent aussi des secteurs d'activités (circulation et commerce maritime, filière tourisme, pêche industrielle et artisanale...) dans lesquels l'État est fortement impliqué (par le biais de certains ministères ou institutions spécialisées...) et où le droit public et économique est sollicité d'une manière différente de celle relative au territoire terrestre. Des éléments historiques sont à l'origine de la présence de l'État sur les zones maritimes et côtières : le contrôle du territoire maritime national pour des raisons d'ordre public et de police, avec des ministères comme ceux de l'Intérieur ou de la Défense, l'interventionnisme de l'État dans le secteur de la pêche, le principe juridique déterminant (pour la gestion) de la souveraineté de l'État sur ses ressources halieutiques et minérales. Ces aspects ne doivent pas être perdus de vue quand sont en discussion des systèmes administratifs et politiques de gestion des AMP. Le cas de l'aire protégée marine et côtière (APMC) est plus particulier encore, car se superposent des aspects propres au droit de la mer et d'autres relatifs à la gestion du territoire terrestre ou littoral. Les institutions spécialisées sur le milieu marin auront des difficultés pour gérer l'espace terrestre d'une APMC, et réciproquement ; l'exemple des difficultés que connaissent des pays insulaires face à ces questions est souvent cité.

L'extension rapide des aires protégées marines à laquelle on assiste, notamment dans la zone intertropicale, s'inscrit, au premier abord,

dans la continuité du mouvement, plus ancien, de la multiplication des aires protégées en milieu terrestre. Cependant, les points de vue de différentes disciplines sur les AMP ont mis en évidence un certain nombre de spécificités qui tiennent, entre autres, à la prégnance des enjeux économiques et d'accès aux ressources et aux espaces. Par exemple, l'exploitation commerciale des ressources vivantes de la mer, qui n'a pas d'équivalent en milieu terrestre, devra désormais composer avec les intérêts touristiques ou encore avec les objectifs de la conservation. Pour l'ensemble des disciplines scientifiques concernées, la question de la gouvernance s'avère centrale, mais il convient de savoir si les cadres d'approche disciplinaires sont toujours suffisants pour y répondre.

Vers une approche pluridisciplinaire de l'AMP et de ses dispositifs de gouvernance

Ce n'est ni une rupture, ni une continuité dans l'étude scientifique de l'AMP que l'on identifie, mais plutôt un glissement, peut-être une transformation. Celle de l'AMP perçue par discipline vers l'émergence d'un objet pluridisciplinaire nouveau. Par ailleurs, l'imbrication des spécificités a des conséquences sur l'étude et la conception des schémas de gouvernance des AMP, moins monodisciplinaires, plus expérimentaux et plus réceptifs à d'autres disciplines que le droit et l'économie, classiquement rattachés à l'administration des territoires et à la décision publique. Tend à se créer une gouvernance des AMP entre organismes publics et privés qui s'appuie sur toutes les informations disciplinaires qui ont pu être mobilisées.

De l'AMP perçue par discipline à l'AMP comme objet pluridisciplinaire

L'AMP est un objet complexe, et toute lecture strictement disciplinaire n'aborde qu'une partie des ensembles et relations qui la structurent. La compréhension de l'organisation du système AMP

nécessite le concours de diverses disciplines pour que l'objet AMP soit compris dans sa transversalité.

Les spécialistes s'intéressant aux AMP sont peu nombreux, quel que soit le pays considéré. L'accroissement du nombre d'AMP dans la zone intertropicale génère une demande croissante d'études pluridisciplinaires sans que l'offre d'expertise n'augmente⁷, même si des évolutions sont perceptibles⁸. Il est rare qu'une équipe de spécialistes de différentes disciplines puisse être réunie. Souvent, on se limite alors à associer un expert des sciences biologiques et un expert des sciences sociales, en amalgamant des disciplines aussi diverses dans leurs problématiques et leurs méthodes que l'anthropologie, le droit, l'économie, l'histoire, la géographie, la science politique et la sociologie. Cette situation contraint les chercheurs d'une discipline à investir le champ des disciplines connexes, voire celui d'une discipline thématiquement plus éloignée, mais dont la contribution est indispensable à la compréhension du système AMP. L'amalgame d'emprunts à plusieurs disciplines pas toujours bien assimilés tend à générer une approche disciplinaire « hybride », que d'aucuns pourraient qualifier de « science sabir des AMP ».

L'imbrication des particularismes de l'AMP détermine presque inéluctablement une approche pluridisciplinaire, sinon transversale. En effet, les spécificités géographiques ou économiques des AMP ont des implications juridiques qui devraient amener le gestionnaire à différencier les AMP des aires protégées terrestres, au moins en ce qui concerne leur système de gestion fonctionnel et leur schéma d'administration.

⁷ La faiblesse de l'offre scientifique des pays du Sud s'explique par le nombre restreint de chercheurs spécialisés sur les écosystèmes et encore plus sur les socio-systèmes littoraux. D'une manière générale, les départements de sciences sociales s'intéressent peu au milieu littoral, encore moins au milieu marin, et les étudiants formés sur le monde rural ou la ville préfèrent s'investir dans l'étude de ces derniers plutôt que sur les « terrains » littoraux et marins.

⁸ En Afrique de l'Est, une réflexion menée au sein de la Western Indian Ocean Marine Science Association vise à fédérer les chercheurs travaillant sur les littoraux de neuf pays pour construire des cursus pluridisciplinaires permettant, à côté des océanographes, de former des généralistes des milieux « littoral et marin » et des chercheurs en sciences sociales disposant de bonnes connaissances sur l'environnement côtier.

Ainsi, en tant qu'espace maritime ouvert, une AMP implique des difficultés de contrôle et de surveillance sans commune mesure avec les cas de périmètres terrestres protégés, et suscite des conflits forts entre les institutions de gestion et les opérateurs économiques. Lorsque les AMP sont constituées d'espaces situés le long de la frange côtière, cette configuration complique les politiques d'aménagement du littoral et les relations juridiques entre élus, acteurs locaux et opérateurs touristiques. Par ailleurs, les zones transformables en AMP subissent souvent une pression anthropique amplifiée, émanant des acteurs économiques sur les ressources littorales. En réaction, les autorités publiques centralisées ou déconcentrées affichent une volonté de maîtrise de ces activités et des flux humains, et tendent à mettre en avant l'arsenal juridique censé garantir une régulation efficace des atteintes environnementales et des transactions économiques. D'une certaine manière, les traditions de contrôle sur le domaine maritime, souvent militaires, n'ont pas disparu et sont ravivées à l'occasion de conflits d'intérêts entre opérateurs économiques, conflits auxquels l'État entend apporter des régulations et des solutions. Le fait que les États du Sud affrontent une pénurie flagrante de moyens financiers et logistiques ne modifie pas leurs velléités de contrôle des zones, même si elle reste souvent théorique. Au final, l'AMP devient bien une catégorie à part d'espace à protéger (CHABOUD et GALLETI, 2007).

L'imbrication des spécificités de l'AMP et ses conséquences sur les schémas de gouvernance

Chercheurs et décideurs sont obligés à des efforts académiques pour traiter l'AMP et ses dispositifs de gouvernance comme un ensemble rhizomique à la jonction entre nature et société.

L'apport de la géographie à la gouvernance des AMP est ici évolutif. La dimension temporelle revêt une grande importance pour décliner les rapports homme/nature et les processus de gouvernance associés. Elle montre que les aires protégées ont été initialement conçues sur un modèle insulaire qui peu à peu se transforme en un modèle réticulaire, fondé sur les corridors écologiques (voir Carrière *et al.* et Bonnin, cet ouvrage). Favorisant

L'accessibilité de la biodiversité et sa mise en valeur touristique, cette évolution est porteuse de nouveaux risques pour les aires protégées terrestres (GRENIER, 2003). En mer, le modèle réticulaire s'est imposé de fait aux biologistes en raison de la « perméabilité » du milieu aquatique aux flux de larves et de juvéniles. En revanche, en matière de gouvernance, les AMP ont été conçues, sur le modèle des aires protégées terrestres, comme des discontinuités spatiales (GAY, 2003 ; DAVID, 2003). À terre, la généralisation récente du concept d'espace tampon, introduit par l'Unesco dans les années 1970 dans ses réserves de biosphère, réduit les discontinuités entre l'espace protégé et celui qui ne l'est pas. Dans le cas des AMP, on note au contraire, en mer, une accentuation de la discontinuité, l'espace des usages en lisière de l'aire protégée étant l'objet d'une pression anthropique accrue sur les ressources : accroissement de l'effort de pêche et diversification des activités avec le développement du tourisme de « plongée sous-marine ». Afin de limiter cette accentuation de la discontinuité en milieu récifal, il est généralement proposé la création d'un nouvel espace halieutique plus au large, via la mise en place de dispositifs de concentration de poissons permettant de reporter l'effort de pêche au-delà de la zone récifale (DAVID, 1998).

Toutefois, lorsque la valeur monétaire de la ressource exploitée est élevée, il est indispensable d'associer à la création de l'AMP une régulation de la pression halieutique sur les espaces marins périphériques pour éviter la surpêche sur les espèces protégées. Cette mesure doit être complétée à terre par la création d'activités génératrices de revenus, généralement considérées par les communautés locales comme la « juste rétribution » de leur implication dans la gestion de l'AMP.

L'exemple du parc marin de Mohéli aux Comores montre que lorsque la gouvernance de l'aire protégée est efficace, il est parfois demandé aux gestionnaires d'étendre leur action à l'ensemble du territoire terrestre des communautés riveraines de l'AMP (DAVID *et al.*, 2003). L'intégration spatiale entre la terre et la mer au sein d'une même AMP est une orientation nouvelle, parfois mise en œuvre au niveau *national* pour promouvoir un produit touristique « aire protégée » qui soit le plus complet possible. En revanche, au niveau *international*, la protection de la biodiversité s'envisage toujours selon une dichotomie essentielle entre milieux marin et

terrestre, comme l'illustrent les résultats des approches dites éco-régionales promues par le WWF. L'accent est plutôt mis sur l'identification de foyers de biodiversité et des relations spatiales existant entre eux.

Dans ce contexte, la prise en compte de la connectivité écologique des récifs conduit aujourd'hui à inclure une dimension régionale dans la gouvernance des AMP. Ainsi, dans l'océan Indien, la création d'un réseau régional des AMP fait actuellement l'objet d'un programme piloté par le WWF sous l'égide de la Commission de l'océan Indien et financé par le Fonds français pour l'environnement mondial. Cette dimension régionale est un facteur de réduction des discontinuités que forment les AMP par rapport au milieu environnant. Il arrive également qu'en cas de conflits potentiels entre deux États portant sur des ressources littorales ou marines (pétrole ou poissons), les AMP soient utilisées dans une perspective régionale comme des marqueurs de discontinuité géographique, voire comme des facteurs d'accroissement de ces discontinuités lorsque l'AMP fait office d'espace tampon, politiquement neutre entre les deux États, la gestion de ce territoire frontalier étant dévolue à une ONG d'envergure internationale.

En termes d'organisation de dispositifs de gouvernance, le droit occupe une place privilégiée, du fait des fonctions et dimensions juridiques du système d'administration des AMP. On peut ainsi citer le mode de production des règles appliquées dans l'AMP, les conditions de leur application, l'évaluation du fonctionnement quotidien de l'administration, de la gestion, du financement, du contrôle, de la sanction, de la négociation et de la régulation des crises.

L'économie, tout aussi concernée par l'étude des AMP, y trouve un champ de collaboration avec le droit. Le changement institutionnel suscité par la création d'AMP produit des effets multiples et parfois contre-intuitifs interdisant une analyse simpliste ou naïve. Le recours à plusieurs disciplines devient alors un avantage. Ainsi, l'économie montre que le modèle participatif qui sous-tend la délégation de gestion, souvent implicite dans la promotion de la bonne gouvernance, induit des coûts de transaction pouvant réduire l'efficacité des AMP dans la poursuite de leurs objectifs de conservation et de développement durable local. La « proliféra-

tion des institutions » menace dans le montage des AMP au Sud, et la recherche de rente « institutionnelle » est parfois contre-productive (BAGHWATI, 1982), eu égard aux objectifs assignés aux AMP. Pour sa part, le droit montre que les attermolements du modèle participatif peuvent annoncer le retour à un interventionnisme étatique, dans la conception et dans les méthodes. Celui-ci refait surface, soit en cas de désaccords ou d'enlisement des consensus entre acteurs non étatiques concernés par l'AMP, soit en cas d'échec de l'harmonisation entre les interventions des administrations et les pratiques civiles locales (modes de vie, de consommation et d'exploitation des habitants et acteurs historiques sur les milieux et ressources naturelles), ou encore quand le bailleur de fonds d'une AMP se retire et que se relâche alors la pression qu'il exerce sur les services administratifs au bénéfice d'une gestion plus locale.

Au-delà des réseaux de sites marins et/ou côtiers gérés par l'État de manière classique, selon une gouvernance commentée (FERAL, 2007), existent des zones cogérées avec des communautés locales et d'autres parties prenantes, des aires protégées privées gérées par leurs propriétaires. Ces schémas plus territorialisés font partie du mouvement visant à ramener la conservation « par le bas » ; ils sont la dernière manifestation de la recherche récurrente de la gouvernance réussie de l'AMP, la cogestion étant « à la mode » en matière de gouvernance environnementale. Mais c'est cas par cas que les transformations de la gouvernance des AMP se manifestent : parfois, la cogestion traduit l'impuissance de l'État à gérer les AMP, elle est alors une solution par défaut, dont le seul coût pour l'État est sa mise en forme juridique ; le coût politique est plus élevé, impliquant un certain abandon de souveraineté par renoncement à des prérogatives interventionnistes centralisées ; parfois, elle est une réussite portée par les deux parties.

La réapparition de l'État est de nature politique, s'appuyant sur les tendances environmentalistes internationales. Depuis les sommets de Stockholm en 1972 et de Rio de Janeiro en 1992, ou le congrès de Durban en 2003, la protection de l'environnement et donc la création d'AMP sont des enjeux internationaux majeurs.

Cette évolution est notamment visible dans les États insulaires de l'océan Indien ou d'Océanie. Le régime du président René aux Seychelles s'en était servi, à la fin des années 1970, pour se cons-

truire une image respectable. Le bénéfice politique retiré sur la scène internationale s'était soldé par un coût économique important, la création et le fonctionnement des AMP étant totalement à la charge de l'État seychellois. Depuis, la situation a beaucoup évolué. De puissantes ONG internationales, notamment nord-américaines, financent la majeure partie, voire la totalité, de la mise en place des aires protégées. Le coût supporté par l'État devient alors modique par rapport au bénéfice politique tiré de l'opération.

Des pays océaniques aux ressources économiques limitées (États fédérés de Micronésie et îles Marshall) se lancent dans ce type d'opération relevant de la captation d'une rente politique et économique. Un parallèle peut être établi avec l'engagement présidentiel malgache, en 2003 à Durban, sur l'extension des aires protégées, notamment marines, qui mobilise bailleurs de fonds, ONG et institutions étatiques.

La mise en place des AMP y reste cependant difficile, non tranchée, et le coût financier et social de la conservation, déjà élevé pour les aires protégées terrestres, reste un problème non résolu pour les futures AMP. À Madagascar, comme dans les États pauvres de l'océan Indien, du fait de la multiplication des zones protégées, l'État pourrait ne plus avoir les moyens d'assurer ses prérogatives de créateur et de gestionnaire d'AMP et laisser le champ libre à l'action de nombreuses ONG internationales ou associations d'utilité publique. Cela s'explique par la diminution de la capacité effective d'intervention des États en raison de l'encadrement drastique des dépenses publiques, alors que la protection de l'environnement figure de plus en plus parmi les conditionnalités de l'aide publique au développement.

En réalité, la nuance est de rigueur. Malgré un retrait massif de l'État concernant soit le financement du fonctionnement des AMP (notamment avec la création de fonds fiduciaires gérés par les ONG internationales et dans lesquels l'État n'est qu'un partenaire parmi d'autres, voir Méral *et al.*, cet ouvrage), soit les procédures de négociation avec les communautés locales, l'État reste présent. Il ne peut être contourné sur l'ensemble des aspects administratifs et d'officialisation de l'AMP, pas plus que sur l'inscription de celle-ci dans le contexte légal environnant (la gestion intégrée des zones côtières, les décentralisations, le droit associatif, le

recours aux agences, le cadre juridique des secteurs pêche ou tourisme). Même dans le cas de Madagascar ou des Comores, où l'administration subit de tels délitement que les bailleurs de fonds ont pris la main sur le processus de création des AMP (à travers la maîtrise du financement et du fonctionnement de l'AMP que les services d'État ne peuvent pas supporter), le bailleur ne s'affranchit pas du besoin d'État, indispensable pour entériner le statut légal de l'AMP, le zonage, la police... Les démarches des bailleurs vers les services d'État sont permanentes. Une fois le cadre juridique installé, le bailleur se propose souvent d'en assurer la gestion ou d'en parrainer la délégation auprès d'une ONG ou d'une agence.

**Une gouvernance particulière
entre pouvoirs publics
et organismes privés**

Le secteur des AMP se spécialise, du fait des efforts (en temps, moyens, réflexions, projets) que font les décideurs publics et les institutions qui s'y consacrent. Les différences entre AMP d'États distincts s'estompent et les expériences se rapprochent. Les échecs et résistances rencontrés sont souvent semblables. Une culture des gestionnaires d'APM et d'APMC pourrait bien naître avec apparition d'un corps de fonctionnaires ou d'experts privés spécialisés dans ces domaines.

On relève dans la majorité des cas un effort de clarification des situations juridiques dans et autour de l'AMP, ainsi qu'une prise de conscience, par les autorités responsables des AMP, des nouvelles articulations de pouvoirs issus des décentralisations administratives et politiques et des situations de pouvoir localisé. Enfin, on observe une tentative des administrations d'État de mieux insérer leurs actions de conservation dans les organisations territoriales (structures territorialisées, groupes d'acteurs locaux). La tentative est double. D'une part, l'État tente de créer une gouvernance *juridique* pour les AMP, qui n'existe pas toujours de manière autonome dans les pays en développement ; d'autre part, celle-ci devrait s'appuyer sur une construction de la décentralisation (autorités décentralisées restrictivement prévues auxquelles des compétences environnementales échoient). L'État

veut aussi parfois légitimer les pratiques « de fait » des acteurs préexistants à l'AMP détenteurs de pouvoirs. Il y a alors récupération par les administrations des règles locales d'accès (anciennes ou renouvelées), à l'efficacité avérée, et des capacités des individus et groupes locaux à réaliser efficacement l'auto-surveillance des zones protégées. L'intérêt se porte sur les régulations propres aux acteurs locaux, longtemps peu connues et considérées comme archaïques, que l'État veut maintenant juridiciser pour pallier l'efficacité insuffisante des instruments modernes. Le regain d'attention vers un système de sanctions élargi pour protéger la ressource naturelle, réutilisant la coutume existante, parfois en la réinterprétant, est un exemple.

Au-dessus des gestionnaires d'AMP, l'État central, au plus haut niveau institutionnel, oscille entre deux positions. D'une part, coordonner de multiples emprises gestionnaires et de droit sur une zone maritime donnée, ce qui le paralyse puisqu'il n'arrive pas à organiser juridiquement cette complexité institutionnelle concurrente à la sienne. D'autre part, revenir à la formule (opposée) unilatérale centralisée visant à faire du périmètre de l'AMP un espace distinct des espaces ordinaires, donc un espace particulier où les règles du droit commun sont écartées au profit de modalités plus restrictives d'accès, de prélèvement, de déplacement, de valorisation. Par ce biais, l'État organise une forme de maillage du territoire supplémentaire, avec un espace d'AMP sur lequel ses agents s'imposent plus fortement. La gestion de cet espace sera laissée soit à un établissement public (mais sous la contrainte de moyens matériels et humains en réduction), soit à un établissement privé, créé à cette intention, rattaché à l'État ou infiltré par des bailleurs privés ou des ONG, ne serait-ce que par le *quantum* des fonds privés et/ou exogènes investis pour assurer cette fonction de gestion.

Conclusion

La croissance récente du nombre des aires marines protégées ne s'accompagne pas encore de politiques publiques autonomes qui leur seraient spécifiquement consacrées. D'une part, les AMP,

zonages sur lesquels s'exercent une réglementation et une police administrative particulières, relèvent plus du programme ou du simple projet que d'une politique publique strictement considérée. D'autre part, les AMP sont souvent incluses dans une politique nationale englobante, comme la protection de l'environnement, la gestion des pêches ou des forêts, l'aménagement côtier, la gestion intégrée des zones côtières, dont elles ne sont qu'un élément particulier. Il importe de les extraire de ces contextes qui obscurcissent parfois l'analyse plus qu'ils ne l'éclairent, en n'omettant pas que si l'AMP – outil de conservation – s'inscrit sans ambiguïté dans la *conservation des ressources naturelles*, elle peut nuire à l'amélioration des conditions de vie des individus et des groupes sociaux les plus en difficulté que prône pourtant le développement durable considéré ici dans ses aspects de *poursuite de la réduction de la pauvreté et de meilleure répartition des richesses entre bénéficiaires du développement* (CHABOUD, 2006).

Références bibliographiques

- ADJEROUD M., CHANCERELLE Y., SCHRIMM M., PEREZ T., LECCHINI D., GALZIN R., SALVAT B., 2005 – Detecting the effects of natural disturbance on coral assemblages in French Polynesia: a decade survey at multiple scales. *Aquatic Living Resources*, 18 : 111-123.
- ALLISON, G. W., 1998 – Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecological Applications*, 2 : 79-92.
- BAGHWATI J. N., 1982 – Directly unproductive profit-seeking activities. *Journal of Political Economy*, 90 : 988-1003.
- BOERSMA P. D., PARRISH J. K., 1999 – Limiting abuse: marine protected areas, a limited solution. *Ecological Economics*, 31 : 287-304.
- BONNEMAISON J., 1981 – Voyage autour du territoire. *L'Espace Géographique*, 4 : 249-262.
- CHABANET P., ADJEROUD M., ANDREFOUET S., BOZEC Y. M., FERRARIS J., GARCIA-CHARTON J., SHRIMM M., 2005 – Human-induced physical disturbances and indicators on coral reef habitats: a hierarchical approach. *Aquatic Living Resources*, 18 : 215-230.

- CHABOUD C., 2006 – Gérer et valoriser les ressources marines pour lutter contre la pauvreté. *Études Rurales*, 178 : 197-212.
- CHABOUD C., CURY P., 1998 – Ressources et biodiversité marines. *NSS*, 6 (1) : 20-25.
- CHABOUD C., GALLETI E., 2007 – Les aires marines protégées. Une catégorie particulière de territoires pour le droit et l'économie ? *Mondes en Développement*, 35 (138) : 27-42.
- CHABOUD C., MÉRAL P., ADRIANAMBININA D., 2004 – L'écotourisme comme nouveau mode de valorisation de l'environnement : diversité et stratégie des acteurs à Madagascar. *Mondes en Développement*, 32 (1) : 11-32.
- CHABOUD C., FROGER G., MÉRAL P., (éd.), 2007 – *Madagascar face aux enjeux du développement durable. Des politiques gouvernementales à l'action collective locale*. Paris, Karthala, 308 p.
- CLUA E., BELIAEFF B., CHAUVET C., DAVID G., FERRARIS J., KRONEN M., KULBICKI M., LABROSSE P., LEOPOLD M., LETOURNEUR Y., PELLETIER D., THEBAUD O., LEOPOLD M., 2005 – Towards a multidisciplinary indicator dashboard for coral reef fisheries management. *Aquatic Living Resources*, 18 : 199-213.
- CORLAY J. P., 1995 – Géographie sociale, géographie du littoral. *Notis*, 165 : 247-265.
- CORLAY J. P., 1998 – « Facteurs et cycles d'occupation des littoraux ». In Miossec A. (éd.) : *Géographie humaine des littoraux maritimes*, Paris, CNED-SEDES : 97-170.
- COSTANZA R., D'ARGE R., DE GROOT R., FARBER S., GRASSO M., HANNON B., LIMBURG K., NAEEM S., O'NEILL R. V., PARUELO J., RASKIN R. G., SUTTO P., VAN DEN BELT M., 1997 – The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387 : 425-259.
- CURY P., MISEREY Y., 2008 – *Une mer sans poissons*. Paris, Calmann-Lévy, 279 p.
- DAVID G., 1998 – « Les aires protégées, laboratoires de la gestion intégrée des zones côtières : l'exemple des pays membres de la Commission de l'océan Indien ». In : II^e rencontres *Dynamiques sociales et environnement*, Bordeaux 9-11 septembre 1998, UMR-Regards CNRS-Orstom, t. 2 : 343-360.

DAVID G., 2003 – « Les aires protégées littorales de la zone de la Commission de l’océan Indien ». In Lebigre J. M., Decoudras P. M., (éd.) : *Les aires protégées insulaires et littorales tropicales*, Bordeaux, université de Bordeaux 3, CRET, coll. Îles et archipels, 32 : 55-72.

DAVID G., LO H., SOULE M., 2003 – « Le parc marin de Mohéli (Comores), de la protection des tortues à la gestion de l’espace insulaire ». In Lebigre J. M., Decoudras P. M., (éd.) : *Les aires protégées insulaires et littorales tropicales*, Bordeaux, université de Bordeaux 3, CRET, coll. Îles et archipels, 32 : 121-135.

DAVID G., MIRAULT E., QUOD J. P., THOMASSIN A., 2006 – « Les concordances territoriales au cœur de la gestion intégrée des zones côtières : l’exemple de la Réunion ». In : Colloque *Interactions Nature-Société, analyse et modèles*, La Baule, 3-6 mai 2006, <http://letg.univ-nantes.fr/colloque/actes.htm>.

DAVID G., ANTONA M., BOTTA A., DARE W., DENIS J., DURIEUX L., LOINTIER M., MIRAULT E., THOMASSIN A., 2007 – *La gestion intégrée du littoral récifal de la Réunion : de la connaissance scientifique à l’action publique, jeux d’échelles et jeux d’acteurs. Prospective du littoral, prospective pour le littoral, un littoral pour les générations futures*. Paris, La Documentation française/ministère de l’Écologie et du Développement durable.

FÉRAL F., 2007 – L’administration des aires marines protégées en Afrique de l’Ouest. *Mondes en Développement*, 35 (138) : 43-60.

FROGER G., GALLETTI F. (éd.), 2007 – Regards croisés sur les aires protégées marines et terrestres. *Mondes en Développement*, numéro spécial, 35 (138), 138 p.

GALLETTI F., 2006 – « Quelle(s) gouvernance(s) pour le développement durable face à la mondialisation. Le cas de Madagascar. Introduction à la Partie Troisième ». In Froger G. (éd.) : *La mondialisation contre le développement durable ?* Bruxelles, Peter Lang, Presses interuniversitaires européennes : 218-233.

GALLETTI F., 2007, – « La gestion durable de la biodiversité dans un pays en développement ». In Méral P., Froger G., Chaboud C., (éd.) : *Madagascar face aux enjeux du développement durable. Des politiques environnementales à l’action collective locale*, Paris, Karthala : 81-105.

GAY J. C., 2003 – « Discontinuités et aires protégées ». In Lebigre J. M., Decoudras P. M., (éd.) : *Les aires protégées insulaires et littorales tropicales*, Bordeaux, université de Bordeaux 3, CRET, coll. Iles et archipels, 32 : 17-27.

GRENIER C., 2003 – « Discontinuité et accessibilité des aires protégées : du modèle insulaire au modèle réticulaire ». In Lebigre J. M., Decoudras P. M., (éd.) : *Les aires protégées insulaires et littorales tropicales*, Bordeaux, université de Bordeaux 3, CRET, coll. Iles et archipels, 32 : 29-42.

HALL C. M., 2001 – Trends in ocean and coastal tourism: the end of the last frontier? *Ocean and Coastal Management*, 44 : 601-618.

HILBORN R., STOKES K., MAGUIRE J. J., SMITH T., BOTSFORD L. W., MANGEL M., ORENSANZ J., PARMA A., RICE J., BELL J., COCHRANE K. L., GARCIA S., HALL S. J., KIRKWOOD G. P., SAINSBURY K., STEFANSSON G., WALTERS C., 2004 – When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean and Coastal Management*, 47 : 197-205.

JOHANNES R. E., 2002 – The renaissance of community based marine resource management in Oceania. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33 : 317-340.

KELLEHER G., BLEAKLEY C., WELLS S., 1995 – *A Global Representative System of Marine Protected Areas*. Great Barrier Reef Marine Park Authority, The World Bank/IUCN, Washington, 4 vol.

MARTINEZ M. L., INTRALAWAN A., VASQUEZ G., PEREZ-MAQUEO O., SUTTON P., LANDGRAVE R., 2007 – The coasts of our world: ecological, economic and social importance. *Ecological Economics*, 63 (2-3) : 254-272.

ORACION E. G., MILLER M. L. CHRISTIE P., 2005 – Marine protected areas for whom? Fisheries, tourism and solidarity in a Philippine community. *Ocean and Coastal Management*, 48 (3-6) : 393-410.

PATISSON W., 1964 – The four traditions in geography. *Journal of Geography*, 3 : 85-95.

PAULY D., ALDER J., BENNETT E., CHRISTENSEN V., TYEDMERS P., WATSON R., 2003 – The future for fisheries. *Science*, 302 : 1359-1361.

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 evaluating the effects of marine protected areas on coral reef ecosystems: a multidisciplinary standpoint. *Aquatic Living Resources*, 18 : 15-33.
- RICHARD J.-F., 1989 – *Le paysage, un nouveau langage pour l'étude des milieux tropicaux*. Paris, Orstom, coll. Initiations-doc tech., 210 p.
- RUSS G. R., 2002 – « Yet another review of marine reserves as reef fisheries management tool ». In Sale P. E. (ed.) : *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*, San Diego, Academic press : 421-443.
- SALVAT B., HAAPKYLA J., SCHRIMM M., 2002 – *Coral reef protected areas in international instruments*. Perpignan, EPHE, 196 p.
- SHANKS A. L., GRANTHAM B. A., CARR M. H., 2003 – Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserves. *Ecological Applications*, 13 (1) : S159-S169.
- SILVA M. E., GATELY E. M., DESILVESTRE I., 1986 – A bibliographic listing of coastal and marine protected areas: a global survey. *Woods Hole Oceanog. Inst. Tech. Rept. WHOI* : 86-11.
- SIMBERLOFF D., 2000 – No reserve is an island: marine reserves and indigenous species. *Bulletin of Marine Science*, 2 : 567-580.

8.9 Annexe 9 : article soumis le 16/12/2008 à la revue *Natures Sciences Sociétés*

Titre :

Suivi participatif et durabilité des écosystèmes coralliens

Auteurs :

Brenier*, Ambroise (doctorant, IRD/EPHE ; FIBA Tevragh Zeina, BP 4167 Nouakchott, Mauritanie, +222 524 41 38, +222 525 12 76, ambroise.brenier@univ-perp.fr)

Mahafina, Jamal (doctorant, IRD/IHSM ; Institut Halieutique et des Sciences Marines, BP 141 Route du Port, Toliara 601, Madagascar, +261 20 94 435 52, +261 20 94 435 52, mahafinaj@yahoo.fr)

Galzin, René (directeur de laboratoire, UMR 5244 CNRS-EPHE-UPVD ; Université de Perpignan, 66860 Perpignan cedex, France, 04 68 66 20 55, 04 68 50 36 86, galzin@univ-perp.fr)

Ferraris, Jocelyne (directrice d'unité de recherche, IRD ; Université de Perpignan, 66860 Perpignan cedex, France, 04 68 66 20 55, 04 68 50 36 86, ferraris@univ-perp.fr)

Résumé :

Afin d'assurer une gestion durable des écosystèmes coralliens, il est nécessaire de disposer régulièrement d'informations sur l'impact des pêcheries sur les ressources récifales et sur les écosystèmes dont elles dépendent. Les programmes de suivi écosystémique visent à fournir ces informations, mais sont difficiles à mettre en œuvre car ils nécessitent de nombreuses ressources humaines, techniques et financières. Face à ces problèmes, l'implication de la société civile dans les programmes de suivi semble en mesure d'apporter des solutions. Afin de tester cette hypothèse, un protocole générique pour le suivi écosystémique participatif des pêcheries récifales a été développé et testé sur trois écosystèmes coralliens contrastés : Moorea, Tikehau (Polynésie française) et Tuléar (Madagascar). Les résultats de cette étude soulignent la pertinence des suivis participatifs pour des actions de collecte de données ponctuelles et de grande envergure spatiale fournissant des indicateurs écosystémiques et une implication des acteurs nécessaires pour assurer la durabilité des écosystèmes coralliens.

Title :

Participatory monitoring and sustainability of coral reef ecosystems

Abstract :

In order to ensure a sustainable management of reef fisheries, it is necessary to get regular data about the effect of these fisheries on both fish resources and ecosystems that sustain these resources. Ecosystemic monitoring programs provide those information, but they are difficult to implement because they need many technical, financial and human resources. Regarding those problems, the involvement of the local population in monitoring programs, called participatory monitoring, seems to supply solutions. Indeed, participatory monitoring has the potential of increasing the number of collected data for a low cost, while taking advantage of the traditional ecological knowledge available locally. However, some questions have to be clarified: Which methods can bring relevant information to the ecosystemic monitoring of reef fisheries while being appropriate to the motivations and skills of the local population? Can we trust data collected by a non scientific population? Is the level of participation of the local population sufficient to make the monitoring program work, particularly on the long term? To answer those questions, a generic protocol for the participatory ecosystemic monitoring of reef fisheries has been developed and tested on three different sites: Moorea and Tikehau in french Polynesia, and Tulear in Madagascar. Results of this study underline the relevance of participatory monitoring programs for snapshot and large-scale surveys, but slightest interests for regular data gathering on long-time scales. In any case, strong coordination and supervision by scientists are considered as essential.

Mots-clés :

Suivi participatif, pêcheries récifales, indicateurs écosystémiques, écosystèmes coralliens, indo-pacifique.

Pertinence des suivis participatifs en milieu corallien

Les pêcheries récifales exploitent les ressources des écosystèmes coralliens qui abritent une biodiversité aussi importante, voire plus, que celle des forêts tropicales (Connell, 1978). Elles sont caractérisées par une grande diversité des stratégies d'exploitation (multi-spécifiques et multi-engins) qui s'expliquent autant par la richesse du milieu exploité que par l'adaptation des populations locales à exploiter ces écosystèmes (Ferraris et Cayré, 2003). D'une importance capitale pour le développement économique et la sécurité alimentaire de nombreux pays en développement (Dalzell et *al.*, 1996), les pêcheries coralliennes font l'objet

d'une attention particulière à l'échelle mondiale face à la dégradation des récifs coralliens (Wilkinson, 2004). L'exploitation intensive des ressources récifales est l'une des causes principales de dégradation des écosystèmes coralliens (Jackson *et al.*, 2001), en raison de son impact sur les espèces ciblées et des dégâts occasionnés sur les communautés associées et leurs habitats et donc, sur les structures et fonctions de l'écosystème (Dulvy *et al.*, 2004; Mumby *et al.*, 2006). Assurer la durabilité biologique des pêcheries impose que les espèces prélevées et les méthodes d'exploitation ne mettent pas en péril la capacité des ressources à se régénérer et des écosystèmes à fournir les services qui supportent ces ressources (Hilborn, 2007). C'est cette approche que préconise la gestion écosystémique des pêches (Pikitch *et al.*, 2004).

Des indicateurs de pression sur l'écosystème, dont les activités de pêche, et de réponses des ressources et des biocénoses et biotopes associés, ainsi que leur valeur de référence, sont requis pour favoriser une gestion écosystémique (Jennings, 2005). Les caractéristiques des écosystèmes coralliens exploités doivent être prises en compte : diversité des ressources ciblées par la pêche, unités de pêche, traditionnelles ou artisanales, nombreuses et variées, circuits de distribution des captures multiples et complexes (Johannes, 1998) ; forte variabilité naturelle journalière, lunaire, saisonnière et interannuelle dans l'abondance de la ressource (Galzin, 1987; Adjeroud *et al.*, 2002). Un seul indicateur ne pouvant résumer la complexité du système suivi, l'utilisation conjointe de plusieurs indicateurs est recommandée (Clua *et al.*, 2005). Un tableau de bord d'indicateurs multiples présente de plus l'avantage de renforcer la précision du diagnostic (Trenkel *et al.*, 2007). Est appelé ici « suivi écosystémique des pêcheries récifales », la collecte d'informations fournissant des indicateurs sur l'état des ressources exploitées et des activités de pêche et sur les changements écologiques dont le but est de favoriser l'évaluation et la prise de décision nécessaires à une gestion durable des écosystèmes coralliens.

La collecte des données nécessaires au suivi écosystémique des pêcheries récifales, notamment sur de larges échelles spatiales et temporelles de par les caractéristiques de ces pêcheries dispersées et multifformes, est difficile et coûteuse pour les gestionnaires qui disposent de budgets et d'effectifs limités (Zeller *et al.*, 2006). Lorsque des programmes de suivi des récifs coralliens et des activités associées existent, ils sont souvent l'œuvre des scientifiques ou des ONG et ne répondent guère aux besoins des gestionnaires (Sheil, 2001) et des autres acteurs concernés, en particulier les communautés locales (Danielsen, Burgess et

al., 2005). Enfin, les acteurs et usagers locaux sont insuffisamment concernés par les activités de suivi alors que leur implication dans le processus de gestion des ressources marines semble capitale pour garantir le succès des mesures de gestion (Walmsley et White, 2003; Jackson, 2007)

Lorsque la société civile s'implique dans des activités de suivi, on parle alors de « suivi participatif » ou « suivi communautaire » (Whitelaw et *al.*, 2003). Les participants peuvent être des membres d'associations, des riverains, des usagers du milieu, des écoliers ou toutes personnes dont la profession n'a pas pour objectif de réaliser des suivis. Les écosystèmes coralliens sont généralement suivis par des « professionnels de la mesure » : scientifiques, gestionnaires ou bureau d'étude. La participation de la société civile apporterait une meilleure efficacité aux programmes de suivi pour plusieurs raisons: augmentation de l'effort d'échantillonnage (Delaney et *al.*, 2008), rapport coût efficacité faible (Danielsen et *al.*, 2007), prise en compte des connaissances empiriques du milieu (Wiber et *al.*, 2004), et enfin, lorsque les participants sont prêts à payer pour participer aux programmes, possibilité de nouvelles sources de financement pour les projets de conservation (Newman et *al.*, 2003).

Cependant l'une des principales critiques apportées aux suivis participatifs concerne la validité scientifique des savoirs écologiques locaux et des données qui sont collectées par des non professionnels (Hunsberger et *al.*, 2005). Le deuxième problème majeur concerne le niveau de participation et l'assiduité des participants, largement imprédictible dans ce type de programmes (Goffredo et *al.*, 2004). Le suivi participatif présente donc un défi : celui de proposer des méthodes de collecte de données adaptées aux connaissances, compétences et motivations des participants , tout en assurant la validité scientifique des données produites et leur pertinence pour le suivi de l'état des ressources et des écosystèmes dont elles dépendent (Stokes et *al.*, 1990).

Les approches participatives sont-elles pertinentes pour contribuer au suivi écosystémique des pêcheries récifales ? Nous émettons l'hypothèse que face aux enjeux actuels liés à la perturbation des récifs coralliens, à la gestion halieutique et aux difficultés rencontrées dans la mise en œuvre des programmes de suivi écosystémique des pêcheries récifales, les suivis participatifs devraient être en mesure d'apporter des solutions. Compte tenu des critiques à l'encontre des suivis communautaires, les objectifs de l'étude visent à : i) proposer un protocole générique de méthodes adaptées et testées sur différents cas d'étude ; ii) évaluer si

le degré d'implication et l'assiduité des participants sont suffisants pour fournir les données requises ; iii) évaluer la validité des données produites par des non professionnels ; iv) déterminer l'intérêt des informations générées par les suivis participatifs pour l'évaluation de la durabilité biologique des pêcheries récifales.

Evaluation des méthodes de suivi participatif : proposition d'une démarche

La stratégie adoptée pour atteindre ces objectifs comprend cinq phases (Fig. 1). Un ensemble de méthodes complémentaires, aussi génériques que possible, c'est-à-dire applicables à différents cas d'étude, et permettant de recueillir des données utiles au suivi écosystémique tout en étant adaptées aux connaissances, compétences et motivations des participants potentiels est identifié. Cette première phase repose d'une part sur l'analyse de la littérature scientifique afin de recenser les indicateurs potentiels de l'impact des pêcheries récifales, et les suivis participatifs couramment utilisés en milieu corallien (Tab. 1), ainsi que leurs principales conditions de succès (Tab. 2). D'autre part, la délimitation de l'écosystème d'intérêt et les caractéristiques des pêcheries récifales qui vont influencer sur le programme de suivi, ainsi que les participants potentiels, sont identifiés. Le protocole ainsi défini associe des enquêtes de perception sur l'évolution de l'écosystème, des suivis continus des captures de pêche, des suivis épisodiques *in situ* de l'état des ressources et de l'écosystème et des enquêtes auprès des ménages. La mise en œuvre de ces méthodes de collecte des données est assurée par une structure de coordination qui assume les fonctions de planification, formation, communication (animation du processus, valorisation et accompagnement des participants), analyse des données et restitution (Fig. 2). Les enquêtes de perception sont basées sur des entretiens semi-directifs menés individuellement ou en groupe avec des usagers fréquents du milieu marin (pêcheurs pratiquant la pêche au minimum trois fois par semaine, mareyeuses, moniteurs de plongée). Le suivi des captures est réalisé par des pêcheurs, qui détaillent chacune de leur sortie au moyen de cahiers de pêche ou par des vendeurs sur site qui réalisent un échantillonnage des débarquements. Le suivi *in situ* consiste en la mesure de l'abondance des espèces de poissons commerciaux par comptage visuel en plongée sous-marine (pour les moniteurs de plongée) ou depuis la surface (pour les pêcheurs). La méthode des enquêtes via les écoles fait appel aux scolaires pour recueillir des informations sur les activités de pêche et la consommation en poissons au sein de leurs ménages grâce à un questionnaire distribué et expliqué en classe, complété à la maison et retourné quelques jours plus tard.

La démarche consiste ensuite à mettre en œuvre les méthodes du protocole sur trois sites d'étude, entre fin 2005 et début 2007, afin de tester leur faisabilité. Ces méthodes doivent au préalable être adaptées pour être aussi appropriées que possible à chaque contexte spécifique local, en particulier aux compétences et disponibilités des participants potentiels et aux caractéristiques spécifiques de chaque site (Tab. 3).

Le degré d'implication et l'assiduité des participants aux programmes de suivi sont ensuite examinés. Pour chaque méthode mise en œuvre, le nombre de participants est comptabilisé et le taux d'échantillonnage calculé. Afin de mesurer l'assiduité des participants, les taux de retour des questionnaires ou fiches de collecte sont calculés, particulièrement pour les méthodes testées sur de longues périodes afin de mesurer l'assiduité des participants le temps de l'expérience.

La qualité des données issues des méthodes testées sur les sites d'étude est ensuite évaluée. Cette analyse porte plus particulièrement sur l'exactitude des données ou informations obtenues en comparant les données collectées par les non professionnels à des données collectées par des scientifiques.

La dernière et cinquième phase de la démarche permet de juger de la pertinence des informations issues du programme de suivi participatif pour l'évaluation de la durabilité biologique des pêcheries récifales à travers la construction d'un tableau d'indicateurs et l'analyse des résultats obtenus sur les trois sites d'étude.

Trois écosystèmes coralliens abritant des pêcheries récifales ont été choisis pour expérimenter le protocole. Afin d'assurer la généralité des méthodes et conforter les conclusions de l'étude quant à la pertinence du protocole, trois sites contrastés ont été sélectionnés : Moorea, île haute d'origine volcanique de 14 366 habitants et Tikehau, atoll de 407 habitants en Polynésie française ; la baie de Tuléar abritant 140 000 habitants à Madagascar. Moorea et Tulear font l'objet de mesures de protection (respectivement Plan de Gestion de l'Environnement Marin et réserve MAB Unesco), ces deux écosystèmes étant considérés comme surexploités. Les conditions socio-économiques des populations résidentes en Polynésie française et à Madagascar sont très différentes. Tuléar a été choisi car il est important d'évaluer la faisabilité et la pertinence des suivis participatifs dans un contexte de pays en voie de développement où se trouve la majorité des pêcheries récifales. Bien que la Polynésie dispose de plus de moyens

qu'un pays en développement, la question se pose néanmoins de savoir comment assurer le suivi des ressources des 76 îles habitées éparpillées sur un territoire grand comme l'Europe. Les trois sites ont également été choisis en raison du grand nombre d'études scientifiques réalisées depuis plusieurs décennies, favorisant ainsi la comparaison des données obtenues par les suivis participatifs avec des données scientifiques existantes.

Mise en œuvre sur le terrain : les résultats

Les résultats en terme de participation (nombre et assiduité des participants, taux d'échantillonnage), pour chaque méthode testée sur chaque site d'étude sont présentés dans le tableau 4. Les méthodes enquêtes de perception, enquêtes via les écoliers et suivis des débarquements par les mareyeuses sont caractérisées par une forte participation contrairement aux méthodes de suivi *in situ* et de suivi des captures via les cahiers de pêche. Pour ces deux dernières méthodes l'assiduité des quelques participants est faible : la collecte de données devient quasiment nulle après quelques mois.

Concernant les enquêtes de perception, seules les observations réalisées par au moins 25% des personnes enquêtées à Moorea, Tikehau ou Tuléar sont retenues : 14 observations sur 43 ont pu être comparées à des faits tirés de la littérature scientifique : toutes ces tendances observées par les personnes enquêtées sont confirmées par les tendances relevées dans les travaux passés. Pour les 29 autres phénomènes, aucune étude scientifique ne permet d'infirmer ou de confirmer les observations.

Les données obtenues par les enquêtes via les écoliers à Moorea et Tikehau ont été comparées à des données tirées d'enquêtes de consommation réalisées en 2002 à Moorea (Yonger, 2002) et 2003 à Tikehau (Lagadec, 2003). Le test t de Student conclut pour les deux sites qu'il n'y a pas de différences significatives ($\alpha=0,05$) entre la consommation moyenne en poissons lagunaires par habitant, calculée à partir des données collectées par les écoliers et celle calculée à partir des données collectées dans le cadre d'études scientifiques.

Concernant la validité des données issues de suivis des captures, un test de reconnaissance des espèces de poissons a mis en évidence 98,3% d'exactitude dans l'identification des espèces de poissons par les mareyeuses impliquées dans le suivi des débarquements à Tuléar. De plus, il est intéressant de noter que le taux de capture par unité d'effort obtenu à partir de cette

méthode et celui obtenu à partir des enquêtes via les écoliers à Tuléar sont du même ordre de grandeur ($7,8 \pm 0,7$ et $7,4 \pm 1,2$ kg.pêcheur⁻¹.sortie⁻¹, respectivement).

Pour tester la validité des données issues de suivi *in situ* réalisés par les moniteurs de plongée et les pêcheurs, cinq sites de comptage ont été suivis simultanément par des participants non professionnels et un scientifique, à Moorea et Tuléar. Il y a en moyenne 73 % de similarité (coefficient de Jaccard) entre la composition spécifique des comptages réalisés par les scientifiques et ceux réalisés par les participants non professionnels. Le test de corrélation de Spearman montre une corrélation significative entre les abondances observées par le scientifique et celles observées par les participants non professionnels ($r=0,5515$; $p<0,0001$; $n=52$). L'ensemble de ces résultats montre donc que des non professionnels sont capables de récolter des données fiables.

Les données collectées compilées dans un tableau de bord et comparées à des valeurs ou tendances de référence fournissent d'ores et déjà des informations pour l'évaluation de la durabilité biologique des pêcheries des trois sites d'étude (Tab. 5). En moyenne 13 indicateurs d'impact de la pêche sont renseignés par site. Le pourcentage de ces indicateurs, pour chaque site, laissant craindre à une non durabilité de la pêche, est de 100% pour Moorea, 63% pour Tikehau et 95% pour Tuléar.

Discussion - Conclusion

La présente étude a proposé et testé sur le terrain un ensemble de méthodes formant un protocole générique pour le suivi participatif écosystémique des pêcheries récifales. L'utilisation conjointe de ces méthodes s'avère utile pour obtenir différents indicateurs et ainsi améliorer le diagnostic sur l'état de l'écosystème. La complémentarité des méthodes s'apprécie tout d'abord à travers la diversité des indicateurs qu'elles produisent. Les enquêtes de perception sont utiles pour fournir principalement des indicateurs relatifs aux populations exploitées et aux habitats, tout comme les suivis *in situ*. Les suivis des captures apportent des indicateurs liés à l'activité de pêche (captures par unité d'effort, composition spécifique des captures). Tandis que les enquêtes via les écoliers permettent de déterminer la valeur d'un certain nombre d'indicateurs relatifs à la pêche et à la consommation en poissons.

Bien que la qualité des données collectées soit satisfaisante, il n'en va pas de même pour le degré d'implication des participants. Les enquêtes de perception et les enquêtes via les écoliers s'avèrent les plus efficaces. Elles se caractérisent par le fait qu'elles requièrent la participation de la société civile de façon ponctuelle, dans une fenêtre de temps relativement étroite et font appel à un encadrement très serré des participants pendant la durée de l'enquête. En effet, le recueil des connaissances détenues par les usagers, dans le cadre des enquêtes de perception, se fait grâce à la présence d'un scientifique. Pour la collecte des données par les écoliers au sein de leur ménage, cette activité est encadrée car réalisée dans un cadre scolaire. Par contre, les méthodes qui nécessitent de maintenir un niveau de contribution élevé et requièrent une forte assiduité des participants, sur un temps relativement long (en l'occurrence 12 mois pour les suivi *in situ* et les cahiers de pêche et 6 mois pour le suivi des débarquements par les mareyeuses) ont montré moins de résultats probants. En effet le suivi des activités par les cahiers de pêche et les suivis *in situ* des ressources exploitées par comptage visuel en plongée ne se sont pas montrés concluants en Polynésie française en raison d'un manque d'implication des pêcheurs (faible participation, faible assiduité).

Sur les sites étudiés en Polynésie française et à Madagascar, la seule perspective de contribuer à servir la collectivité ne s'avère pas suffisante pour garantir la disponibilité, l'attention et la rigueur que nécessitent certaines méthodes (basées sur des principes scientifiques) de collectes régulières de données en particulier sur le long terme. Ainsi, pour la collecte de données de manière plus ou moins continue il semble nécessaire de rétribuer financièrement les participants (comme ce fut le cas pour les mareyeuses à Tuléar) pour s'assurer de leur persévérance et assiduité à compléter les tâches qui leurs incombent. Mais ce n'est pas toujours le cas. Le réseau Reef Check (Hodgson, 2001), fait par exemple appel à des volontaires pour le suivi *in situ* de l'état de sites d'écosystèmes coralliens dans de nombreuses parties du monde. Dans le cadre du réseau LMMA (Locally-Managed Marine Area), les communautés villageoises sont engagées, sur la base du volontariat, dans le suivi *in situ* de l'état des ressources et des écosystèmes coralliens, dans l'objectif d'évaluer l'efficacité d'aires marines protégées dont elles ont la gestion (Tawake et *al.*, 2001). Sur les sites étudiés dans le cadre de la présente recherche, le milieu marin côtier ne fait pas l'objet de propriétés foncières des communautés locales – comme c'est souvent le cas dans les états insulaires du Pacifique, tel que Fidji (Johannes, 2002) et sa gestion ne leur est pas délégué. Or, de l'appartenance du milieu au domaine géré par la communauté locale, va dépendre le degré d'intérêt, le sentiment de responsabilité et par conséquent l'engagement des usagers envers la

gestion de ce milieu (King, 2005). De plus, pour s'impliquer pleinement les participants de programmes de suivi doivent être persuadés que le temps qu'ils consacrent à la collecte de données est utile, c'est-à-dire que les données seront utilisées pour améliorer la présente situation (Stokes et *al.*, 1990). C'est le cas dans le cadre des pays impliqués dans le réseau LMMA où le mode de gouvernance des zones côtières favorise une gestion locale. Enfin, les réseaux LMMA ou Reef Check, contrairement à nos cas d'étude, reposent sur un très gros travail de communication qui va influencer sur le degré d'implication des participants. Le développement d'un plan de communication est en effet essentiel pour accroître le nombre de participants et renforcer leur assiduité (Gouveia et *al.*, 2004; Conrad et Daoust, 2008).

L'objectif général de l'étude était d'évaluer la pertinence des approches participatives pour contribuer au développement durable des écosystèmes coralliens. Cette étude a montré qu'il était possible d'identifier des méthodes utiles pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales et adaptées aux connaissances et compétences des participants. Ces méthodes ont été regroupées dans le cadre d'un protocole générique, testé sur trois écosystèmes coralliens contrastés. Il ressort de cette expérience que l'implication de la société civile s'avère pertinente pour réaliser des campagnes d'échantillonnages ponctuelles et de large envergure. Par contre la faible assiduité des participants sur la durée ne penche pas en faveur de l'utilisation de suivis participatifs fonctionnant uniquement sur la base du volontariat et sans forte activité de communication, en continu et sur le long terme. Moyennant un certain nombre de précautions, les membres de la société civile sont tout à fait capables de produire des données valides scientifiquement à partir des méthodes du protocole proposé. De par la qualité, la variété et la pertinence des informations produites, les suivis participatifs contribuent utilement à l'évaluation de la durabilité biologiques des pêcheries récifales.

L'analyse de la bibliographie a montré que les aspects critiques de ces approches participatives concernaient la fiabilité des données et l'implication des participants. C'est pourquoi l'étude a été orientée sur ces questions. Mais les bénéfices des suivis participatifs ne se mesurent pas seulement en terme d'accroissement de la capacité de collecte de données, il existe d'autres retombées. La première de ces retombées concerne la livraison d'informations facilement compréhensibles, pertinentes et plus directement utilisables par les instances de décision (Danielsen, Jensen et *al.*, 2005) et qui facilite donc la traduction des résultats issus des suivis en actions. En effet, en termes de gestion, pour être réellement efficaces les données collectées doivent être utilisées et concrétisées en prise de décision (Nichols et

Williams, 2006). La seconde retombée touche à la sensibilisation et l'éducation de la société civile à la préservation de l'environnement (Aswani et Weiant, 2004) : ceci, est la clé pour assurer la pérennité des écosystèmes coralliens sur le long terme. En effet, elle permet d'agir en profondeur sur la perception et les relations que la population entretient avec l'environnement et de favoriser des changements d'attitude et de comportement envers un plus grand respect du milieu marin. La troisième des retombées, non moins importante, concerne une plus grande participation des populations locales aux processus de gestion (Danielsen, Burgess et *al.*, 2005). Cet engagement facilite l'identification de mesures plus éclairées, équitables, appropriées localement, légitimes et mieux comprises et donc plus respectées. Enfin, la quatrième retombée, le renforcement des capacités de la communauté locale à détecter les changements de l'écosystème et à pouvoir s'y adapter, est cruciale pour garantir une gestion durable des écosystèmes coralliens (Uychiaoco et *al.*, 2005). L'incertitude et la non linéarité caractérisent la dynamique des écosystèmes marins. D'où la nécessité de les surveiller constamment et d'adapter les mesures de gestion afin de s'efforcer de ne pas éroder leur résilience, c'est-à-dire leur capacité à faire face et s'adapter aux changements. Une gestion adaptative devrait favoriser le maintien d'écosystèmes coralliens résilients, moins vulnérables, garantissant ainsi la pérennité des biens et services que les récifs coralliens fournissent aux sociétés humaines.

Renforcer l'intérêt, l'appropriation et la participation active et efficace des populations locales dans la gestion de l'environnement devrait être une priorité, car c'est bien là qu'est le frein à l'action, et non pas uniquement le manque de données. Les suivis participatifs contribuent à ces deux aspects et cette étude montre qu'ils peuvent être pertinents pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales, une des perturbations majeures à la durabilité des écosystèmes coralliens.

Remerciements

Cette recherche a été menée dans le cadre d'une thèse de doctorat financée par une bourse de formation à la recherche de l'Agence Universitaire de la Francophonie. Cette recherche a également bénéficié du soutien financier de Initiatives Corail pour le Pacifique (CRISP), du Service de la Pêche de Polynésie française, de la Fondation Naturalia et Biologia et de l'Action Thématique Interdépartementale sur les Aires Protégées de l'Institut de Recherche pour le Développement. Sur le terrain l'aide de Nicolas Maihota en Polynésie française et Jo Massina à Madagascar fut très précieuse.

Bibliographie

- Adjeroud, M., Augustin, D., Galzin, R., and Salvat, B., 2002. Natural disturbances and interannual variability of coral reef communities on the outer slope of Tiahura (Moorea, French Polynesia): 1991 to 1997, *Marine Ecology-Progress Series*, 237, 121-131.
- Andrianandrasana, H. T., Randriamahefasoa, J., Durbin, J., Lewis, R. E., and Ratsimbazafy, J. H., 2005. Participatory ecological monitoring of the Alaotra wetlands in Madagascar, *Biodiversity and Conservation*, 14, 11, 2757-2774.
- Aswani, S. and Weiant, P., 2004. Scientific evaluation in women's participatory management: Monitoring marine invertebrate refugia in the Solomon Islands, *Human Organization*, 63, 3, 301-319.
- Clua, E., Beliaeff, B., Chauvet, C., David, G., Ferraris, J., Kronen, M., Kulbicki, M., Labrosse, P., Letourneur, Y., Pelletier, D., Thebaud, O., and Leopold, M., 2005. Towards multidisciplinary indicator dashboards for coral reef fisheries management, *Aquatic Living Resources*, 18, 3, 199-213.
- 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.
- Conrad, C. T. and Daoust, T., 2008. Community-based monitoring frameworks: Increasing the effectiveness of environmental stewardship, *Environmental Management*, 41, 3, 358-366.
- Dalzell, P., Adams, T. J. H., and Polunin, N. V. C., 1996. Coastal fisheries in the Pacific islands, *Oceanography and Marine Biology*, 34, 395-531.
- Danielsen, F., Burgess, N. D., and Balmford, A., 2005. Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches, *Biodiversity and Conservation*, 14, 11, 2507-2542.
- Danielsen, F., Jensen, A. E., Alviola, P. A., Balete, D. S., Mendoza, M., Tagtag, A., Custodio, C., and Enghoff, M., 2005. Does monitoring matter? A quantitative assessment of management decisions from locally-based monitoring of protected areas, *Biodiversity and Conservation*, 14, 11, 2633-2652.
- Danielsen, F., Mendoza, M. M., Tagtag, A., Alviola, P. A., Balete, D. S., Jensen, A. E., Enghoff, M., and Poulsen, M. K., 2007. Increasing Conservation management action by involving local people in natural resource monitoring, *Ambio*, 36, 7, 566-570.
- Darwall, W. R. T. and Dulvy, N. K., 1996. An evaluation of the suitability of non-specialist volunteer researchers for coral reef fish surveys. Mafia Island, Tanzania - A case study, *Biological Conservation*, 78, 3, 223-231.
- Debrot, A. O. and Nagelkerken, I., 2000. User perceptions on coastal resource state and management options in Curacao, *Revista De Biologia Tropical*, 48, 95-106.

- Delaney, D. G., Sperling, C. D., Adams, C. S., and Leung, B., 2008. Marine invasive species: validation of citizen science and implications for national monitoring networks, *Biological Invasions*, 10, 1, 117-128.
- Dulvy, N. K., Freckleton, R. P., and Polunin, N. V. C., 2004. Coral reef cascades and the indirect effects of predator removal by exploitation, *Ecology Letters*, 7, 5, 410-416.
- Ferraris, J. and Cayré, P., 2003. Les Pêcheries Récifales dans le Pacifique Sud : d'une gestion intuitive vers une gestion écosystémique raisonnée, *Océanis*, 29, 3-4, 397-414.
- Galzin, R., 1987. Structure of fish communities of French Polynesia coral reefs. II. Temporal scales, *Marine Ecology-Progress Series*, 41, 137-145.
- Goffredo, S., Piccinetti, C., and Zaccanti, F., 2004. Volunteers in marine conservation monitoring: a study of the distribution of seahorses carried out in collaboration with recreational scuba divers, *Conservation Biology*, 18, 6, 1492-1503.
- Gouveia, C., Fonseca, A., Camara, A., and Ferreira, F., 2004. Promoting the use of environmental data collected by concerned citizens through information and communication technologies, *Journal of Environmental Management*, 71, 2, 135-154.
- Hilborn, R., 2007. Moving to sustainability by learning from successful fisheries, *Ambio*, 36, 4, 296-303.
- Hodgson, G., 1999. A global assessment of human effects on coral reefs, *Marine Pollution Bulletin*, 38, 5, 345-355.
- Hodgson, G., 2001. Reef Check: The first step in community-based management, *Bulletin of Marine Science*, 69, 2, 861-868.
- Hosch, G., 2000. *The use of students in surveying subsistence fisheries*. A Pacific island case study. FAO Fisheries Circular 962, FAO, Rome.
- Hunsberger, C. A., Gibson, R. B., and Wismer, S. K., 2005. Citizen involvement in sustainability-centred environmental assessment follow-up, *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 6, 609-627.
- Iida, T., 2005. The past and present of the coral reef fishing economy in Madagascar : implication for self-determination in resource use, *Senri Ethnological studies*, 67, 237-258.
- Jackson, J. B. C., 2007. Economic incentives, social norms, and the crisis of fisheries, *Ecological Research*, 22, 1, 16-18.
- Jackson, J. B. C., Kirby, M. X., Berger, W. H., Bjorndal, K. A., Botsford, L. W., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J. A., Hughes, T. P., Kidwell, S., Lange, C. B., Lenihan, H. S., Pandolfi, J. M., Peterson, C. H., Steneck, R. S., Tegner, M. J., and Warner, R. R., 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems, *Science*, 293, 5530, 629-638.

- Jennings, S., 2005. Indicators to support an ecosystem approach to fisheries, *Fish and Fisheries*, 6, 3, 212-232.
- Jennings, S. and Polunin, N. V. C., 1995. Comparative Size and Composition of Yield from 6 Fijian Reef Fisheries, *Journal of Fish Biology*, 46, 1, 28-46.
- Jennings, S. and Polunin, N. V. C., 1996. Impacts of fishing on tropical reef ecosystems, *Ambio*, 25, 1, 44-49.
- Johannes, R. E., 1998. The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore finfisheries, *Trends in Ecology & Evolution*, 13, 6, 243-246.
- Johannes, R. E., 2002. The renaissance of community-based marine resource management in Oceania, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33, 317-340.
- King, M., 2005. Problems with centralised fisheries management in pacific islands, in Kishigami, N., and Savelle, J. M. (Eds.), *Indigenous use and management of marine resources*, Suita, Osaka, Japon: National Museum of Ethnology, 181-195.
- Lagadec, X. 2003. *Etude de l'évolution halieutique d'un atoll de Polynésie française*. Mémoire de Diplôme d'agronomie approfondie, ENSAR, Rennes.
- Laroche, J. and Ramanarivo, N., 1995. A preliminary survey of the artisanal fishery on coral reefs of the Tulear Region (southwest Madagascar), *Coral Reefs*, 14, 4, 193-200.
- Lunn, K. E. and Dearden, P., 2006. Monitoring small-scale marine fisheries: An example from Thailand's Ko Chang archipelago, *Fisheries Research*, 77, 1, 60-71.
- McClanahan, T., Polunin, N., and Done, T., 2002. Ecological states and the resilience of coral reefs, *Conservation Ecology*, 6, 2, 18.
- Mumby, P. J., Dahlgren, C. P., Harborne, A. R., Kappel, C. V., Micheli, F., Brumbaugh, D. R., Holmes, K. E., Mendes, J. M., Broad, K., Sanchirico, J. N., Buch, K., Box, S., Stoffle, R. W., and Gill, A. B., 2006. Fishing, trophic cascades, and the process of grazing on coral reefs, *Science*, 311, 5757, 98-101.
- Newman, C., Buesching, C. D., and Macdonald, D. W., 2003. Validating mammal monitoring methods and assessing the performance of volunteers in wildlife conservation - "Sed quis custodiet ipsos custodiet?", *Biological Conservation*, 113, 2, 189-197.
- Newton, K., Cote, I. M., Pilling, G. M., Jennings, S., and Dulvy, N. K., 2007. Current and future sustainability of island coral reef fisheries, *Current Biology*, 17, 7, 655-658.
- Nichols, J. D. and Williams, B. K., 2006. Monitoring for conservation, *Trends in Ecology & Evolution*, 21, 12, 668-673.
- Obura, D. O., 2001. Participatory monitoring of shallow tropical marine fisheries by artisanal fishers in Diani, Kenya, *Bulletin of Marine Science*, 69, 2, 777-791.

Obura, D. O., Wells, S., Church, J., and Horrill, C., 2002. Monitoring of fish and fish catches by local fishermen in Kenya and Tanzania, *Marine and Freshwater Research*, 53, 2, 215-222.

Pattengill-Semmens, C. V. and Semmens, B. X., 2003. Conservation and management applications of the reef volunteer fish monitoring program, *Environmental Monitoring and Assessment*, 81, 1-3, 43-50.

Pikitch, E. K., Santora, C., Babcock, E. A., Bakun, A., Bonfil, R., Conover, D. O., Dayton, P., Doukakis, P., Fluharty, D., Heneman, B., Houde, E. D., Link, J., Livingston, P. A., Mangel, M., McAllister, M. K., Pope, J., and Sainsbury, K. J., 2004. Ecosystem-based fishery management, *Science*, 305, 5682, 346-347.

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 »*. Thèse de doctorat, Université de Toliara, Tuléar.

Salimo, R., 1997. *Etude de la pêche-collecte à pied sur les platiers du Grand Récif de Toliara*. Mémoire de Diplôme d'études approfondies, Université de Toliara, Tuléar.

Salvat, B. and Aubanel, A., 2002. La gestion des récifs coralliens de Polynésie française, *Revue D'Ecologie-La Terre Et La Vie*, 57, 193-251.

Savan, B., Morgan, A. J., and Gore, C., 2003. Volunteer environmental monitoring and the role of the universities: The case of Citizens' Environment Watch, *Environmental Management*, 31, 5, 561-568.

Sheil, D., 2001. Conservation and biodiversity monitoring in the tropics: Realities, priorities, and distractions, *Conservation Biology*, 15, 4, 1179-1182.

Stokes, P., Havas, M., and Brydges, T., 1990. Public-Participation and Volunteer Help in Monitoring Programs - an Assessment, *Environmental Monitoring and Assessment*, 15, 3, 225-229.

Tawake, A., Parks, J., Radikedike, P., Aalbersberg, B., Vuki, V., and Salafsky, N., 2001. Harvesting Clams and Data Involving local communities in monitoring can lead to conservation success in all sorts of unanticipated ways: A case in Fiji, *Conservation in Practice*, 2, 4, 32-35.

Teh, L., Cabanban, A. S., and Sumaila, U. R., 2005. The reef fisheries of Pulau Banggi, Sabah: A preliminary profile and assessment of ecological and socio-economic sustainability, *Fisheries Research*, 76, 3, 359-367.

Teh, L. and Sumaila, U. R., 2007. Malthusian overfishing in Pulau Banggi?, *Marine Policy* 31, 4, 451-457.

Trenkel, V. M., Rochet, M. J., and Mesnil, B., 2007. From model-based prescriptive advice to indicator-based interactive advice, *Ices Journal of Marine Science*, 64, 4, 768-774.

- Uychiaoco, A. J., Arceo, H. O., Green, S. J., De la Cruz, M. T., Gaité, P. A., and Alino, P. M., 2005. Monitoring and evaluation of reef protected areas by local fishers in the Philippines: tightening the adaptive management cycle, *Biodiversity and Conservation*, 14, 11, 2775-2794.
- Vasseur, P., 1997. Ecosystèmes côtiers en danger dans la région de Tuléar, in Lebigre, J. M. (Ed.), *Milieux et sociétés dans le sud-ouest de Madagascar*, Collection Iles et Archipels, 97-120.
- Walmsley, S. F. and White, A. T., 2003. Influence of social, management and enforcement factors on the long-term ecological effects of marine sanctuaries, *Environmental Conservation*, 30, 4, 388-407.
- Webb, E. L., Maliao, R. J., and Siar, S. V., 2004. Using local user perceptions to evaluate outcomes of protected area management in the Sagay Marine Reserve, Philippines, *Environmental Conservation*, 31, 2, 138-148.
- Whitelaw, G., Vaughan, H., Craig, B., and Atkinson, D., 2003. Establishing the Canadian Community Monitoring Network, *Environmental Monitoring and Assessment*, 88, 1-3, 409-418.
- Wiber, M., Berkes, F., Charles, A., and Kearney, J., 2004. Participatory research supporting community-based fishery management, *Marine Policy*, 28, 6, 459-468.
- Wilkinson, C., 2004. *Status of coral reefs of the world: 2004*. Global Coral Reef Monitoring Network, Australian Institute of Marine Science, Townsville
- Yonger, M., 2002. *Approche de la pêche récifo-lagonaire de Moorea (Polynésie française): évaluation de la production halieutique et de la population de pêcheurs*. Mémoire de Diplôme d'agronomie approfondie, ENSAR, Rennes.
- Zeller, D., Booth, S., Craig, P., and Pauly, D., 2006. Reconstruction of coral reef fisheries catches in American Samoa, 1950-2002, *Coral Reefs*, 25, 1, 144-152.

Liste des illustrations :

Figure 1. Proposition d'une démarche méthodologique pour tester la faisabilité, la fiabilité et la pertinence des approches participatives pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales.

Figure 2. Composantes proposées pour un programme de suivi participatif de pêcheerie récifale.

Tableau 1. Méthodes de suivi participatif couramment utilisées en milieu corallien.

Tableau 2. Conditions critiques, identifiées d'après la littérature scientifique, pour la mise en œuvre de programmes de suivi participatif réussis.

Tableau 3. Spécificités des sites d'études et conséquences quant à l'adaptation des méthodes de suivi participatif proposées.

Tableau 4. Evaluation du degré de participation de la population dans la mise en œuvre des méthodes de suivi participatif à Moorea, Tikehau et Tuléar.

Tableau 5. Tableau de bord des indicateurs de la durabilité des pêcheries de Moorea, Tikehau et Tuléar. ¹ La référence correspond à la valeur ou la tendance de référence de l'indicateur.

C'est-à-dire la tendance suivie par l'indicateur, ou la valeur au dessus de laquelle l'indicateur, est potentiellement lié à une exploitation non durable. Ces tendances de référence sont identifiées à partir de compilations d'articles portant sur l'impact des pêcheries récifales, et sur les indicateurs de suivi de ces pêcheries (Jennings et Polunin, 1996; Clua et al., 2005). ² (Laroche et Ramanarivo, 1995). ³ (Newton et al., 2007). ⁴ (McClanahan et al., 2002). ⁵ 64%

étant des pêcheurs de loisir. ⁶ Principalement *Epinephelus polyphekadion* et *Naso brevirostris*.

⁷ Dans le lagon. ⁸ Dont 35% provenant de la pêche à pied réalisée par les femmes. ⁹ Dont 29% sont des femmes pratiquant la pêche à pied. ¹⁰ Concerne uniquement les villages de pêcheurs de la baie de Tuléar. P : enquête de perception. E : enquête via les écoliers. M : suivi des captures par les mareyeuses. ↓ : diminution. ↑ : augmentation.

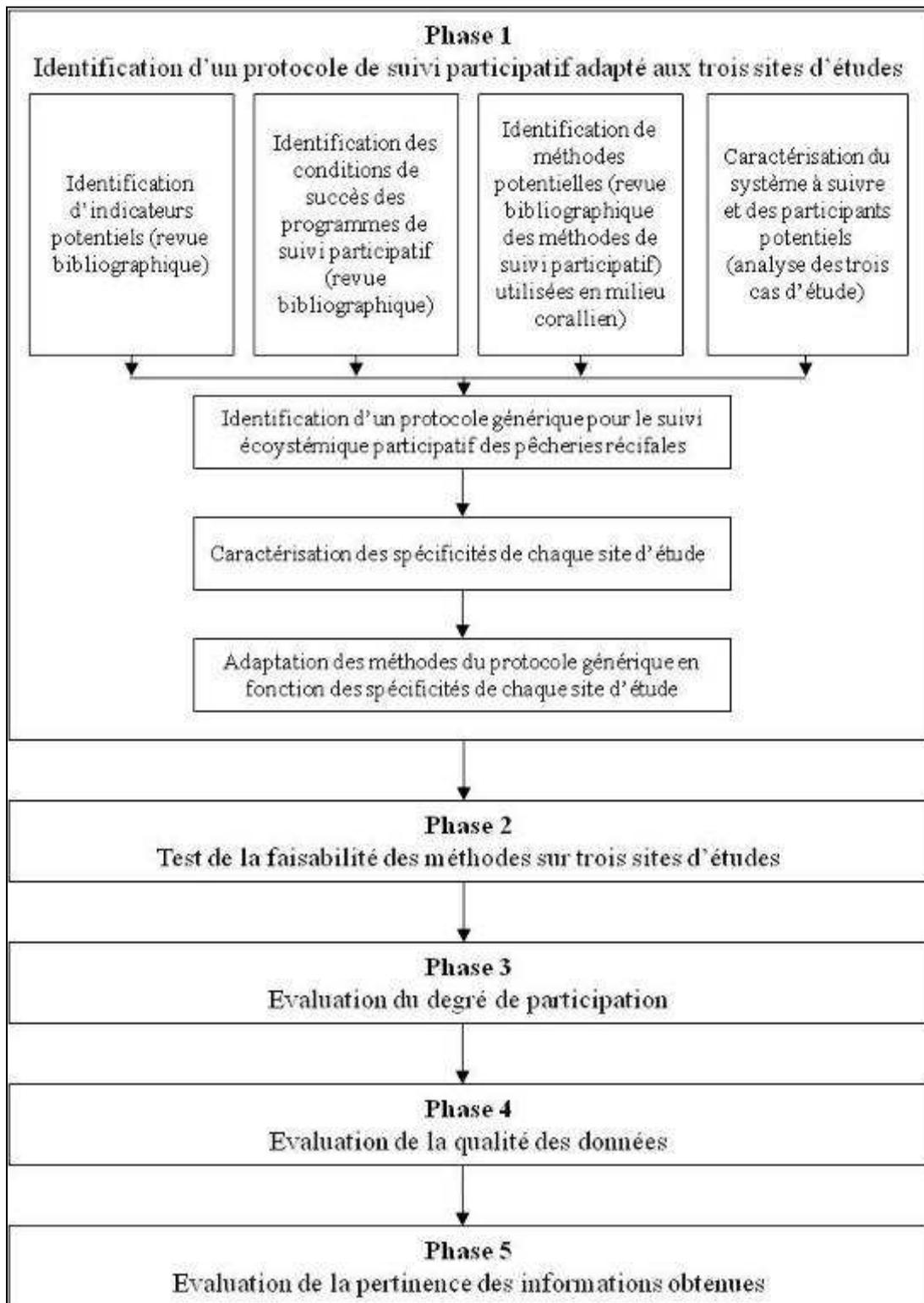


Figure 1. Proposition d'une démarche méthodologique pour tester la faisabilité, la fiabilité et la pertinence des approches participatives pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales.

Figure 1. Proposal of a five steps framework to assess the reliability of participatory monitoring methods.



Figure 2. Composantes proposées pour un programme de suivi participatif de pêcheerie récifale.

Figure 2. Proposed components for a participatory monitoring program of reef fisheries.

| <i>Objectif</i> | <i>Méthode</i> | <i>Participants</i> | <i>Avantages</i> | <i>Inconvénients</i> | <i>Références</i> |
|--|---|---|--|--|--|
| Obtenir des statistiques de pêche de subsistance | Questionnaires à l'attention des ménages avec des fiches de relevés pour le suivi, pendant une semaine, de la consommation en poissons, et des sorties de pêche | Ecoliers âgés de 14 à 18 ans | Larges échantillons couverts en peu de temps Nombreux bénéfiques en terme d'éducation-sensibilisation | Echantillon de ménages non représentatif de l'ensemble des ménages Faible proportion de fiches de relevés complétées correctement | (Hosch, 2000) |
| Détecter des changements écologiques dans l'écosystème corallien | Comptage visuel en plongée de composants clés de l'écosystème corallien | Plongeurs loisirs Pêcheurs Membres de la communauté | Des protocoles standardisés permettant des études sur de larges échelles existent | Besoin en formation conséquent Suivi demandeur en temps et énergie | (Darwall et Dulvy, 1996; Hodgson, 1999; Obura, 2001; Tawake <i>et al.</i> , 2001; Obura <i>et al.</i> , 2002; Pattengill-Semmens et Semmens, 2003; Uychiaoco <i>et al.</i> 2005) |
| Détecter des tendances historiques | Questionnaire à l'attention des usagers des ressources concernant leur perception de l'évolution des composants de l'écosystème et des activités de pêche | Usagers du milieu marin (en particulier les pêcheurs) | Les études scientifiques portant sur de longues échelles temporelles sont très rares La connaissance des tendances passées est cruciale pour appréhender le présent | Données qualitatives subjectives | (Debrot et Nagelkerken, 2000; Obura, 2001; Webb <i>et al.</i> , 2004; Teh <i>et al.</i> , 2005; Uychiaoco <i>et al.</i> , 2005; Lunn et Dearden, 2006; Teh et Sumaila, 2007) |
| Obtenir des statistiques de pêche | Cahiers de pêche | Pêcheurs | Informations de première main sur les sorties de pêche et les captures | Objectivité des participants Nécessite un grand nombre de participants | (Jennings et Polunin, 1995 ; Uychiaoco <i>et al.</i> , 2005) |
| Obtenir des statistiques de pêche | Suivi des débarquements | Pêcheurs | Informations de première main sur les sorties de pêche et les captures | Ne convient pas lorsque les sites de débarquements sont très nombreux | (Obura 2001; Obura <i>et al.</i> , 2002) |

Tableau 1. Méthodes de suivi participatif couramment utilisées en milieu corallien.

Table 1. Participatory monitoring methods commonly used for coral reef ecosystems.

| <i>Recommandations</i> | <i>Références</i> |
|---|---|
| Simplicité et standardisation des méthodes | (Hunsberger et <i>al.</i> , 2005) |
| Adaptation des méthodes aux compétences et disponibilités des participants | (Stokes et <i>al.</i> , 1990) |
| Usage des noms locaux (d'espèces et de lieu) et des systèmes de mesure de quantité locaux | (Obura et <i>al.</i> , 2002) |
| Organisation de séances de formation à la pratique des méthodes | (Newman et <i>al.</i> , 2003) |
| Distribution de matériel d'aide à la collecte si nécessaire | (Gouveia et <i>al.</i> , 2004) |
| Contrôle de la qualité des données | (Savan et <i>al.</i> , 2003) |
| Mesures incitatives (valorisation des participants, mise en jeu de cadeaux, établissement de compensations financières, restitution des résultats des suivis) | (Andrianandrasana et <i>al.</i> , 2005) |
| Mise en place d'une structure de coordination, pour assurer les fonctions indispensables de mise en œuvre et d'animation du processus de suivi participatif | (Conrad et Daoust, 2008) |

Tableau 2. Conditions critiques, identifiées d'après la littérature scientifique, pour la mise en œuvre de programmes de suivi participatif réussis.

Table 2. Key requirements to implement successful participatory monitoring programs.

| <i>Caractéristiques des sites</i> | <i>Conséquences pour l'adaptation des méthodes</i> |
|---|--|
| Forte proportion de pêcheurs semi-professionnels et de loisirs en Polynésie française (Salvat et Aubanel, 2002; Yonger, 2002; Lagadec, 2003) | A Moorea et Tikehau, le suivi des captures (cahiers de pêche) cible également ces catégories |
| Forte activité de pêche à pied à Tuléar (Laroche et Ramananarivo, 1995; Salimo, 1997; Vasseur, 1997) | Un questionnaire ciblant spécifiquement la pêche à pied est intégré aux enquêtes menées par les écoliers de Tuléar |
| Les débarquements sont plus éparpillés dans le temps et dans l'espace en Polynésie française, par rapport à Tuléar, où il existe de grandes plages de débarquement bien identifiées et peu nombreuses, où interviennent des mareyeuses | Enquêtes aux débarquements par les mareyeuses pour le suivi des captures à Tuléar |
| Faible alphabétisation des pêcheurs à Tuléar | Cahiers de pêche individuels remplis par les pêcheurs pour le suivi des captures en Polynésie française |
| Absence de clubs de plongée à Tuléar | Pas de cahiers de pêche à Tuléar |
| Importations et exportations de poissons connues pour Moorea et Tikehau et inconnues pour Tuléar | Pas de suivi <i>in situ</i> par les pêcheurs à Tuléar |
| L'école est obligatoire jusqu'à 16 ans en Polynésie française, alors qu'à Tuléar, les enfants quittent l'école relativement tôt, aux environ de 12 ans (Ranaivomanana, 2006), en particulier ceux appartenant aux couches sociales les moins aisées | Pas de suivi <i>in situ</i> par les moniteurs de plongée à Tuléar |
| A Tuléar, population faiblement sensibilisée à la problématique de la gestion durable des ressources naturelles (Ranaivomanana 2006) et conditions socio-économiques, ne permettant pas aux usagers du milieu marin, d'abandonner le travail pour se consacrer à une activité non lucrative (Iida, 2005). | Estimations de production halieutique, via les enquêtes de consommation réalisées par les écoliers au sein des ménages, non réalisables à Tuléar |
| | Pour assurer la représentativité de l'échantillon de ménages enquêtés via les écoliers il est nécessaire d'impliquer des écoliers d'âge inférieur ou égal à 12 ans à Tuléar et 16 ans en Polynésie française |
| | Rétribution financière des mareyeuses impliquées dans le suivi des débarquements à Tuléar |

Tableau 3. Spécificités des sites d'études et conséquences quant à l'adaptation des méthodes de suivi participatif proposées.

Table 3. Case studies specificities and their consequences for the adaptation of proposed participatory monitoring methods.

| <i>Méthode</i> | <i>Moorea</i> | <i>Tikehau</i> | <i>Tuléar</i> |
|---|---|---|---|
| Enquêtes de perception | Nombre de participants: 31 | Nombre de participants: 18 | Nombre de participants: 70 |
| Enquêtes via les écoliers | Nombre de participants: 137 Taux de retour des questionnaires: 68% Taux d'échantillonnage: 4,4% des ménages | Nombre de participants: 24 Taux de retour des questionnaires: 96% Taux d'échantillonnage: 35,3% des ménages | Nombre de participants: 326 Taux de retour des questionnaires: 86% Taux d'échantillonnage: 10,3% des ménages |
| Suivi des captures (cahiers de pêche pour Moorea et Tikehau, suivi des débarquements par les mareyeuses à Tuléar) | Nombre de participants: 9 Taux de retour des fiches: 9% Taux d'échantillonnage: 0,2% des pêcheurs de Moorea (au début de l'expérience) | Nombre de participants: 10 Taux de retour des fiches: 8% (plus de retour du tout après 6 mois) Taux d'échantillonnage: 11% des pêcheurs de Tikehau (au début de l'expérience) | Nombre de participants: 3 Taux de retour des fiches: 98% Taux d'échantillonnage: 4,3% des sorties de pêche des pêcheurs d'Ankiembe |
| Comptages visuels en plongée | Nombre de participants: 4 Taux de retour des fiches: 20% (plus de retour du tout après 7 mois) | Nombre de participants: 3 Taux de retour des fiches: 24% (plus de retour du tout après 9 mois) | Nombre de participants : non expérimenté sur ce site |

Tableau 4. Evaluation du degré de participation de la population dans la mise en œuvre des méthodes de suivi participatif à Moorea, Tikehau et Tuléar.

Table 4. Volunteer commitment level for each method implemented in Moorea, Tikehau and Toliara.

| <i>Indicateur</i> | <i>Méthode</i> | <i>Référence¹</i> | <i>Moorea</i> | <i>Tikehau</i> | <i>Tuléar</i> |
|---|----------------|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| Abondance des poissons comestibles | P | ↓ | ↓ | ↓ ⁶ | ↓ |
| Taille des poissons comestibles | P | ↓ | ↓ | | ↓ |
| Distance de fuite du poisson | P | ↑ | | | ↑ |
| Abondance des coquillages comestibles | P | ↓ | | | ↓ |
| Abondance des bécotiers | P | ↓ | ↓ | ↓ | |
| Abondance des langoustes | P | ↓ | | ↓ | ↓ |
| Abondance des crabes | P | ↓ | | | ↓ |
| Abondance des tortues | P | ↓ | | | ↓ |
| Abondance des holothuries comestibles | P | ↓ | | | ↓ |
| Abondance des oursins comestibles | P | ↓ | | | ↓ |
| Recouvrement en corail vivant | P | ↓ | ↓ | ↓ ⁷ | ↓ |
| Recouvrement en macroalgues | P | ↑ | ↑ | ↑ | |
| Recouvrement des herbiers | P | ↓ | | | ↓ |
| Recouvrement des mangroves | P | ↓ | | | ↓ |
| Effort de pêche | P | ↑ | | ↓ | ↑ |
| Eloignement des zones de pêche | P | ↑ | | | ↑ |
| Durée des sorties de pêche | P | ↑ | | | ↑ |
| Fréquence des sorties de pêche | P | ↑ | | | ↑ |
| Taille des mailles des filets | P | ↓ | | | ↓ |
| Part des captures gardée pour autoconsommation | P | ↓ | | | ↓ |
| CPUE (kg.pêcheur ⁻¹ .sortie ⁻¹) | M | 6,6±1,4 ² | | | 7,8±0,7 |
| Rendement de la pêche récifale (t.an ⁻¹ .km ⁻²) | E | 5 ³ | 24,5±6,0 | 0,4±0,1 | 19,2±3,2 ⁸ |
| Nombre de pêcheurs par km ² | E | 5 ⁴ | 77 ⁵ | 0,2 | 13,4 ⁹ |
| Consommation en poissons récifaux (kg. hab ⁻¹ .an ⁻¹) | E | ? | 83±21 | 115±55 | 50±4 ¹⁰ |
| Pourcentage d'indicateurs dont la valeur ou la tendance est potentiellement indicatrice d'une surexploitation | | | 100% | 63% | 95% |

Tableau 5. Tableau de bord des indicateurs de la durabilité des pêcheries de Moorea, Tikehau et Tuléar. ¹ La référence correspond à la valeur ou la tendance de référence de l'indicateur. C'est-à-dire la tendance suivie par l'indicateur, ou la valeur au dessus de laquelle l'indicateur, est potentiellement lié à une exploitation non durable. Ces tendances de référence sont identifiées à partir de compilations d'articles portant sur l'impact des pêcheries récifales, et sur les indicateurs de suivi de ces pêcheries (Jennings et Polunin, 1996; Clua et al., 2005). ² (Laroche et Ramananarivo, 1995). ³ (Newton et al., 2007). ⁴ (McClanahan et al., 2002). ⁵ 64% étant des pêcheurs de loisir. ⁶ Principalement *Epinephelus polyphekadion* et *Naso brevirostris*. ⁷ Dans le lagon. ⁸ Dont 35% provenant de la pêche à pied réalisée par les femmes. ⁹ Dont 29% sont des femmes pratiquant la pêche à pied. ¹⁰ Concerne uniquement les villages de pêcheurs de la baie de Tuléar. P : enquête de perception. E : enquête via les écoliers. M : suivi des captures par les mareyeuses. ↓ : diminution. ↑ : augmentation.

Table 5. Fishing impact indicators dashboard for Moorea, Tikehau and Toliara. ¹ Indicator reference value or tendency identified from the following references (Jennings and Polunin, 1996; Clua et al., 2005). ² (Laroche and Ramananarivo, 1995). ³ (Newton et al., 2007). ⁴ (McClanahan, Polunin, and Done 2002). ⁵ 64% being recreative fishermen. ⁶ Mostly *Epinephelus polyphekadion* and *Naso brevirostris*. ⁷ In the lagoon. ⁸ 35% is provided by reef flat gathering. ⁹ 29% are women practicing reef flat gathering. ¹⁰ This only concerns fishermen villages of Toliara Bay. P : perception survey. E : school survey. M : fish catch monitoring. ↓ : decrease. ↑ : increase.

Résumé

Pertinence des approches participatives pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales

Afin d'assurer une gestion durable d'une pêcherie récifale, il est nécessaire de disposer régulièrement d'informations sur l'impact de celle-ci sur les ressources halieutiques et sur les écosystèmes dont elles dépendent. Les programmes de suivi écosystémique permettent de fournir ces informations. Mais ils sont très difficiles à mettre en œuvre, car ils nécessitent de nombreuses ressources humaines, techniques et financières. Face à ces problèmes, l'implication de la société civile dans les programmes de suivi, appelé suivi participatif, semble en mesure d'apporter des solutions. En effet, les suivis participatifs présentent l'avantage d'accroître le nombre de données collectées pour un faible coût, tout en profitant des connaissances écologiques empiriques disponibles localement. Cependant, certaines questions doivent être éclaircies : Quelles méthodes permettent d'apporter les informations nécessaires au suivi écosystémique des pêcheries récifales tout en étant adaptées aux motivations et compétences des participants issus de la société civile ? Quelle est la validité des données collectées par des participants non professionnels ? Le degré d'implication des participants est-il suffisant pour faire fonctionner le programme de suivi, notamment sur le long terme ? Pour répondre à ces questions, un protocole générique pour le suivi écosystémique des pêcheries récifales a été développé et testé sur trois sites contrastés : Moorea et Tikehau en Polynésie française et Tuléar à Madagascar. Les résultats de cette étude soulignent la pertinence des suivis participatifs pour des actions, de collecte de données, ponctuelles et de large envergure, et leur intérêt moindre pour la collecte continue de données sur de longues échelles de temps. Dans tous les cas l'existence d'une structure de coordination et la supervision par des scientifiques sont primordiales.

Summary

Relevance of participatory approaches for ecosystemic monitoring of reef fisheries

In order to ensure a sustainable management of reef fisheries, it is necessary to get regular data about the effect of these fisheries on both fish resources and ecosystems that sustain these resources. Ecosystemic monitoring programs provide those information, but they are difficult to implement because they need many technical, financial and human resources. Regarding those problems, the involvement of the local population in monitoring programs, called participatory monitoring, seems to supply solutions. Indeed, participatory monitoring has the potential of increasing the number of collected data for a low cost, while taking advantage of the traditional ecological knowledge available locally. However, some questions have to be clarified: Which methods can bring relevant information to the ecosystemic monitoring of reef fisheries while being appropriate to the motivations and skills of the local population? Can we trust data collected by a non scientific population? Is the level of participation of the local population sufficient to make the monitoring program work, particularly on the long term? To answer those questions, a generic protocol for the participatory ecosystemic monitoring of reef fisheries has been developed and tested on three different sites: Moorea and Tikehau in french Polynesia, and Tulear in Madagascar. Results of this study underline the relevance of participatory monitoring programs for snapshot and large-scale surveys, but slightest interests for regular data gathering on long-time scales. In any case, strong coordination and supervision by scientists are considered as essential.