MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE.
UNIVERSITÉ DE TOLIARA.
INSTITUT HALIEUTIQUE ET DES SCIENCES MARINES.
B.P. 141-Rue Dr. Rabesandratana
Toliara 601, Madagascar

Grade : Master

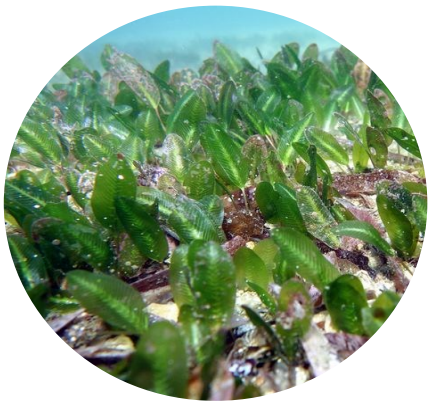
Mention : Sciences Marines et Halieutiques

Parcours : Gestion Durable de la Biodiversité et de l'Environnement

MEMOIRE DE STAGE

Mars 2023

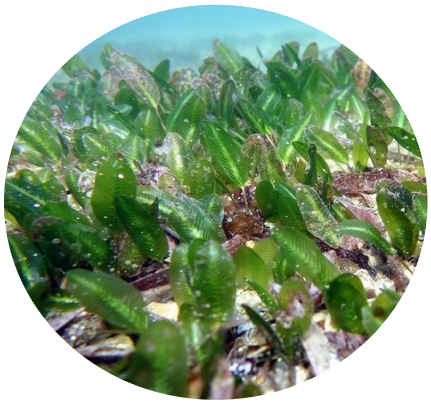
PERCEPTION DE LA POPULATION SUR L'UTILISATION ET LA GESTION DES HERBIERS MARINS, CAS DE LA BAIE DE RANOBE, SUD-OUEST DE MADAGASCAR.



Par NIRINAMAMIKO Ainatsiferana Jeannot

Encadreur : Dr. RANIVOARIVELO Lantoasinoro

Co-encadrant **:** RAKOTONJANAHARY Fidèle



PERCEPTION DE LA POPULATION SUR L'UTILISATION ET LA GESTION DES HERBIERS MARINS, CAS DE LA BAIE DE RANOBE, SUD-OUEST DE MADAGASCAR.

Membres du jury

Président : Dr. TODINANAHARY Gildas Georges Boleslas

Rapporteur : Dr. RANIVOARIVELO Lantoasinoro

Examinateur : Dr. TSARAHEVITRA Jarisoa

Examinateur : Dr. FERNAND Gédice

REMERCIEMENTS

Ce travail de mémoire n'aurait pas été possible sans la contribution de certaines personnes, que je tiens à mentionner ici. Votre soutient mérite vivement ma gratitude.

Tout d'abord, une grande reconnaissance va à :

- Dr. RASOAMANANTO Irène, Directrice de l'Institut Halieutique et des Sciences Marines, qui a eu beaucoup d'amabilité de m'accueillir encore parmi les étudiants dans son établissement,
- Dr. TODINANAHARY Gildas, Responsable de Mention de l'IH.SM, qui m'a approuvé de faire ce stage,
- Dr. RANIVOARIVELO Lantoasinoro, qui a bien voulu m'accepter comme stagiaire et de m'accorder son temps à m'encadrer malgré ses nombreuses occupations,
- RAKOTONJANAHARY Fidèle, mon encadreur technique, qui n'a pas hésité de donner des conseils et des idées tout au long de ce travail,
- Tous les personnels enseignants et administratifs de l'IH.SM, sans lesquels ce travail n'aurait pas eu lieu, sans oublier les membres de Jury qui ont apportés leurs contributions à la finalisation de ce présent mémoire.

Par la même occasion, je tiens à remercier :

- Les présidents des Fokontany de la baie de Ranobe qui ont bien voulu m'accorder l'autorisation pour réaliser ce travail au sein de leur localité respective,
- La population de la baie de Ranobe qui m'a accordé ses temps à m'accueillir et à me répondre pendant le travail sur terrain.

Mes pensées vont également à ma famille, surtout à ma mère qui m'a entièrement fait confiance et qui trouve toujours les mots pour me soutenir et me réconforter.

Enfin, j'adresse mes remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à tous !

Misaotra betsaka !

RESUMÉ

Les herbiers marins sont des angiospermes aquatiques qui se trouvent dans la zone moins profonde des littoraux marins. Cet écosystème a une grande importance au niveau de la communauté côtière et les écosystèmes adjacent par ses nombreux services écosystémiques mais subisse actuellement toute forme de pression d'origine naturelle et anthropique.

Cette étude s'est déroulée de Mai 2020 au Janvier 2021 dans les villages de pêcheurs de la Baie de Ranobe, sud-ouest de Madagascar dont Andrevo, Ambolomailaky, Amboaboaky, Mangily et Ifaty et s'est focalisée spécifiquement sur la perception de la population locale des herbiers marins, dans laquelle les objectifs sont de savoir l'utilisation de cet écosystème, les menaces qui pèsent ainsi que la forme de gestion existante. Pour atteindre ces objectifs, des enquêtes au niveau de la population locale ont été menées afin de collecter les avis des personnes concernées.

Les résultats ont montré que 93.52 % des enquêtées utilisent la zone des herbiers pour la pêche et 95 foyers locaux sont des bénéficiaires pour l'aquaculture. 70% des personnes questionnées affirment la dégradation des herbiers marins de la zone d'étude. Parmi les facteurs de dégradations se trouvent l'utilisation des filets à moustiquaires qui couvrent 59% des menaces directes identifiés, suivi par la senne de plage à 28%. L'utilisation des filets à moustiquaires est liée au contexte socioéconomique local, à la diversification ethnique et aux insuffisances des moyens de subsistances. Malgré cela, aucune forme d'interdiction sur l'utilisation de ces matériels de pêches ni sur la protection des herbiers n'est identifiée dans la baie de Ranobe, d'où la persistance de ces menaces.

Mots clés : Herbiers marins, baie de Ranobe, enquêtes, menaces, gestion

ABSTRACT

Seagrass beds are aquatic angiosperms that occur in the shallower water of marine coastlines. This ecosystem is of great importance to the coastal community and adjacent ecosystems through its ecosystem services but is currently undergoing all forms of pressure from natural and anthropogenic sources.

This study was conducted in May 2020 to January 2021 in the Ranobe Bay's villages of fishers, south western of Madagascar : Andrevo, Ambolomailaky, Amboaboaky, Mangily and Ifaty and focused specifically on the local perception of seagrass, with the objectives of learning about the use of the seagrass, the threats that exist and the form of management that is being applied. In order to achieve these objectives, surveys of the local population were conducted to collect their opinions.

The results showed that 93.52 % of the respondents use the seagrass meadow as a fishing ground whereas 95 local family for aquaculture beneficiary. 70% of the participants stated that the seagrass in the study area were degraded. Among the factors of degradation is the use of mosquito nets, which covers 59% of the direct threats identified followed by the beach seine at 28%. The use of mosquito nets is linked to ethnic diversification and the scarcity of livelihood. Moreover, no form of management for the use of these fishing gears neither for the protection of seagrass has been recognised in Ranobe bay, hence the persistence of those threats.

Key words : Seagrass, bay of Ranobe, survey, threats, management

SOMMAIRE

INTRODUCTION **1**

1.MATERIEL ET METHODES **3**

1.1. Zone d'étude : baie de Ranobe 3

1.2. Herbiers marins 4

1.2.1. Caractéristique écologique et biologique 4

1.2.2. Distribution mondiale 5

1.3. Services écosystémiques des herbiers marins 6

1.4. Méthodes de collecte de données 8

1.4.1. Principe général de la recherche qualitative 8

1.4.2. Technique d'échantillonnage. 9

1.5. Données primaires 9

1.5.1. Enquête par questionnaire 9

1.5.2. Entretiens ciblés 10

1.5.3. Focus groups 10

1.5.4. Observations personnelles et analyses des impacts 11

1.6. Données secondaires 12

1.7. Traitement des données brutes 12

1.7.1. Enregistrement des données brutes 12

1.7.2. Transcription des données 12

1.7.3. Nettoyage et codage des données 12

1.8. Traitement statistique des données 13

1.8.1. Analyse de l'indépendance 13

1.8.2. Analyse factorielle 14

2. RESULTATS **15**

2.1. Répartition des enquêtes 15

2.2. Fréquentation de la zone des herbiers 15

2.3. Utilisations traditionnelles des herbiers marins 16

2.4. Utilisations des herbiers marins pour la pêche 16

2.4.1. Pêche aux filets maillants 17

2.4.2. Pêche aux sennes 17

2.4.3. Pêche au harpon et au fusil 19

2.4.4. Pêche à pieds et pêche à la ligne 20

2.5. Composition des captures de pêches 22

2.6. Utilisations des herbiers marins pour l'aquaculture : algoculture et holothuriculture .. 23

2.7. Etat actuel des herbiers marins de la baie de Ranobe 25

2.8. Menaces sur les herbiers marins de la baie de Ranobe 26

2.8.1. Menaces directes 26

2.8.2. Menaces indirectes 28

2.9. Raisons de persistance de ces menaces 29

2.10. Gestion des herbiers marins dans la Baie de Ranobe 30

2.11. Analyse d'indépendance des variables 31

2.11.1. Variable « activités sur les herbiers et menaces directes » 31

2.11.2. Variable « menaces directes et causes » 34

2.12. Résultats d'analyse en composante multiple 37

3.DISCUSSION 40

3.1. Sur l'utilisation de la zone des herbiers de la baie de Ranobe 40

3.2. Sur les impacts des activités sur les herbiers marins de la baie de Ranobe 41

3.2.1. Activités de pêches 41

3.2.2. Activités de broutages 43

3.2.3. Activités aquacoles 44

3.2.4. Sédimentation et eutrophication 46

3.3. Risques liés à la dégradation des herbiers marins 46

3.4. Gestion des herbiers marins : politique et initiatives 47

3.4.1. Stratégie de conservation des herbiers marins 48

3.4.1.1. Initiative internationale pour la protection des herbiers marins 48

3.4.1.2. Plan d'action local pour la conservation des herbiers marins 49

3.4.2. Programmes de restauration des herbiers marins : faisabilité et contraintes..... 51

CONCLUSION 55

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 57

ANNEXES

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la baie de Ranobe 3

Figure 2 : Distribution mondiale des herbiers marins (Short et *al.,* 2007). (Atlantique du Nord, Pacifique du Nord (1 et 4), Méditerranée (3), (Atlantique Tropicale et Indopacifique Tropicale (2 et 5), Océan tempérée du Sud (6)). 5

Figure 3 : Interaction entre les herbiers marins, la colonne d'eau et les sédiments (Marbà, 2001)..... 7

Figure 4 : Démarche générale de la recherche qualitative 9

Figure 5 : Filets maillants typique des villages de pêcheurs de Ranobe 17

Figure 6 : Filets aux sennes (A : Chalut aux moustiquaires, B : Senne de plage) 19

Figure 7 : Types de harpons fréquents chez les pêcheurs 20

Figure 8 : Femme pratiquant la pêche à pieds sur les herbiers marins 20

Figure 9: Caractéristiques de la pêcherie sur les herbiers marins de la baie de Ranobe..... 22

Figure 10 : Maintenance de la ferme d'holothurie (A) et de champ d'algue (B)..... 24

Figure 11 : Etat actuel des herbiers marins de la baie de Ranobe. 25

Figure 12 : Poissons typiques des herbiers marins de la baie de Ranobe (A : *Leptoscarus vaigensis* et B : *Calotomus spinidens*)..... 26

Figure 13 : Menaces directes sur les herbiers marins de la baie de Ranobe 26

Figure 14: Causes des menaces directes sur les herbiers marins de la baie de Ranobe. 27

Figure 15 : Menaces indirectes sur les herbiers marins de la baie de Ranobe. 28

Figure 16 : Raisons de persistance des menaces sur les herbiers de la baie de Ranobe selon les opinions des enquêtées..... 29

Figure 17 : Attraction entre les modalités des variables « activités sur les herbiers et menaces directes ». (PSP : Pêche à la senne de plage, PAM : Pêche aux moustiquaires, PPOI : Pêche à l'empoisonnement, PAP : Pêche à pieds, PFIL : Pêche aux filets maillants, PAF : Pêche aux fusils à harpons, PAH : Pêche aux harpons, PAL : Pêche à la ligne, AlG : Algoculture, HOL : Holothuriculture). 32

Figure 18 : Contribution relative de Khi-deux des variables « activités sur les herbiers et menaces directes ». (PSP : Pêche à la senne de plage, PAM : Pêche aux moustiquaires, PPOI : Pêche à l'empoisonnement, PAP : Pêche à pieds, PFIL : Pêche aux filets maillants, PAF : Pêche aux fusils à harpons, PAH : Pêche aux harpons, PAL : Pêche à la ligne, AlG : Algoculture, HOL : Holothuriculture). 34

Figure 19 : Attraction entre les modalités des variables « menaces directes sur les herbiers marins et les causes liés »..... 36

Figure 20 : Contribution relative de Khi-deux aux variables « menaces directes et causes liés » 37

Figure 21: A) Projection des variables « localisation » et « menace directe » dans le premier plan de l'ACM (dimension 1 et 2). B) Cercle des corrélations des modalités de réponses du variable « menace directe » (MO : Chalut à moustiquaire, POI : Empoisonnement au laro, OU : Oursins brouteurs, SP : Senne de plage). 38

Figure 22: Projection du variable localisation des individus dans le premier plan de l'ACM. 39

Figure 23 : Etapes d'une restauration écosystémique des herbiers marins 52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Villages d'études..... 4

Tableau 2 : Répartition d'âge des personnes enquêtées..... 15

Tableau 3 : Catégories d'enquêtes. 15

Tableau 4 : Familles de poissons dominantes dans les captures de pêches 22

Tableau 5 : Taux de protection des différents écosystèmes marins inclus dans une AMP (UNEP-WCMC, 2018)..... 47

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Classification des herbiers marins

Annexe 2: Guide d'élaboration d'un processus d'enquête par questionnaire

Annexe 3: Fiche d'enquête

Annexe 4: Codage et abréviation

Annexe 5: Identification des poissons rencontrés sur les herbiers marins

Annexe 6 : Herbiers marins identifiés dans la baie de Ranobe

Annexe 7 : Activités sur les herbiers marins dans les villages d'études

Annexe 8 : Liste des personnes enquêtées qui pratiquent l'algoculture

Annexe 9 : Liste des personnes enquêtées qui pratiquent l'holothuriculture

Annexe 10 : Amende selon les types d'infraction commis sur l'holothuriculture et algoculture

INTRODUCTION

Les herbiers marins appelés aussi phanérogames marines sont des angiospermes aquatiques, communément trouvés dans les mers côtières tropicales et tempérées (Green et Short, 2003). Ils ont une large distribution qui renferme tous les continents autres que l'Antarctique, tandis que la plus grande diversité en espèces est centrée sur la partie Indopacifique (Waycott et *al.,* 2004).

Les herbiers marins sont des producteurs primaires dominants dans des zones côtières, jouant un rôle clé dans le dynamique trophique marin (Green et Short, 2003) et sont considérés parmi l'un des écosystèmes le plus productif de la planète (Costanza et *al.,* 1997 ; Duarte et Chiscano, 1999). Les herbiers marins abritent des ressources marines variées, leur conférant un intérêt majeur tant au niveau économique qu'écologique. Au niveau écologique, les herbiers marins offrent beaucoup de services, en atténuant les vagues, assurant le recyclage des éléments nutritifs et de maintenir la structure globale de la chaîne trophique marine (Hemminga et Duarte, 2000). Ils sont un bon indicateur de changement au niveau d'un écosystème côtier, leur perte indique une détérioration des conditions écologiques (Orth et *al.,* 2006). Ce sont des lieux de frai et de nurserie propices aux faunes marines, car le risque de prédation est limité dans les amas de feuilles. Ainsi, ils jouent le rôle de terrain de chasse et de refuge des poissons commerciaux. D'où, pour la population côtière, la présence des écosystèmes des herbiers marins représente une source considérable de revenu économique. De plus, les herbiers marins sont un des écosystèmes qui permettrait d'atténuer le changement climatique. Ils sont d'ailleurs l'un de plus efficace en termes de séquestration et de stockage de carbone (Hoegh-Guldberg et *al.,* 2018).

Madagascar possède un littoral riche en espèces d'herbiers marins avec une richesse spécifique plus élevée que celles des autres régions tropicales. Toutes les espèces sont concentrées sur la partie sud-ouest de l'île, avec une dizaine d'espèces connues actuellement (Razafindrainibe et *al*., 2012). La Baie de Ranobe est une zone riche en termes de diversité écosystémique, on peut y trouver des récifs coralliens, des mangroves et notamment les herbiers marins. Pour la population du littoral, les herbiers marins sont d'une importance capitale pour la pêche et l'aquaculture. Une étroite interdépendance existe entre les utilisateurs et cet écosystème, faisant ceci l'écosystème le plus exploité. D'ailleurs, en termes de conservation et de protection, les herbiers marins sont moins favorisés par rapport aux autres, et reçoivent moins d'attention. Si bien que plusieurs études ont été déjà faites sur les herbiers marins de la baie de Ranobe, peu d'entre eux se focalisent sur la relation

sociologique et écologique. Ainsi cette étude, intitulée **« Perception de la population sur l'utilisation et gestion des herbiers marins de la baie de Ranobe, sud-ouest de Madagascar »** va mettre à disposition pour des chercheurs, des bases d'informations relatives à la socioécologie des herbiers marins et des renseignements sur la situation actuelle de cet écosystème dans la baie de Ranobe.

Sur ce, les questions se posent : Comment la population locale perçoit elle l'écosystème des herbiers marins ? Quels sont leurs points de vue sur l'importance de cet écosystème et comment est la relation qui existe entre la population des pêcheurs et les herbiers marins ? Quelles seront les mesures de gestion durable de cet écosystème ? C'est à partir de ces questions que nous allons élaborer les objectifs spécifiques dont :

- Identifier les diverses utilisations de l'écosystème herbiers marins par la population locale,
- Identifier les menaces et pressions qui pèsent sur cet écosystème,
- Identifier et recommander un plan de gestion et mesures de protection durable.

La structuration de ce mémoire se présente en trois parties distinctes : la première partie de la méthodologie va détailler d'une part la localisation de la zone d'étude, les connaissances sur les herbiers et ses services écosystémiques et d'autre part, les méthodes utilisées pour la collecte, la manipulation et les analyses de données. La deuxième partie se focalise sur la présentation des résultats sur l'utilisation des herbiers marins, les menaces qui pèsent et les formes de gestion existantes. La troisième partie est une discussion générale sur les résultats d'études, suivi d'un apport de recommandation.

1.MATERIEL ET METHODES

1.1. Zone d'étude : baie de Ranobe

Localisée dans le sud-ouest de Madagascar, la baie de Ranobe est située géographiquement entre le 43°30'E-23°00'S et 43°38'E-23°18'S. Délimitée de Nord au Sud par deux rivières, Manombo et Fiherena, la baie de Ranobe est caractérisée par la présence des complexes récifaux de type barrière et frangeant qui s'étendent sur 32 km de long (Fig. 01). Ce complexe récifal est connu en tant que quatrième plus grand système récifal au monde (Belle et *al*, 2009). D'autres écosystèmes marins y sont également identifiés, tels les mangroves et les herbiers marins. L'ensemble de ces écosystèmes fait de la baie de Ranobe une zone riche, permettant à la population riveraine de satisfaire un approvisionnement en matière de ressources marines tant au niveau local que national.

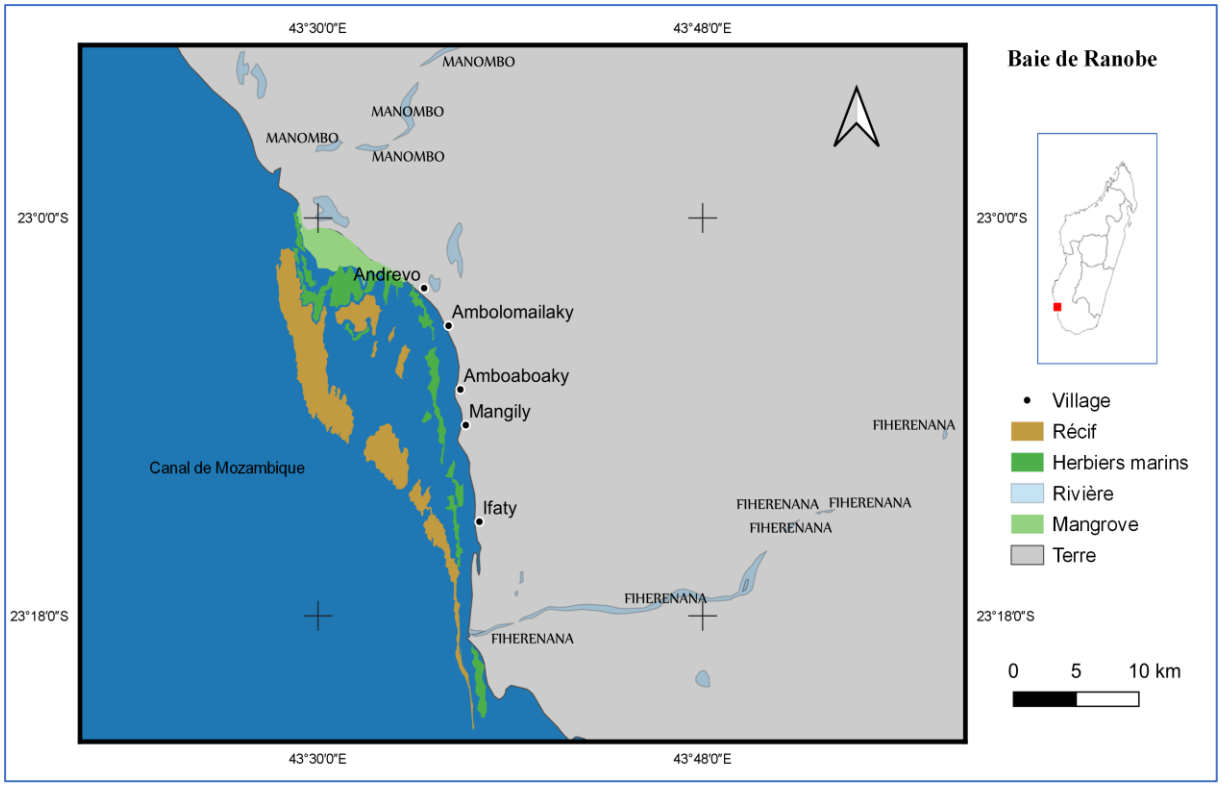


Figure 1: Localisation de la baie de Ranobe

Cette étude est effectuée sur les villages des pêcheurs situés sur le littoral de la Baie de Ranobe, dans lesquels cinq villages ont été choisis (Tab.01).

Tableau 1 : Villages d'études

Communes Rurales	Villages
Belalanda	Ifaty
	Mangily
Manombo sud	Amboaboaky
	Ambolomailaky
	Andrevo

1.2. Herbiers marins

1.2.1. Caractéristique écologique et biologique

Les herbiers marins forment un groupe écologique, mais n'est pas un groupe taxonomique. Ceci implique que les familles des herbiers ne sont pas nécessairement rapprochées de l'une à l'autre (den Hartog, 1970). Les taxons constituant les herbiers marins représentent aussi un nombre très limité de familles (Zosteracea, Cymodoceaceae, Posidoniaceae, Hydrocharitaceae) toutes sont classées dans le super-ordre des Alismatiflorae.

En termes de richesse écologique, les herbiers marins ont une grande biodiversité par rapport aux écosystèmes adjacents, mangroves et récifs coralliens. Les fonds sédimentaires des herbiers marins sont caractérisés par un micro habitat dominé par des organismes benthiques, pélagiques et démersaux tandis que les colonies de plantes sont dominées par de faune sessile et des algues épiphytes mélangés avec des détritus.

Les herbiers marins sont des angiospermes qui présentent une grande variation au niveau de taille, de Halophila avec seulement des feuilles de 1 cm de long à Posidonia qui peut atteindre jusqu'à 5 m de long. Par contre, toutes les espèces suivent un même modèle de forme, ne présentant pas une énorme variation comme les autres angiospermes (Hemminga et Duarte, 2000). Caractérisés par une structure complexe de canopé et d'un système racinaire dense, les herbiers marins évoluent dans des fonds sédimentaires vaseux ou sableux, la seule exception est Phyllospadix qui s'adapte dans des sédiments rocailleux (Hemminga et Duarte, 2000). Ces fonds sédimentaires sont situés généralement dans la zone subtidale ; même si certaines espèces comme *Zostera marina* se développe dans la zone intertidale. Bien que la profondeur maximale dans laquelle les espèces peuvent se développer est autour de 90 m, le genre Halophila peut se développer jusqu'à une profondeur avoisinant de 145 m (Duarte, 1991a ; Green et Short, 2003 ; Papenbrock, 2012). En effet, pour les herbiers marins, cette

particularité d'habitat favorise l'échange d'oxygène par mouvement d'eau, permettant de piéger efficacement une large quantité de nutriments et de matières organiques dans le fond sédimentaire. Cette limitation de profondeur assure aussi l'efficacité de la photosynthèse. Les herbiers marins sont généralement des euryhalines, tolérant une salinité autour de 35‰ ; en d'autres conditions (hyposalinité ou hypersalinité), les espèces deviennent nécrotiques et meurent (Hemminga et Duarte, 2000). A la différence des mangroves, les herbiers peuvent capturer des ammoniaques et des phosphates à travers ses feuilles. D'autant que cette capacité varie en fonction des espèces et des circonstances, celle-ci peut assurer la totalité des besoins en matières nutritives particulièrement dans un environnement qui en sont pauvres (Stapel et *al.,* 1996).

1.2.2. Distribution mondiale

Les herbiers marins sont distribués largement le long des littoraux tempérés et tropicaux du monde (Coles et *al.,* 2009). Ils sont capables de se développer dans un environnement pauvre en nutriments, les espèces ne requièrent qu'une faible quantité d'azote et de phosphore pour bien se développer (Duarte, 1995). D'ailleurs, même si la diversité spécifique globale est faible, les espèces peuvent s'étendre à plusieurs milliers de km sur le littoral. Globalement, la totalité de la surface des herbiers marins est estimée à 177.000 km² (Spalding et *al.,* 2003), et est partagée en six biorégions (Fig. 02) dont : quatre dans la zone tempérée et deux dans la zone tropicale (Short et *al.,* 2007).

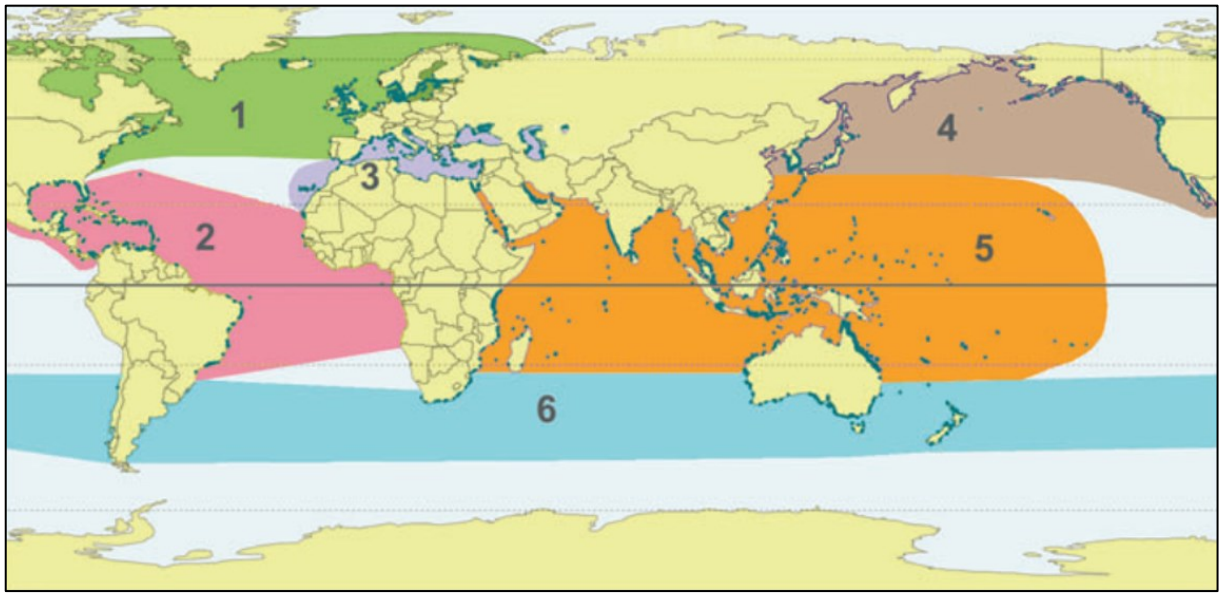


Figure 2 : Distribution mondiale des herbiers marins (Short et *al.,* 2007). (Atlantique du Nord, Pacifique du Nord (1 et 4), Méditerranée (3), (Atlantique Tropicale et Indopacifique Tropicale (2 et 5), Océan tempérée du Sud (6)).

Par contre, la plus grande diversité spécifique mondiale est trouvée dans la région Indopacifique tandis que la région Atlantique du Nord renferme la plus faible diversité. Parmi les 70 espèces d'herbiers marins (Short et *al.,* 2011), actuellement, 12 à 14 espèces sont identifiées dans la région tropicale de l'Océan Indien (Lugendo, 2015).

A Madagascar, la région tropicale du pays compte 12 espèces d'herbiers marins (Cooke, 2012) et 10 d'entre elles sont trouvées dans le sud-ouest de l'île dont : *Thalassodendron ciliatum*, *Thalassia hemprichii*, *Syringodium isoetifolium*, *Cymodocea rotundata*, *C. serrulata*, *Halodule uninervis*, *H. wrightii*, *Halophila ovalis*, *H. stipulacea* et *Zostera capensis* (Razafindrainibe et *al*., 2012).

1.3. Services écosystémiques des herbiers marins

Les services écosystémiques sont définis globalement comme étant les bénéfices que la population tire des écosystèmes (MEA, 2003). Diaz et *al.,* (2014) ajoutent que les services écosystémiques font références à tous les avantages que la société, dans son ensemble, que ce soit dans les zones rurales ou urbaines obtient de la nature les biens et services d'un écosystème.

Les herbiers marins offrent plusieurs services écosystémiques, et produisent une large variété de services pour l'humanité que ce soit au niveau économique, écologique et environnemental.

Au niveau économique, les herbiers marins sont inclus parmi les écosystèmes marins qui produisent le plus de valeurs ajoutées et de bien pour la société (Costanza et *al.,* 1997 ; Barbier et *al.,* 2011). Avec une valeur annuelle de US$500 milliards, elle est estimée de trois fois plus que les récifs coralliens et 10 fois plus que les forêts tropicales (Costanza et *al.,* 2014).

Au niveau écologique, les herbiers marins supportent la chaine trophique marine en offrant un habitat essentiel pour la nurserie et une zone de développement favorable pour plusieurs espèces marines, allant des grands herbivores aux invertébrés mais aussi utilisés comme une alimentation directe pour certaines espèces (Thayer et *al.,*1975 ; Pollard, 1984 ; Green et Short, 2003). A travers ses denses canopées, les herbiers marins sont capables d'entraver les mouvements d'eau et amortissent l'énergie des vagues et les turbulences (Grizzle et *al.,* 1996). Ces écosystèmes sont capables d'atténuer de 40% l'action des vagues qui frappe les zones côtières, réduisant ainsi les dommages sur les littoraux (Fonseca et Cahalan, 1992). Via des mécanismes directs et indirects, les feuilles des herbiers marins

améliorent la qualité de l'eau dans la colonne d'eau (Fig.03). En constante interaction avec le mouvement de l'eau, les feuilles piègent les particules en suspension y compris les polluants et les contaminants, accélèrent le processus de sédimentation et empêchent ensuite la resuspension de ces particules (Gracia et Duarte,2001), ce mécanisme assure dans ce cas à la stabilité du fond sédimentaire.

D'ailleurs, grâce à sa capacité de bioaccumulateur, les herbiers marins sont utilisés comme un indicateur de la qualité de l'eau (Marbà et *al.,* 2013) et assurent une réduction de 50% de l'incidence lié à des bactéries pathogènes marines (Lamb et *al.,* 2017).

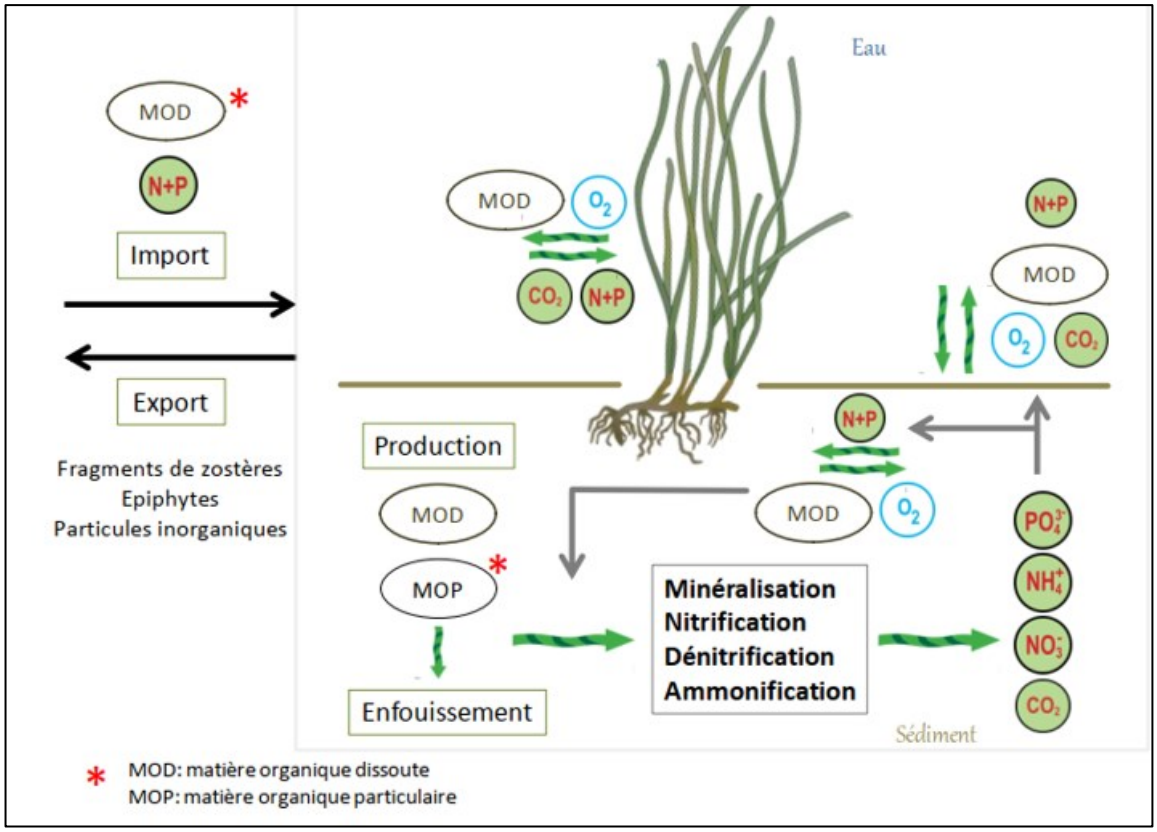


Figure 3 : Interaction entre les herbiers marins, la colonne d'eau et les sédiments (Marbà et Duarte, 2001)

En termes d'atténuation de changements climatiques, les herbiers marins ont la capacité de séquestration de carbone atmosphérique de 35 fois plus élevés que les forêts tropicaux (Mcleod et *al.,* 2011). Même si les herbiers marins ne couvrent que 0.1-0.2% de la surface océanique, ils sont responsables de 10-18% de l'accumulation totale de carbone océanique (Duarte et *al.,* 2005). Mais en général les services écosystémiques des herbiers marins agissent sur (i) leur importance écologique en tant que source de nourriture pour les

communautés animales liées et (ii) leur importance économique en tant que zone de pêche et d'aquaculture pour les pêcheurs du littoral.

1.4. Méthodes de collecte de données

Cette étude est une recherche exploratoire visant à collecter des informations sur les herbiers de la baie de Ranobe. La principale méthode utilisée dans la collecte de données est la méthode qualitative. À la différence de méthode quantitative, la recherche qualitative se concentre beaucoup sur des données textuelles.

1.4.1. Principe général de la recherche qualitative

La méthode de collecte de donnée qualitative est une méthode qui est en liaison directe avec la recherche basée sur la communauté. Dans la recherche qualitative, les données consistent typiquement par des mots ou des phrases qui procurent une description des expériences des participants et à travers ce processus il y a une collaboration entre les chercheurs et les participants (Leonard et David, 2016). La recherche qualitative se focalise sur des contextes spécifiques (Kloos et *al.,*2012 ; Moritsugu et *al.,* 2013) dont l'objectif principal est la découverte d'un phénomène, permettant de développer ensuite des théories puis d'identifier les hypothèses pour une recherche ultérieure. La méthode qualitative met en valeur l'unicité de la population d'étude et les paramètres étudiés mais n'est pas limité par la nécessité d'une stratégie d'échantillonnage bien élaborée et d'une population d'intérêt bien déterminée, l'objectif est focalisé sur l'obtention d'une information enrichissante contrairement à une généralisation ou globalisation de l'information (Kuzel, 1999) dont la démarche stratégique est la même comme dans une recherche quantitative (Fig. 04).

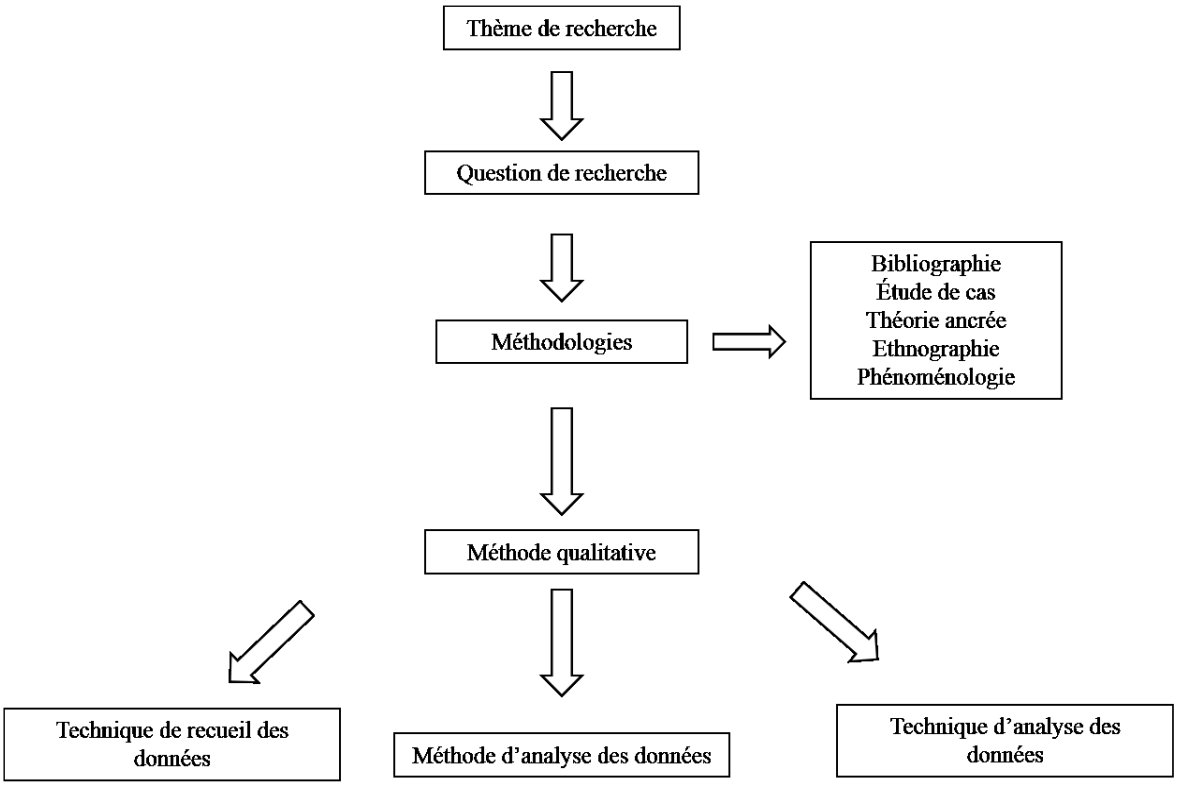


Figure 4 : Démarche générale de la recherche qualitative

1.4.2. Technique d'échantillonnage.

L'échantillonnage aléatoire simple est utilisé avec comme base de sondage l'échantillon de la population de la zone d'étude. L'unité d'analyse est constituée par les communautés des pêcheurs, des aquaculteurs, des responsables d'ONG et d'autres utilisateurs des herbiers marins de la baie de Ranobe.

Les techniques basées sur l'approche sociologique et communautaire ont été utilisés pour regrouper les données nécessaires.

1.5. Données primaires

Les données primaires sont les types de données issus directement de la collecte de données sur terrain. Elles sont obtenues en utilisant l'enquête par questionnaire, les entretiens ciblés, le focus groups et les observations personnelles.

1.5.1. Enquête par questionnaire

Une enquête par questionnaire consiste à une recherche méthodique d'information reposant sur des questions, et qu'une fois analysée permettra de mieux connaître une situation pour mettre en place une action.

Le questionnaire utilisé durant cette étude est hétéroadministré (remplis par l'enquêteur) avec contact de type « personne à personne » et est groupé sur deux grandes catégories de questions dont : les questions d'identifications (sexe, âge, ethnie, localisation) et les questions cibles (connaissance des herbiers marins, activités sur les herbiers marins, menaces sur les herbiers marins et forme de gestion en place). L'élaboration du questionnaire est conçue suivant un processus bien élaboré, toutes les questions ont été soigneusement étudiées et révisées plusieurs fois afin d'assurer la pertinence, la simplicité et l'efficacité d'utilisation sur terrain. Les questions posées peuvent être des questions ouvertes, où les répondants s'expriment avec liberté ou bien des questions fermées, ayant deux ou plusieurs alternatives de réponses. Toutes les questions ont été rédigées manuellement puis finalisées à l'aide du logiciel Sphinx, conçu spécialement pour les analyses des données qualitatives. Après révision des questions, au total 33 types de questions sont retenues au questionnaire final (cf. Annexe 03).

1.5.2. Entretiens ciblés

Un entretien ciblé consiste à accéder directement à une partie de la population d'intérêt. L'entretien offre l'avantage de faciliter l'échange entre l'enquêté et l'enquêteur (Huntington, 2000). Les données obtenues pendant l'entretien sont typiquement des données semi-structurées. Dans ce type d'enquête, les questions sont posées de façon non hiérarchique. Pour cela, la stratégie utilisée est de poser un simple grand tour de question sur l'objet de recherche, (ici les herbiers marins) et est suivie par d'autres questions plus approfondies. L'entretien semi-structuré tire profit sur des connaissances empiriques des répondants, et relate sur les changements majeurs et les phénomènes exceptionnels (Johannes et Hviding, 2000 ; Berkes et *al.*, 2007). Dans cette étude, la principale cible des entretiens sont les hauts responsables locaux (Présidents fokontany et associations, les techniciens aquacoles). La durée de l'entretien peut être d'une longue durée car un climat de confiance est rapidement instauré pendant la discussion.

1.5.3. Focus groups

Le focus groups est une méthode basée sur la collecte des avis de plusieurs participants sur une situation contextuelle, ou sur un phénomène lié à l'objet de l'étude. L'élément primordial de focus groups est la transformation des discussions des participants sous une forme de compilation de données (Morgan, 1997). C'est une méthode à la fois effective et culturellement approprié sur une minorité de population (Balcazar et *al.,* 2009).

Le focus groups mené durant cette étude a pour objectifs de déterminer la zone de pêche fréquentée par les pêcheurs, la zone d'aquaculture. La discussion avec les participants permet de savoir, sur ces zones concernées, si leur activité se déroule ou non sur la zone des herbiers. De plus, à travers le focus group, il peut y avoir une idée du contexte passé et actuel des herbiers marins de la zone d'enquête et de son évolution par rapport au temps, les menaces qui pèsent et d'autres problèmes liés. Pour réaliser le focus groups, un groupe d'individu de 5 à 10 personnes ont été consultés ; ces individus sont regroupés systématiquement en utilisant la méthode « effet boule de neige » (Patton, 1990). D'abord, une discussion avec un ou deux individus est entamée puis faisant appel par la suite par d'autres individus. La durée de la discussion est fonction de la curiosité des participants sur le sujet étudié mais n'excédant pas plus d'une heure. Dans le cas d'un focus groups, la production d'une carte non conventionnelle ou cartographie participative est nécessaire pour élaborer un croquis.

1.5.4. Observations personnelles et analyses des impacts

L'observation participative est une technique très utilisée dans les études qualitatives et est basée sur une analyse de la réalité. Elle permet de décrire des comportements, des lieux, des situations et des pratiques auxquels le chercheur assiste en tant qu'observateur (Tedlock, 2000).

Plusieurs techniques existent et applicable lors de l'observation personnelle : (i) observer sans n'être vu ni dévoiler la démarche de la recherche (observation incognito) ; (ii) observer en ayant informé les personnes observées de la démarche de la recherche (observation à découvert) ; (iii) observer et engager une personne qui proposent les questions aux sujets d'études pendant que le chercheur enregistre les réponses (observation armée). Sur terrain, l'observation incognito et l'observation à découvert sont appliquées simultanément, tandis que l'observation armée quant à elle s'est concrétisée avec la participation des responsables locaux, du président de la ferme ou des techniciens aquacoles. Avec ces techniciens, il est possible de circuler librement dans la zone d'aquaculture et poser des questions aux fermiers ou aux ouvriers sans soucis d'éveiller des soupçons. L'observation s'est faite pendant la période de maintenance de la ferme aquacole, durant la période de basse mer soit au moment de l'arrivée des pêcheurs.

1.6. Données secondaires

Les données secondaires sont les données relatives au sujet d'étude mais ne sont pas obtenues directement par les approches méthodologiques cité ci-dessus. Ces données proviennent de la consultation des responsables des ONG dont les activités sont liées directement ou indirectement avec la zone des herbiers ou par la recherche de littérature sur les herbiers marins.

1.7. Traitement des données brutes

Le traitement des données brutes est le processus depuis lequel les données sont collectées jusqu'à leurs analyses. Il consiste à l'enregistrement des données brutes, la transcription et le nettoyage de ces données avant analyses.

1.7.1. Enregistrement des données brutes

Les données brutes sont enregistrées simultanément sur le questionnaire et sous forme de fichier audio à l'aide d'un enregistreur numérique. Sur certains cas, l'enregistrement audio est favorisé car il est moins intrusif par rapport à la prise de note, sans encombrer le flux de conversation ainsi de capturer toutes les discussions avec les répondants.

Par défaut d'un enregistreur numérique professionnel, l'application enregistreur vocal d'un smartphone (TECNO WX3P version 7.0) a été utilisée durant cette étude.

1.7.2. Transcription des données

La transcription des données brutes est la traduction en entière des données audios enregistrées et les données issues du questionnaire. Sur un fichier Excel, la transformation de ces données suit un modèle ayant la forme d'un tableau de contingence ; sur les colonnes figurent la liste des variables et sur les lignes la liste des individus enquêtés. Toutes les modalités de réponses sont ensuite écrites sur chacune de ces variables. Ces données sont ensuite transférées sur le logiciel Sphinx Plus² (version 5.0.0.82) pour une analyse qualitative et sur R pour une analyse multivariée.

1.7.3. Nettoyage et codage des données

Le nettoyage des données consiste à réexaminer les données transcrites. Certaines modalités de réponses peuvent ne pas être en accord avec les variables et ont pour cela besoin d'une rectification. Le codage de donnée consiste à créer un système de code permettant de simplifier les modalités de réponses sans jamais changer l'idée de base de celles-ci (cf.

Annexe 04). Le système de codage présente un avantage de simplifier les modalités de réponses et facilite le contrôle des réponses lors de l'entrée des données sur le logiciel Sphinx.

1.8. Traitement statistique des données

Deux types d'analyses statistiques sont effectuées : une analyse de l'indépendance et une analyse factorielle.

1.8.1. Analyse de l'indépendance

Sur les variables identifiées et afin de savoir la relation entre deux variables choisis, une analyse d'indépendance a été effectuée. Ici, l'objectif est de savoir s'il y a une relation entre les modalités de réponses des individus. Pour cela, le test non paramétrique de Khi-deux (test d'indépendance des variables) est utilisé avec un degré de significativité de 5%. Le test d'indépendance de Khi-deux a pour objectif d'accepter ou rejeter l'hypothèse d'indépendance entre deux variables quelconques. Il est employé lorsque l'échantillon est catégorisé en deux dimensions de *r* lignes et *c* colonnes formant un tableau de contingence suivant la formule :

$$\chi^2 = \Sigma \frac{(O-E)^2}{E}$$

Avec

- $ddl = (r-1)(c-1)$
- O: effectif observé et E: effectif théorique

Pour mesurer l'attraction entre les modalités de réponses, le résidu *R* de Pearson est calculé. Si *R* est positif, il y a une attraction entre les modalités (similarité de la réponse) ; et si *R* est négatif il y a une répulsion entre les modalités, d'où la formule suivante :

$$R = \frac{(O-E)}{\sqrt{E}}$$

Ensuite la contribution relative au χ^2 est calculée afin de déterminer la contribution de chaque modalité aux résultats de Khi-deux.

$$Contrib = \frac{100 * R^2}{\chi^2}$$

Ceci permet au final de tirer des conclusions sur la relation entre les variables analysées.

1.8.2. Analyse factorielle

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) est une extension de l'analyse factorielle des correspondances pour résumer et visualiser un tableau de données contenant plus de deux variables catégorielles. On peut aussi la considérer comme une généralisation de l'analyse en composantes principales lorsque les variables à analyser sont catégorielles plutôt que quantitatives (Abdi et Williams, 2010). L'ACM est généralement utilisée pour analyser des données d'enquête ou de sondage dans laquelle les objectifs sont d'identifier :

- Un groupe de personnes ayant un profil similaire dans leurs réponses aux questions.
- Les associations entre les catégories des variables.

Pour cela, les packages « FactoMiner » et « Factoextra » du logiciel R sont utilisés (R version 4.0.4, 2021). « FactoMiner » sert à analyser les données et « Factoextra » permet une visualisation et interprétation graphique des données.

2. RESULTATS

2.1. Répartition des enquêtes

Les personnes enquêtées sont légalement majeures entre 18 à 63 ans et qui pratiquent des activités de pêches ou d'aquaculture ou même un simple résident du village (Tab. 02). Au final 163 individus sont enquêtés individuellement et 32 foyers d'algoculteurs et 15 foyers d'holothuriculteurs sont visités et menés une discussion (Tab. 03).

Tableau 2 : Répartition d'âge des personnes enquêtées.

Age	Pourcentage (%)	Moyenne	Min.	Max.
Moins de 24	10,2	38	18	63
De 24 à 31	17,7			
De 32 à 39	25,2			
De 40 à 47	25,2			
De 48 à 55	15,6			
56 et plus	6,1			
Total	100			

Tableau 3 : Catégories d'enquêtes.

Catégories d'enquêtes	Pourcentage (%)
Individuel	65.5
Foyer	34.5
Total	100

2.2. Fréquentation de la zone des herbiers

Pour la population des pêcheurs, la zone de pêche n'est pas fixée ou délimitée. Les activités de pêches et la répartition des pêcheurs sont déterminées par certains paramètres comme le vent, la saison, la marée (conditions météorologiques) et l'abondance des espèces à capturer (sporadiques ou saisonniers). En fonction de ces paramètres, la technique de pêche, les matériels utilisés, la durée de pêche et la fréquentation de la zone des herbiers varient largement.

D'ailleurs, durant les enquêtes sur terrain, la majorité des pêcheurs questionnés fréquentent souvent la zone des herbiers en tant que zone de pêche favorable. En effet, toutes catégories de pêche sont possibles d'être menées sur les herbiers marins. Pendant la marée

basse, les pratiquants des pêches à pieds et les pêches aux moustiquaires sont observés sur les herbiers marins littoraux et les pêcheurs aux filets maillants sont observés sur les herbiers récifaux. Par contre, pendant la période de haute mer, les pêcheurs à la ligne, les pêcheurs en apnée, les pêcheurs aux fusils et harpons et les pêcheurs aux filets maillants fréquentent tous la zone des herbiers. Sur les individus enquêtés, au total 105 pêcheurs fréquentent les herbiers marins pendant la marée basse et 42 pêcheurs y fréquentent pendant la marée haute tandis que 16 pêcheurs pratiquent leur activité sur toute la journée. Ces pêcheurs peuvent rester le temps voulu sur la zone des herbiers avant de rejoindre leur zone de pêche favori, sur les récifs coralliens ou au-delà, ou avant de rejoindre le rivage. En outre, les fermiers aquacoles fréquentent la zone des herbiers pour réaliser la maintenance de la ferme comme le nettoyage des enclos et les lignes d'algues ou pendant la saison de récolte. Ces activités sont entreprises uniquement pendant la grande marée basse (*tehaky*) qui dure 4 à 8 jours.

2.3. Utilisations traditionnelles des herbiers marins

L'utilisation traditionnelle des herbiers n'est pas beaucoup mentionnée chez la population d'étude de Ranobe. Lors des enquêtes menées sur des personnes ciblées, un ancien du village a mentionné l'utilisation des herbiers marins secs ou laissé de basse mer en guise de matelas. Certaines femmes collectrices qui ne possèdent pas de glacière utilisent les herbiers frais pour conserver la fraîcheur des produits marins collectés contre l'ensoleillement, parmi les 5 femmes collectrices enquêtés à Andrevo, elles ont mentionné que pendant la pénurie de glace les plantes des herbiers marins sont très utilisées. Une personne enquêtée à Ambolomailaky a aussi mentionné l'utilisation des herbiers marins frais afin de couvrir la jeune pousse de cocotier pour la garder dans une humidité constante.

2.4. Utilisations des herbiers marins pour la pêche

La pêche est l'activité principale de la majorité de la population dans la zone d'étude. A l'aide d'une pirogue monoxyle à balancier, les pêcheurs sillonnent la mer pour pratiquer leurs activités. Ils sont capables de parcourir une longue traversée à l'intérieur de la barrière récifale et peuvent pour certains prendre des risques d'affronter le front récifal. Suivant les conditions météorologiques, la durée de la pêche peut aller jusqu'à plusieurs heures de la journée, et peut aussi continuer pendant la nuit.

Suivant les matériels de pêche et les techniques appliquées, plusieurs types de pêches sont identifiés dans la zone d'étude à savoir : la pêche au filet maillant (*talirano*), la pêche à la

senne (*tarikaky, draotsy*), la pêche à la ligne (*vinta*), la pêche au harpon et fusil (*voloso, basy*) et la pêche à pieds (*haky*).

2.4.1. Pêche aux filets maillants

Le filet maillant est un engin de pêche fabriqué localement dont la maille est choisie selon la préférence des pêcheurs. C'est un matériel de pêche présentant des mailles de taille variée allant de la plus petite maille de 1 à 2 cm (*tondro raiky*) jusqu'au plus grande maille de 4 à 7 cm ou plus (*tondro malalaka*) (Fig. 05). Le filet maillant est fabriqué avec du nylon mono-filament d'une dimension de 100x1.5m, pouvant atteindre une longueur de 400m pour certains et sont terminés à l'extrémité par des flotteurs en polyuréthane et de lestes à base de plomb ou de boule de ciment. Ce type de filet est destiné à capturer des petits poissons pélagiques, des poissons saisonniers ainsi que des grosses espèces migratrices comme les tortues marines et les raies. Les filets maillants sont le type de matériels de pêches qu'utilisent la majorité des pêcheurs questionnés dans les villages d'étude dans lesquels 71 pêcheurs (43.5% des enquêtés) en possèdent. Ayant la particularité d'être facilement manipulable, ce type de filet convient aux activités de pêche sur les herbiers marins.

Figure 5 : Filets maillants typique des villages de pêcheurs de Ranobe

2.4.2. Pêche aux sennes

La pêche aux sennes regroupe la senne de plage (*Tarikaky*) et la senne encerclant ou senne aux moustiquaires (*Draotsy*) (Fig. 06). Les filets aux sennes sont caractérisés par un

long filet terminé par une poche, servant à piéger les captures. La senne de plage est une technique de pêche ancestrale fréquente dans les villages *vezo* tandis que la senne encerclant ou chalut à moustiquaire est une technique nouvelle apportée par les étrangers. Ces engins de pêches sont catégorisés parmi les filets non sélectifs dont l'utilisation est souvent sur la zone moins profonde et pendant la période de basse mer.

Le filet à la senne de plage possède une grande envergure allant de plusieurs centaines de mètre, dont la maille est réduite au centre et s'élargisse aux niveaux des extrémités. Avec des lestages plus ou moins pesants, ce type de filet est tiré par plusieurs hommes à la fois, 4 à 6 suivant les circonstances. Quant au filet encerclant, il ressemble au filet de la senne de plage mais la différence existe au niveau de la taille des mailles ; fabriqué entièrement à partir des moustiquaires, la maille est alors serrée et uniforme jusqu'au niveau de la poche. Le lestage est composé par des plombs moins légers, ou par des coquilles percées *d'Anadara nataliensis*. Ce type de filet est facile à manipuler, seuls deux hommes suffisent pour le tirer.

Les sennes de plage et sennes encerclants sont des activités qui se pratiquent en général sur la zone des herbiers mais la fréquentation de la zone n'est pas la même pour ces pêcheurs à la senne. Pour les senneurs de plage, ils exécutent leurs activités suivant les conditions météorologiques (vent) et le phénomène de marée (haute ou basse). Lors des observations sur terrain, la pêche à la senne de plage est pratiquée pendant la marée basse. D'ailleurs, la communication personnelle a permis de constater que ces pêcheurs se déplacent de plus en plus vers le large, en se rapprochant de plus en plus les récifs coralliens, là où les poissons sont encore nombreux. Par contre, les pêcheurs à la senne moustiquaire sont actifs pendant la marée basse, qui dure 7 à 8 jours. Ils sont toujours en activité de jour et de nuit, sans aucune hésitation même si les vents sont trop forts. Leurs activités de pêches ne prennent fin que lorsque la marée monte et qu'il n'est plus possible de poursuivre. A la différence des pêcheurs aux sennes de plages, ils restent constamment sur les herbiers marins.

Dans les villages d'études, la senne de plage est pratiquée en totalité par 15 pêcheurs (9.2% des enquêtés) mais elle est beaucoup plus pratiquée sur les herbiers marins d'Ambolomailaky avec 11 pêcheurs qui l'utilisent (6.7% des pêcheurs enquêtés). Au contraire, la pêche au filet moustiquaire est une activité qui existe sur tous les cinq villages avec au total 18 pêcheurs (11.04% des enquêtés) qui l'utilisent mais elle est la plus optée dans le village d'Andrevo avec 10 pêcheurs (6.1% des pêcheurs enquêtés).

Figure 6 : Filets aux sennes (A : Chalut aux moustiquaires, B : Senne de plage)

2.4.3. Pêche au harpon et au fusil

La pêche au harpon (*Voloso*) et au fusil (*Basimpia*) est un autre type de pêche caractéristique des villages d'étude. Le harpon est caractérisé par une longue perche terminée par un extrémité de fer pointu. Ces extrémités peuvent être lisse (*Voloso*), lisse avec un croc (*Manambaitse*) et ramifié (*Kijamanta*) (Fig. 07). Le harpon est un matériel de pêche polyvalent, il peut être utilisé uniquement par des pêcheurs spécialistes mais aussi utilisé comme engins de pêche accessoire ou subsidiaire. Souvent, on peut trouver des pêcheurs qui utilisent simultanément des harpons et des fusils de pêche. Quant à ce dernier, c'est un dérivé de harpon, constitué par un projectile en acier inoxydable et est amorcé mécaniquement par son utilisateur. Ce type de matériel est assemblé localement par les pêcheurs tandis que les pièces de rechange sont achetées ailleurs. Tous les pêches aux fusils et aux harpons se déroulent pendant la marée haute et sont pratiquées en majorité par des hommes. Ces pêcheurs pratiquent leurs activités dans la partie profonde des récifs coralliens et des herbiers marins, à la recherche des gros poissons. Ils sont en apnée libre et touchent rarement le fond sédimentaire.

Selon les résultats de l'enquête, la pêche au harpon est la moins pratiquée sur les herbiers marins des villages d'étude avec seulement 6 pêcheurs soit 3.68% des répondants qui utilisent le harpon. De même pour la pêche au fusil harpon, elle est pratiquée seulement par 9 pêcheurs soit 5.52% des enquêtés.

Figure 7 : Types de harpons fréquents chez les pêcheurs

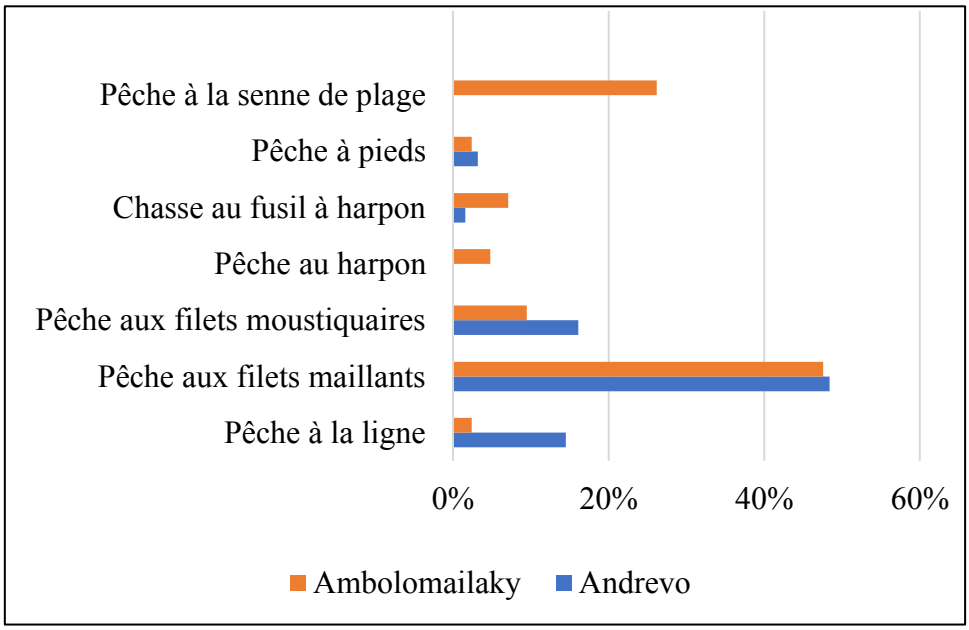
2.4.4. Pêche à pieds et pêche à la ligne

La pêche à pieds est conduite uniquement pendant la période de basse mer. Elle consiste à collecter à main nue les mollusques ou à harponner des poulpes et des poissons. La pêche à pieds est pratiquée par les femmes et les enfants qui n'ont pas la compétence requise pour la pêche en haute mer. Ce type de pêche est pratiqué sur la zone des herbiers moins profonde, pendant la période de basse mer.

Figure 8 : Femme pratiquant la pêche à pieds sur les herbiers marins

Quant à la pêche à la ligne, le matériel de pêche est constitué par des lignes de pêche ou des filets à mailles plus petits, appelée localement « *talirano kinky* », elle est pratiquée uniquement pendant la période de la pleine lune et consiste surtout à la capture des calmars. Les pêcheurs à la ligne restent à bord de leurs pirogues pendant le déroulement de toutes les activités. La pêche à la ligne attire beaucoup de pratiquants sur les herbiers marins du village d'Andrevo, avec 9 pêcheurs identifiés (soit 14.5 %) ; pourtant elle est la moins pratiquée dans le village d'Ambolomailaky avec seulement une personne pratiquant cette activité (soit 2.4%). Malgré cela, les pêcheurs à pieds sont rares, en totalité 6 individus sont identifiés pendant les enquêtes, qui représentent seulement 3.68% des pêcheurs à pieds sur la zone des herbiers des villages d'études.

En résumé, la zone des herbiers de la baie de Ranobe est une zone où toutes les formes de pêches peuvent être pratiquées (Fig. 09).



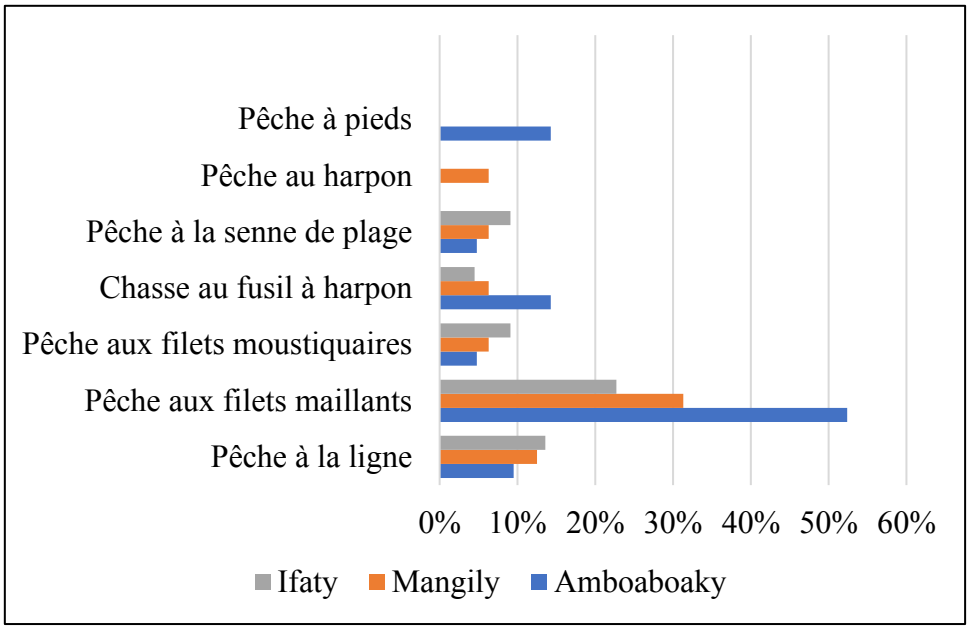


Figure 9: Caractéristiques de la pêcherie sur les herbiers marins de la baie de Ranobe

2.5. Composition des captures de pêches

Les captures de pêches sont composées de plusieurs variétés d'espèces de poissons, de céphalopodes, des mollusques et d'autres espèces. Mais en général, les poissons sont les plus dominants dans les captures. Plusieurs familles sont repérées lors des observations personnelles et les enquêtes menées aux pêcheurs mais quelques-unes restent dominantes dans les captures (Tab. 04).

Tableau 4 : Familles de poissons dominantes dans les captures de pêches

Familles	**Espèces**
Scaridae	*Chlorurus viridifucatus*
Carangidae	*Caranx sp.*
Pomacentridae	*Dascylus trimaculatus*
Balistidae	*Balistoides viridescens*
Acanthuridae	*Acanthurus sp.*
Mullidae	*Mulloidichtys vanicolensis*
Clupaeidae	*Amblygaster sirm*
Labridae	*Novaculichthys taeniourus*
Plotosidae	*Plotosus lineatus*

On remarque que *Plotosus lineatus* est une espèce de poisson trouvée habituellement dans les captures de pêche des sennes encerclant. Ayant une réputation venimeuse, cela n'empêche pas la pêche et la vente de cette espèce. D'autre part, il est habituel de trouver des holothuries sauvages dans les captures, *Holothuria scabra* y est souvent présent en tant que espèces à haute valeur commerciale. Quant à l'oursin *Tripneustes gratilla*, cette espèce est collectée de façon régulière pendant la saison chaude. Consommé localement ou exporté à Toliara, la collecte des gonades d'oursins est une activité très commode pour les pêcheurs d'Amboaboaky. Selon les informations reçues et les observations personnelles, des captures accidentelles telles *Rynchobatus djiddensis, Chelonia mydas, Eretmochelys imbricata* sont présents aussi dans les captures de pêche.

2.6. Utilisations des herbiers marins pour l'aquaculture : algoculture et holothuriculture

La zone d'étude est caractérisée par la présence d'aquaculture villageoise et industrielle de type algoculture et holothuriculture. La société Ocean farmers est le contributaire principal de l'algoculture. Selon le contrat passé avec la communauté et la société, celle-ci offre à la fois les matériels nécessaires pour la production et l'achat des algues produites. Les matériels sont composés par les équipements de base comme les cordes et flotteurs, des bouées de délimitation, des sacs de sable d'ancrage ainsi que les boutures d'algues. De même pour l'holothuriculture, la société IOT (Indian Ocean Trepang) prend en charge l'apport en matériaux de construction tels les piquets, les enclos, les pièces de rechange et de maintenance ainsi que les juvéniles d'holothuries nécessaires.

L'aquaculture prend une place importante dans les villages de pêche de Ranobe. Pour des ménages qui ne sont pas capable d'exercer des activités de pêche, l'algoculture et l'holothuriculture reste la seule activité de subsistance pour la famille, classées à la fois en tant qu'activité primaire et/ou secondaire.

L'algue *Kappaphycus alvarezii* est l'algue aquacultivé dans les villages d'études. Deux techniques d'algoculture y sont pratiquées : le type Long line (LL) et le type off-Bottom (OB). La technique OB est adaptée à des zones de faible profondeur avec ou sans herbiers, dans laquelle les fermiers peuvent travailler pieds sur terre pendant toute la marée basse. La technique LL est adaptée sur des zones plus profondes, où l'utilisation des pirogues est nécessaire pendant toutes les activités. Le type LL est une ligne d'algue de 40 m de long tandis que le type OB est de 20 m. En 2021, le nombre total d'algoculteur d'Andrevo s'élève

à 96 familles (71 fermiers de type LL et 25 fermiers de type OB) et 16 familles d'algoculteur de type LL pour Ambolomailaky si c'était 23 familles en 2020. Néanmoins, les deux méthodes de cultures sont utilisées simultanément ou séparément par les 24 fermiers enquêtés dans le village d'Andrevo (avec LL : 13 familles, OB : 6 familles et LL/OB : 5 familles) tandis que le type LL est adopté exclusivement dans le village d'Ambolomailaky avec 8 foyers d'algoculteurs (Annexe 8).

L'espèce *Holothuria scabra* est utilisée pour l'holothuriculture dans les villages concernés. Seuls les villages d'Andrevo et Ambolomailaky sont actuellement identifiés comme ayant des éleveurs. Le nombre total de fermiers s'élève à 45 familles pour Andrevo en se répartissant sur trois fermes (Ankiririky, Antangorombato et Andamilamy) et à 50 familles pour Ambolomailaky. Un enclos a une surface de 2000 m² (L :50 m et l :40 m) et une famille (un foyer) en possède un.

Pour l'algoculture, la zone de culture est située dans un environnement où la présence des herbiers marins est plus ou moins permanente selon le type de culture. Le champ de culture est espacé de 5m entre eux afin de faciliter la circulation des pirogues, tandis que les lignes d'algues sont distancées de 1m. Afin d'accéder aux champs de culture pour le type OB, les fermiers doivent traverser à pieds la zone des herbiers lors de la collecte ou les maintenances des champs. Deux personnes au maximal sont autorisées à faire la maintenance. De même pour l'holothuriculture, l'emplacement de la ferme est situé sur la zone des herbiers et pour y accéder, les fermiers doivent piétiner une partie de cette zone pendant la collecte ou les nettoyages des enclos (Fig. 10)

Figure 10 : Maintenance de la ferme d'holothurie (A) et de champ d'algue (B)

2.7. Etat actuel des herbiers marins de la baie de Ranobe

La perception sur l'état actuel des herbiers de la baie de Ranobe varie selon les avis des utilisateurs enquêtés. Afin de bien les distinguer, deux modalités de réponses ont permis constater si la zone des herbiers est dégradée ou non selon les réponses (Fig. 11).

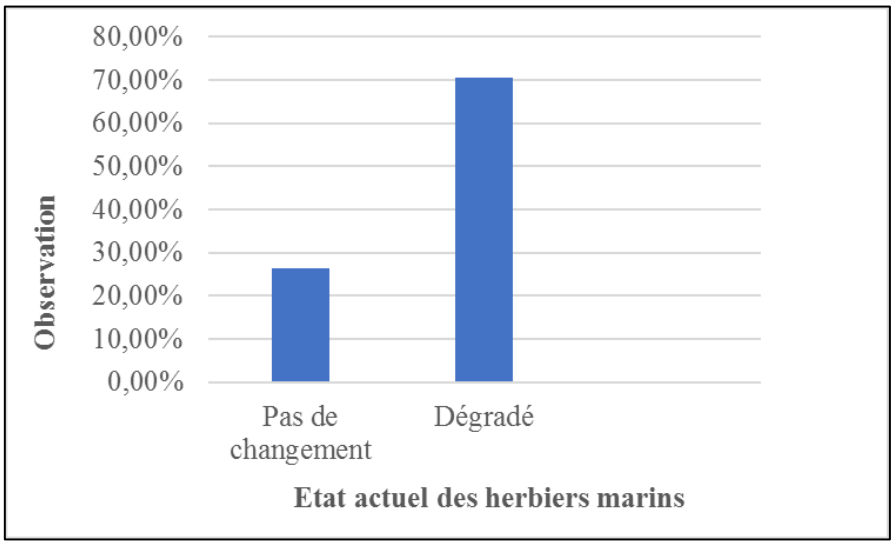


Figure 11 : Etat actuel des herbiers marins de la baie de Ranobe.

La dégradation des herbiers marins est due à certaines menaces qui y pèsent. La pression exercée et ses impacts constituent un danger pour cet écosystème, et les phénomènes contributaires sont liés à plusieurs causes. Pour le cas de la baie de Ranobe, les résultats d'enquêtes concernant l'état des herbiers marins montrent que 70% des personnes enquêtés, soient 114 répondants, trouvent que les herbiers marins sont actuellement dégradés. Pour la population enquêtée, la dégradation des herbiers marins est définie comme : (i) l'arrachage des feuilles des plantes après le passage des chaluts à moustiquaire, (ii) la modification de la morphologie des substrats lors d'un piétinement continuel, (iii) la diminution de la densité spécifique d'une zone à autre et (iv) la disparition progressive des poissons typiques des herbiers marins comme *Leptoscarus vaigiensis*[1] et *Calotomus spinidens*[2] (Fig. 12).

[1] Moloto
[2] Tsoak'ahitse ou Koloka

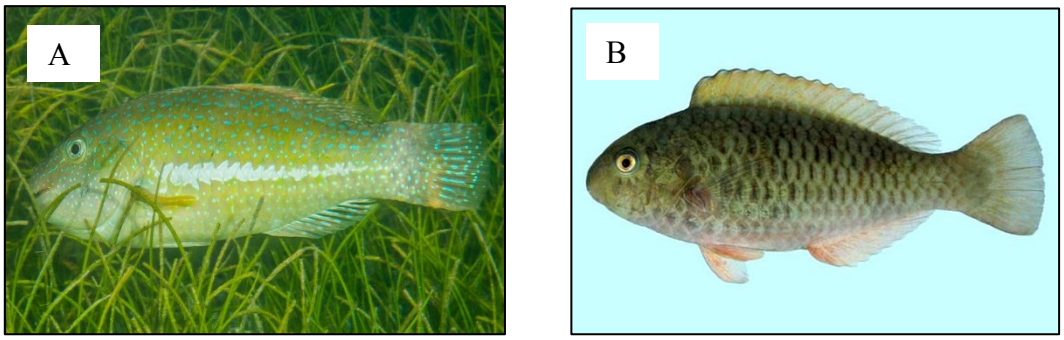


Figure 12 : Poissons typiques des herbiers marins de la baie de Ranobe (A : *Leptoscarus vaigensis* et B : *Calotomus spinidens*)

2.8. Menaces sur les herbiers marins de la baie de Ranobe

Le point de départ des menaces sur les herbiers marins de la baie de Ranobe est lié aux activités anthropiques et aux phénomènes naturels. Ils sont toutefois considérés comme des menaces directes et indirectes avec des causes variés.

2.8.1. Menaces directes

Durant les saisons d'enquêtes, il est observé que la plus grande partie des pressions directes sur les herbiers se coïncide avec les activités de pêche (Fig. 13).

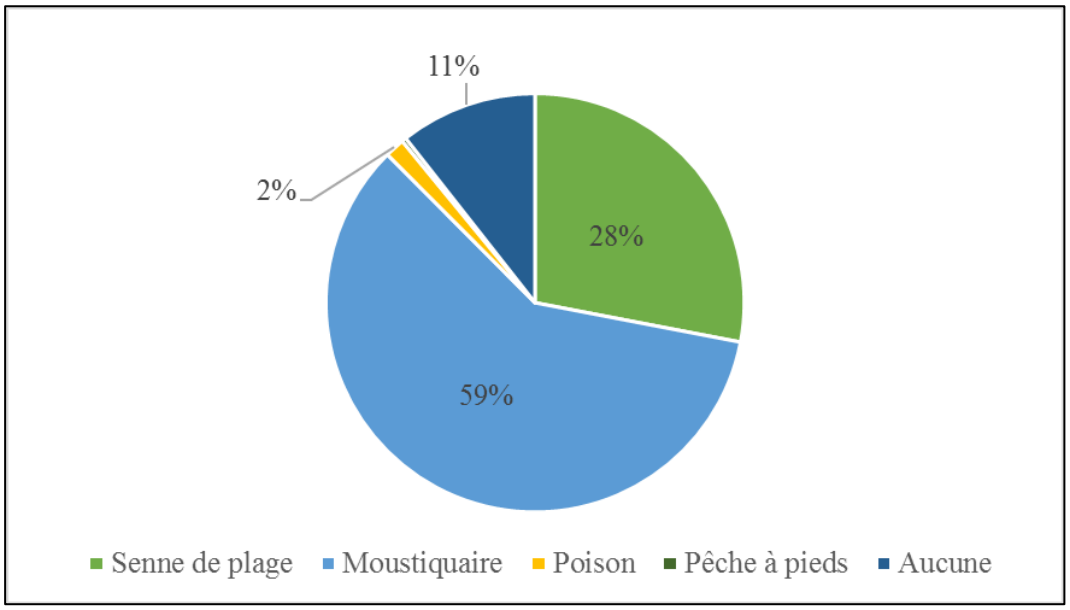


Figure 13 : Menaces directes sur les herbiers marins de la baie de Ranobe

L'analyse des enquêtes permet de tirer que la pratique de la pêche aux filets moustiquaires est le principal responsable de la dégradation des herbiers marins. Sur la totalité des pêcheurs enquêtés, 59% affirment que ce type de pratique détruise la zone des herbiers et les biocénoses qui y font refuges. Cette activité de pêche est plus pratiquée par les pêcheurs

non autochtones résidant près du village d'Andrevo et d'Ambolomailaky. La senne de plage quant à elle était toujours affiliée à une pratique destructive sur les herbiers marins dont 28% des personnes enquêtées la trouve encore aujourd'hui. D'autres formes de pêches sont aussi évoquées comme destructeur des herbiers marins même si dans tous les cas, seulement 2,2 % des individus consultés confirment que la pêche par empoisonnement au *laro* (*Euphorbia laro*) et la pêche à pieds détruisent les herbiers marins. Effectivement, le poison employé favorise une dessication progressive des feuilles et entraîne la perte en espèce tandis que le piétinement contribue à la destruction des plantes. En ce qui concerne les filets maillants, son utilisation ne contribue que faiblement aux menaces directes observées sur les herbiers marins car leurs utilisations sont pour la plupart du temps pendant la marée haute et dans des zones profondes.

Ces menaces observées sur les herbiers marins sont issues de plusieurs causes, mais d'après l'analyse des résultats d'enquêtes, ceux relatifs aux phénomènes sociaux sont les plus évoqués (Fig. 14).

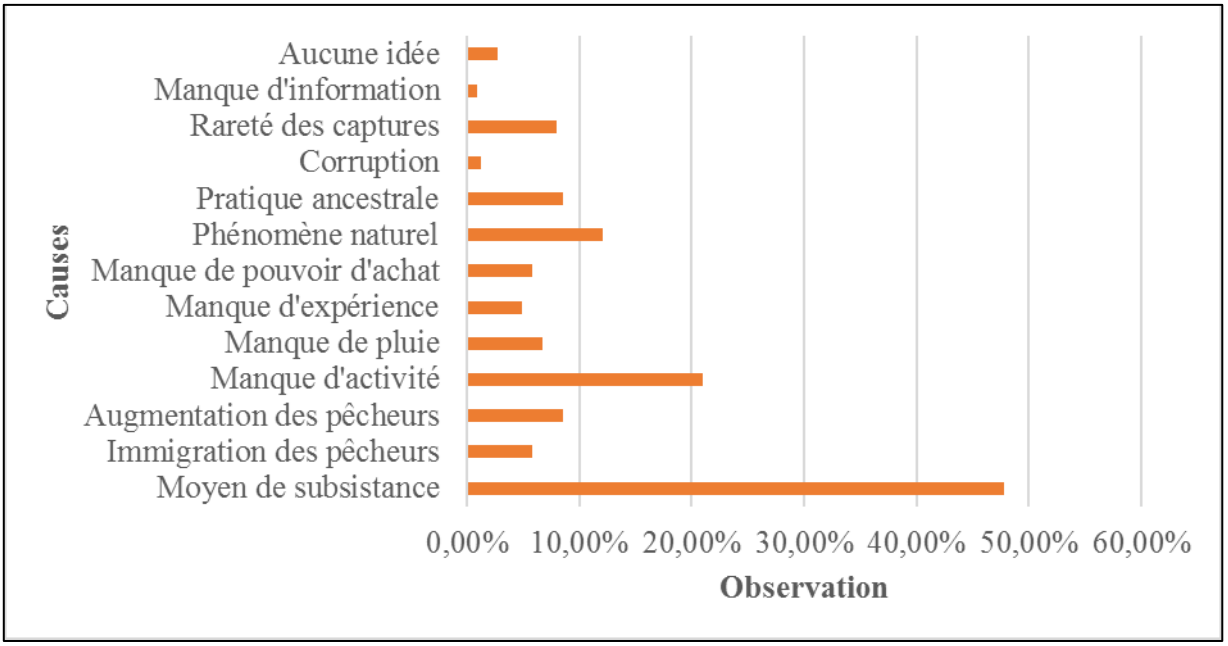


Figure 14: Causes des menaces directes sur les herbiers marins de la baie de Ranobe.

Ces phénomènes concernent à des pratiques ou problèmes observés et qui sont liés à l'utilisation des herbiers marins. Ils font parties des écosystèmes permettant de subvenir journalièrement les pêcheurs de la baie de Ranobe. En tant que milieu de travail quotidien, il y a une pression non négligeable auxquels 47,8% des individus consultés confirme que la dégradation des herbiers est liée uniquement aux moyens de subsistance. L'inexistence des activités alternatives est aussi responsable de la pression sur les herbiers marins dont 21% des

enquêtés sont en accord avec ce fait. D'autres répondants ont attribué les causes de la destruction des herbiers à des phénomènes naturels inévitables tel le bloom saisonnier de certaines espèces brouteurs de feuilles (oursins et poissons) ou l'augmentation de la température de l'eau. Ce cas est recensé lors des enquêtes effectuées pendant la saison chaude (novembre-décembre), durant laquelle cet événement est le plus remarquable. Sur la totalité des enquêtés, 12,1% attribue le contexte principal de la perte des herbiers aux phénomènes climatiques. La pratique ancestrale de la senne de plage fait aussi partie de l'une des causes de la détérioration des herbiers marins. Elle est causée notamment par l'incapacité de s'offrir des matériels de pêche moderne et à l'augmentation de nombre de pêcheurs. Pratiqué excessivement par les gens d'Ambolomailaky, elle participe à la diminution des captures de pêche, au raclage du fond sédimentaire des herbiers. Toutefois, cette pratique nocive n'est évoquée que par les 8% des pêcheurs questionnés, pour eux la détérioration des herbiers marins est uniquement causée par l'utilisation des filets à moustiquaires.

2.8.2. Menaces indirectes

Les menaces indirectes sur les herbiers marins sont relatives à des phénomènes environnementaux ou des bio-écologie de certaines espèces. Les résultats d'enquêtes ont permis de les reconnaître selon la perception des personnes enquêtées (Fig.15).

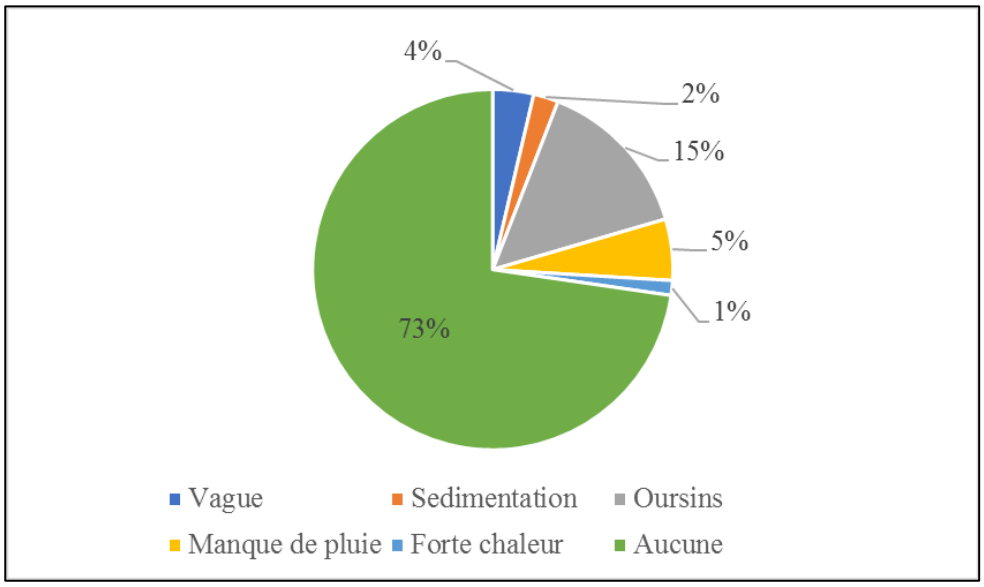


Figure 15 : Menaces indirectes sur les herbiers marins de la baie de Ranobe.

Plusieurs phénomènes sont constatés entraînant une dégradation indirecte des herbiers de la baie de Ranobe. On perçoit que l'insuffisance pluviométrique est considérée comme facteur principal à la détérioration des herbiers, sur lequel 5% des personnes enquêtées ont

une réponse positive sur ce phénomène. De même, l'augmentation de la température de l'eau est aussi considérée comme un risque de perte en espèce et sur laquelle 1% des individus questionnés est en accord. De plus, les 4% des répondants affirment que des conditions de flux et reflux de marées trop fort provoquent un arrachage des feuilles et même des plantes entières. Les écoulements sédimentaires sur la zone des herbiers fait partie aussi des dangers rencontrés au niveau de cet écosystème. L'excès de ces flux entraîne la mortalité immédiate des plantes dont 2% de la population consultée est déjà au courant de ce phénomène. La sédimentation est surtout observée auprès des embouchures fluviales. Durant les saisons d'enquêtes, les oursins brouteurs sont catégorisés par les pêcheurs comme responsable de la dégradation saisonnière des herbiers. Sur les pêcheurs consultés, 15% sont d'accord sur le dépérissement lié aux activités de broutage de ces espèces, un phénomène qui s'observe surtout pendant la saison chaude, période de prolifération des oursins.

2.9. Raisons de persistance de ces menaces

La persistance de menaces observées est liée à plusieurs contextes. Sur les catégories de réponses des individus enquêtés, celles touchant les contextes sociaux sont la raison la plus pertinente (Fig.16).

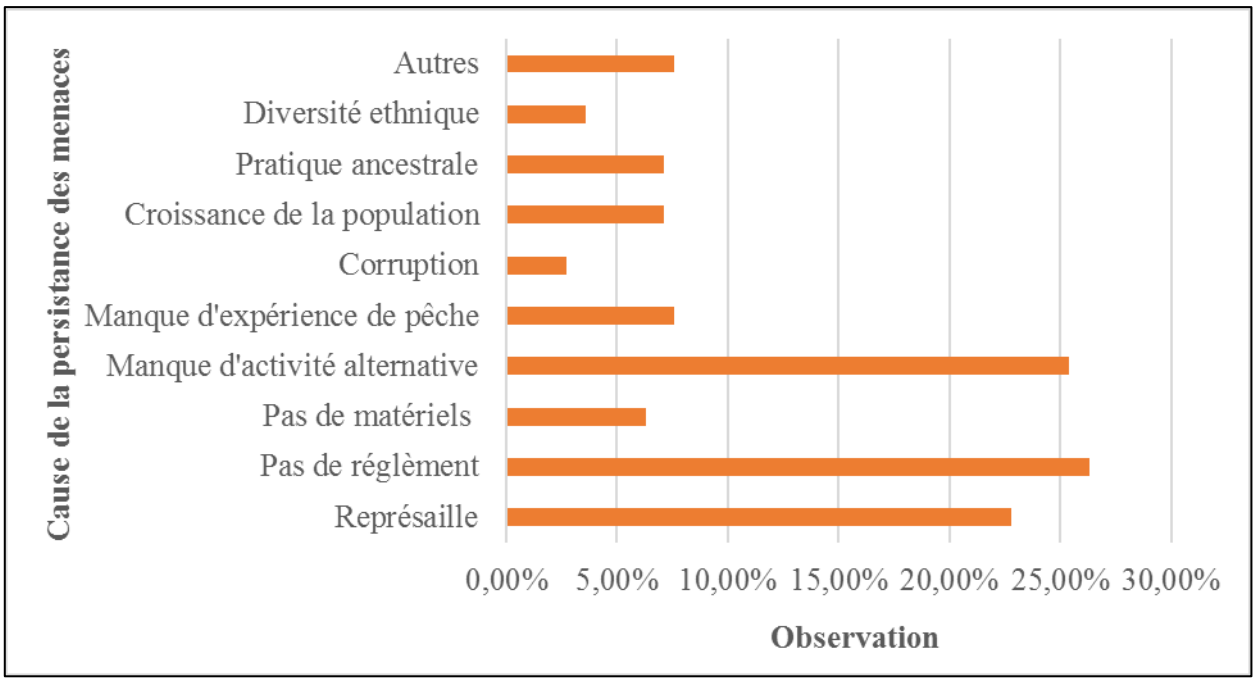


Figure 16 : Raisons de persistance des menaces sur les herbiers de la baie de Ranobe selon les opinions des enquêtées

L'absence des règlements concernant l'utilisation des matériels de pêches non conventionnels est la raison principale de la persistance des menaces sur les herbiers marins selon les 26% des réponses obtenues. Certains d'entre eux, représentés par 23% du total des enquêtés stipulent avoir peur d'une quelconque représailles qui peuvent survenir de temps à autres. Malgré tout, ces menaces physiques sont uniquement provoquées par les pêcheurs qui exodes. D'ailleurs, le manque d'activité alternative de la pêche favorise aussi la pression exercée sur les herbiers marins, 25% des individus questionnés insistent sur ce manque en général. Il est causé en effet par la persistance de la corruption pour un intérêt commun au niveau de la pratique aquacole, même s'il est faiblement exprimé dans les sondages (3%). De plus, la relation entre la pratique de l'activité de pêche et les matériels utilisés est aussi évoquée dans les enquêtes comme facteurs de persistance de la pression sur l'écosystème des herbiers marins. En effet, les matériels de pêche ne sont pas diversifiés et difficile à acquérir due au faible pouvoir d'achat des pêcheurs d'ailleurs cette situation est menaçante au point de vue de 6% des réponses obtenues. Le manque d'expérience sur certaines pratiques de pêches, constaté par 8% des personnes questionnées, contribue aussi à une pression continuelle sur cet écosystème d'herbiers. A force de ne rien savoir sur l'utilisation d'autres méthodes de pêches, c'est pourquoi il est convenable surtout pour les pêcheurs étrangers de pratiquer la pêche aux filets moustiquaires.

2.10. Gestion des herbiers marins dans la Baie de Ranobe

Dans la baie de Ranobe, les règlements en vigueur se concentrent sur les activités d'aquacultures locales et sur la protection des biens des individus dans chaque communauté. Les herbiers marins quant à eux n'ont pas une mesure de protection spécifique. D'après les enquêtes menées au niveau de la population locale et selon les analyses et observations personnelles, seuls les herbiers marins qui se trouvent sur les champs de cultures d'algues ont une forme de protection indirecte. Selon les résultats d'études, ces règlements en vigueur visent uniquement à protéger les cultures d'algues et les élevages d'holothuries et ils se présentent comme suit :

- Sur les cultures d'algues, les règlements se tournent uniquement autour de ses activités et ne concernent que les infractions qui risquent d'en faire payer une amende. Ces infractions peuvent coûter au perpétrant une amende allant de 5 000 ar jusqu'à 100 000 ar selon le type d'infraction. L'amende de 5 000 ar s'applique à quiconque qui vole des sacs de sable ou des algues tandis que jusqu'à 100 000 ar à

ceux qui osent couper les lignes d'algues ou voler les bouées de délimitation des champs.

- Sur les holothuricultures, les infractions commises peuvent coûter un peu plus cher par rapport aux infractions sur l'algoculture. Elles peuvent aller de 30 000 ar jusqu'à 500 000 ar d'après les techniciens responsables et varient selon les villages concernés. Comme exemple, le simple fait d'entrer dans la ferme au-delà de la période autorisée (maintenance ou collecte) est sanctionné de 30 000 ar pour le cas de villageois d'Andrevo et de 100 000 ar pour le cas d'Ambolomailaky. L'utilisation du filet moustiquaire dans l'enceinte de la ferme ou le vol des holothuries et sanctionnée de 100 000 ar-500 000 ar selon le compromis.

Pourtant, pour le cas du village d'Ifaty, certains règlements sur la pratique de pêche sont en vigueur et vise surtout à la protection des herbiers marins. Pour les pêcheurs autochtones, le règlement consiste à l'interdiction de la pratique de la senne de plage et l'utilisation du filet moustiquaire sur les herbiers en face du rivage. La coopération entre l'Association Vezo Miaro-une association locale qui vise à la protection des herbiers et l'ONG Reef doctors a abouti à la mise en œuvre de ce règlement et à l'implantation un système anti-senne. Ce système est formé par plusieurs rangées de piquets implantées sur une partie de la zone des herbiers et est délimitée par des bouées. Il a pour objectif de déchirer la senne de plage et les filets à moustiquaires.

2.11. Analyse d'indépendance des variables

L'analyse d'indépendance montre la relation entre les activités sur les herbiers marins, les menaces directes et les causes liées.

2.11.1. Variable « activités sur les herbiers et menaces directes »

L'analyse de l'indépendance de Khi-deux sur les variables « *activités sur les herbiers* et *menaces directes* » montre un χ^2 *calculé* $> \chi^2 \binom{0.05}{27}$ de (94.95>40.11). L'hypothèse d'indépendance entre ces deux variables est donc rejetée.

Le calcul du *R* de Pearson entre les modalités de réponses montrent une forte attraction entre les activités sur les herbiers et les menaces directes (Fig. 17).

- Les « *pêche à la senne de plage* (PSP) et *senne de plage* (SP) ; R=2.09 » et « *pêche à la senne de plage* (PSP) et *pêche par empoisonnement (PPOI)* ; R=1.53 » : parmi les enquêtés, ceux qui pratiquent la senne de plage sont

convaincu que ce type de pêche détruit les herbiers marins. Ce résultat est le plus remarquable surtout pour les répondants du village d'Ambolomailaky, avec 26.2% des réponses d'enquêtes soit 11 pêcheurs à la senne de plage. Mais un seul pêcheur d'entre eux mentionne aussi sur le fait que la pêche par empoisonnement engendre plus de dégâts sur les herbiers marins que la pêche à la senne de plage.

- Les « *holothuriculture* (HOL) et *pêche aux filets moustiquaires* (PAM) ; R=1.44 » : les holothuriculteurs sont convaincus que les pêcheurs aux filets moustiquaires sont responsables de la dégradation des herbiers autour de leurs fermes. Sur les 15 foyers d'holothuriculteurs visités, les modalités de réponses sont toutes les mêmes quand il s'agit des menaces sur les herbiers marins.
- Les « *pêche aux moustiquaires* (PAM) et *aucune menace* ; R=6.26 » : les pratiquants de la pêche aux moustiquaires ne trouvent aucune menace sur les herbiers marins. Tous les pratiquants de la pêche aux chaluts à moustiquaires, soit 18 pêcheurs ne veulent pas admettre que leurs activités de pêches sont nuisibles pour les herbiers marins.

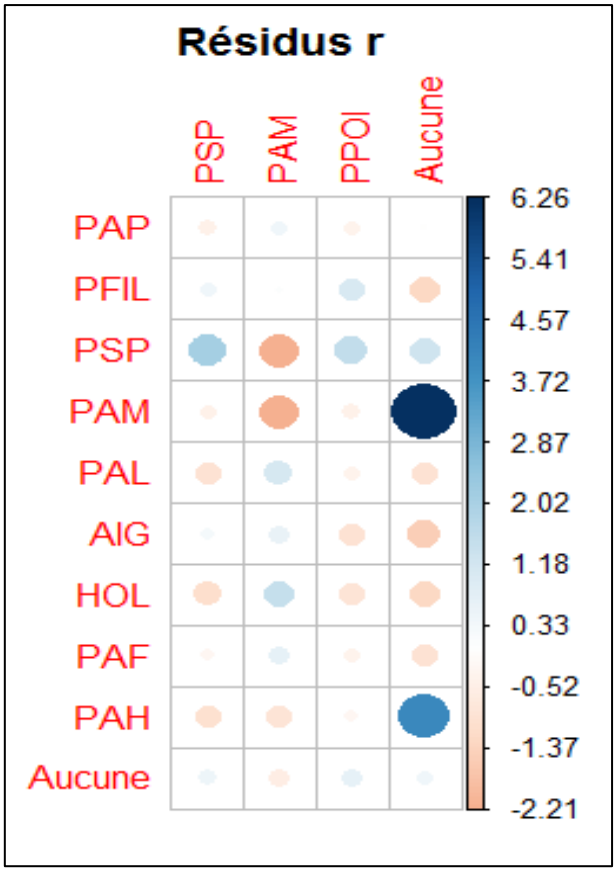


Figure 17 : Attraction entre les modalités des variables « activités sur les herbiers et menaces directes ». (PSP : Pêche à la senne de plage, PAM : Pêche aux moustiquaires, PPOI : Pêche à

l'empoisonnement, PAP : Pêche à pieds, PFIL : Pêche aux filets maillants, PAF : Pêche aux fusils à harpons, PAH : Pêche aux harpons, PAL : Pêche à la ligne, AlG : Algoculture, HOL : Holothuriculture).

Le même calcul de R renvoi une attraction négative entre « *pêche au fusil à harpon* et *pêche à la senne de plage* ; R=-0.311 », entre « *non répondant* et *pêche aux filets moustiquaires* ; R= -0.61 », entre « *pêche au harpon* et *pêche par empoisonnement* ; R= -0.26 » et entre « *pêche à pieds* et *non répondants* ; R= -0.03 ». Effectivement, la pêche au fusil et la senne de plage est une activité qui ne se déroule pas sur un même écosystème (dans le lagon et herbiers marins pour la senne de plage (T=15 pêcheurs) et sur les récifs coralliens pour la pêche au fusil (T=9 pêcheurs)). Leurs matériels de pêches sont bien différents et même leurs captures de pêches aussi. Ceux ou celles qui ne pratiquent aucune activité sur les herbiers (collectrices) n'ont aucune idée du danger des filets moustiquaires. D'après les 5 collectrices officielles questionnées, elles ne se soucient guère des méthodes utilisées par les pêcheurs mais se focalise uniquement que sur les produits à collectés. Les pêcheurs aux harpons sont des pêcheurs en apnée et ne cible que de gros poissons. Ils n'utilisent pas des poisons pour capturer leurs cibles. Les pêcheurs à pieds sont rares et ne concernent généralement que des enfants et les femmes. Ils ne fréquentent les herbiers que pendant la marée basse et voient rarement aucune différence sur l'état des herbiers.

La contribution relative de Khi-deux des deux variables activités sur les herbiers et menaces directes, montre une contribution de 4.62 % pour la pêche à la senne de plage/Senne de plage, de 5.16 % pour la pêche à la senne de plage/senne aux moustiquaires, de 2.4% pour la pêche à la senne de plage/pêche à l'empoisonnement. Néanmoins, elle est forte pour la variable pêche à la moustiquaire/aucune menace et pêche au harpon/aucune menace (41.27% et 16.94%) (Fig.18).

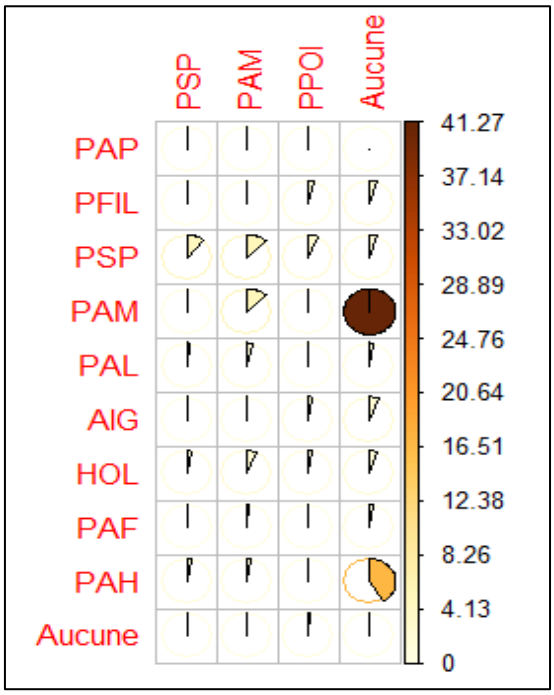


Figure 18 : Contribution relative de Khi-deux des variables « activités sur les herbiers et menaces directes ». (PSP : Pêche à la senne de plage, PAM : Pêche aux moustiquaires, PPOI : Pêche à l'empoisonnement, PAP : Pêche à pieds, PFIL : Pêche aux filets maillants, PAF : Pêche aux fusils à harpons, PAH : Pêche aux harpons, PAL : Pêche à la ligne, AlG : Algoculture, HOL : Holothuriculture).

2.11.2. Variable « menaces directes et causes »

Sur les variables menaces directes observés et les causes liées à celles-ci, les analyses d'indépendance entre ces deux variables montrent un χ^2 *calculé* > $\chi^2\binom{0.05}{9}$ de (34.77>16.92) permettant de rejeter l'hypothèse d'indépendance entre ces deux variables.

Le calcul du *R* de Pearson entre les modalités montre une attraction positive entre les menaces directes et les causes (Fig. 19) :

- Les « *senne de plage* et *pratique de pêche ancestrale* ; *R*=4.14 » : La senne de plage est une pratique que les pêcheurs ne peuvent pas abandonner même si celle-ci est une activité qui peut dégrader les herbiers. Parmi les 11 pêcheurs questionnés du village d'Ambolomailaky où cette pratique de pêche est la plus élevée, seuls deux d'entre eux nient le fait que cette technique ancestrale de pêche est une menace directe sur les herbiers.

- Les « *croissance des pêcheurs* et *senne de plage* ; *R*=1.35 » et « *senne aux moustiquaires* et *manque de pluie* ; *R*=0.86 » : le manque de pluie pour l'agriculture provoque l'immigration des agriculteurs et amplifie ainsi la pratique de la senne de plage et la senne aux moustiquaires. Même si faiblement représenté dans les réponses aux questions (*cf.* Fig. 14), ces deux modalités de réponses, croissance des pêcheurs et manque de pluie, se répètent souvent aux réponses obtenues dans le village d'Andrevo. Sur 90% des réponses soit 55 pêcheurs questionnés à Andrevo, ces modalités de réponses s'identifient avec l'arrivée des pêcheurs d'autres ethnies, notamment les *Masikoro*.
- Les « *faible pouvoir d'achat* et *senne aux moustiquaires* ; *R*=0.79 » : le faible pouvoir d'achat ne permet pas d'acheter des filets maillants ou d'autres matériels de pêche d'où les pêcheurs étrangers sont obligés d'utiliser des filets aux moustiquaires. La pratique de la pêche aux moustiquaires est bénéficiaire parmi les 14 pêcheurs consultés.
- Les « *raretés de captures* et *senne aux moustiquaires* ; *R*=0.29 » et « *moyen de subsistance* et *senne aux moustiquaires* ; *R*=0.7) » : la disparition des gros poissons amplifie l'utilisation de la senne aux moustiquaires. Sur tous les villages d'études, 9 pêcheurs autochtones (*Vezo*) ont orienté leur activité principale vers la pratique de pêche aux moustiquaires. Pour les pêcheurs étrangers, seuls la pêche à la senne aux moustiquaires est le seul moyen de nourrir la famille. Parmi les 16 pêcheurs *Masikoro* rencontrés pendant l'enquête, 8 d'entre eux n'a que la pêche aux moustiquaires comme activité primaire.

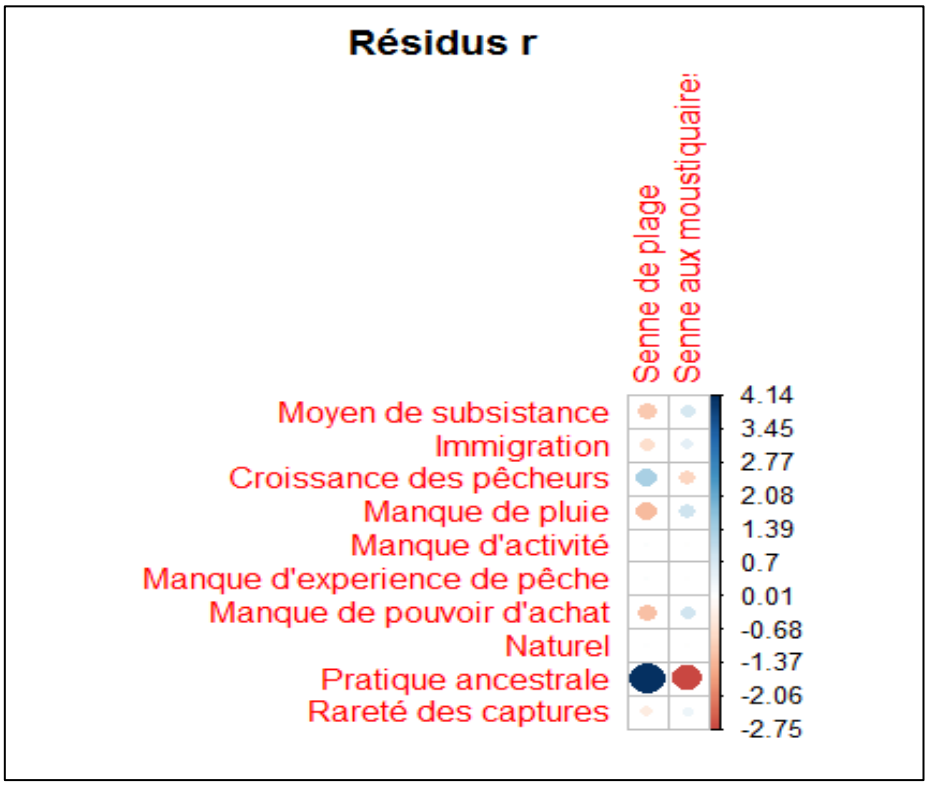


Figure 19 : Attraction entre les modalités des variables « menaces directes sur les herbiers marins et les causes liés »

D'autre part, le calcul de R montre une faible attraction entre les modalités « *senne de plage* et *rareté des captures* ; *R*= -0.44 » et « *senne aux moustiquaires* et *phénomène naturel* ; *R*= -0.01 ». D'ailleurs, les activités des pêcheurs à la senne de plage ne dépendent pas de la présence ou non des poissons, elles sont dépendantes des motivations des pêcheurs et la météo. Au contraire, la pêche à la moustiquaire ne cesse uniquement si la période de basse mer (environ 4 jours) est dépassée.

La contribution relative de Khi-deux des deux variables menaces et causes aux résultats d'enquêtes montre une forte contribution de 49.36% du Khi deux total, pour « la *pratique ancestrale* et *senne de plage* », de 21.69% pour « la *pratique ancestrale* et *senne aux moustiquaires* ». Néanmoins, elle est faible pour le « *phénomène naturel* et *senne de plage* et *senne aux moustiquaires* » (0.0007% et 0.0003%) (Fig. 20).

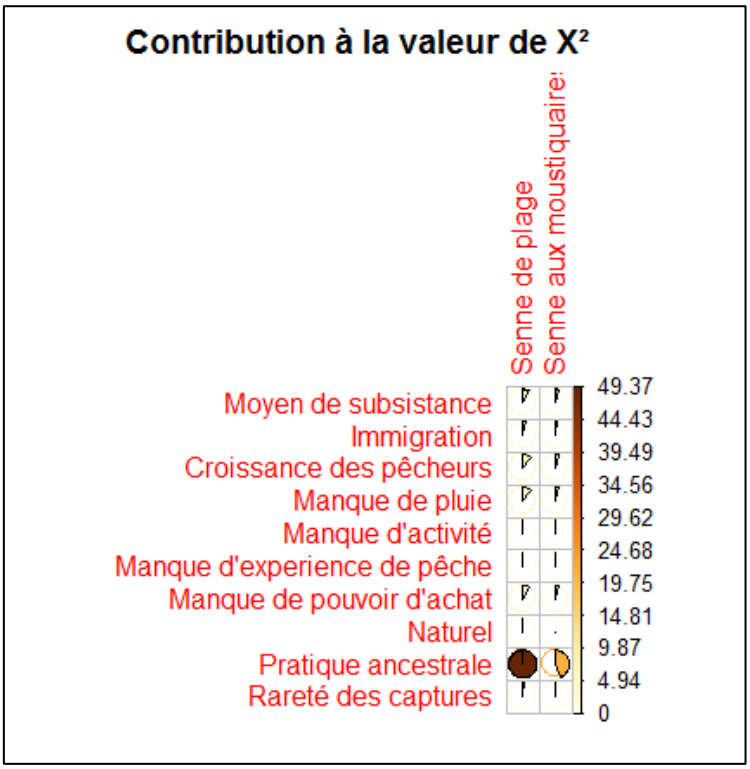


Figure 20 : Contribution relative de Khi-deux aux variables « menaces directes et causes liés »

2.12. Résultats d'analyse en composante multiple

Ici l'Analyse en Composante Multiple (ACM) a été effectué sur la matrice de donnée constitué par deux variables : la variable « localisation » et « menace directe ». Ces deux variables sont bien visibles sur le plan factoriel de l'ACM et on observe une proximité sur l'axe factoriel les villages d'Andrevo et d'Ambolomailaky. Cette proximité indique que les deux villages sont bien projetés c'est-à-dire qu'ils ont une contribution importante dans les sondages. Quant aux modalités de réponses sur la variable « menace directe », la senne de plage « SP » et le chalut à moustiquaire « MO » se retrouvent aussi dans une même proximité sur l'axe factoriel (Fig. 21-A), cela permet de dire que ces deux modalités sont fréquemment stipulées dans les réponses aux questions. Sur le cercle des corrélations (Fig. 21-B), on constate qu'elles sont les types de réponses le plus proche du cercle c'est-à-dire qu'elles sont bien représentées dans les enquêtes.

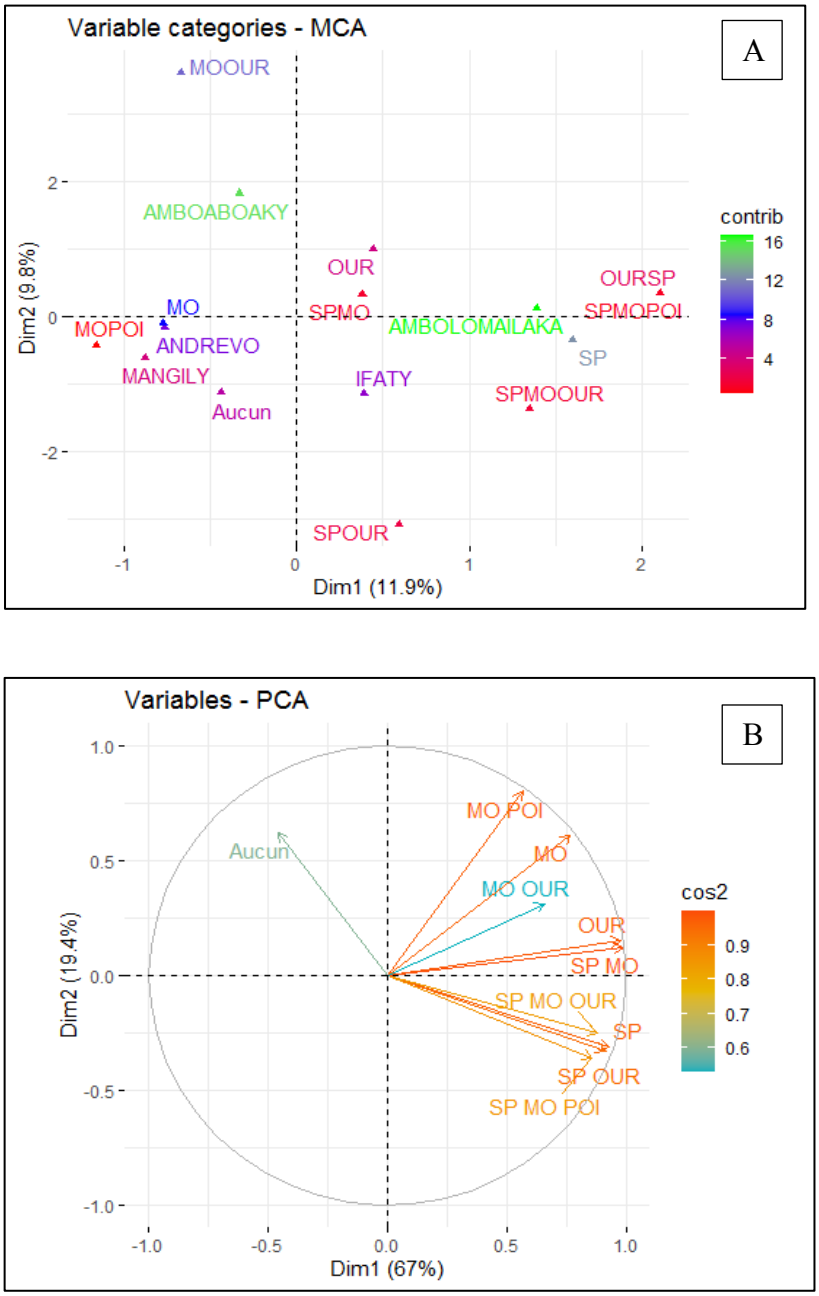


Figure 21: A) Projection des variables « localisation » et « menace directe » dans le premier plan de l'ACM (dimension 1 et 2). B) Cercle des corrélations des modalités de réponses du variable « menace directe » (MO : Chalut à moustiquaire, POI : Empoisonnement au laro, OU : Oursins brouteurs, SP : Senne de plage).

La distribution des personnes enquêtée est aussi similaire à la catégorie de réponse lors de l'ACM sur les individus (Fig. 22).

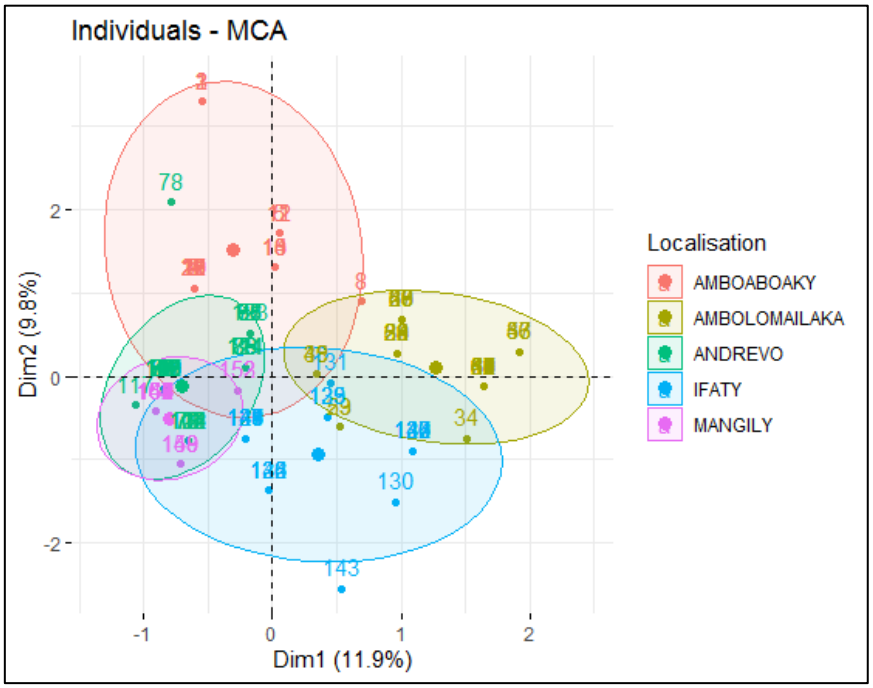


Figure 22: Projection du variable localisation des individus dans le premier plan de l'ACM.

Ici, l'individu est bien représenté sur le plan factoriel mais on observe une superposition des numérotations, celle-ci est due notamment à la ressemblance des modalités de réponses lors d'une séance de questionnement. En effet une même question posée sur plusieurs individus sur une même localisation résulte aux mêmes réponses. Par ailleurs, on peut voir l'éparpillement de quelques individus, ils sont catégorisés par des personnes dont la réponse aux questions est nulle.

3.DISCUSSION

3.1. Sur l'utilisation de la zone des herbiers de la baie de Ranobe

Sur le plan écologique, la zone des herbiers est un écosystème hautement riche en ichtyofaune. Des espèces de poissons y sont des résidents permanents, d'autres y résident seulement à une certaine phase de leur cycle de développement (juvéniles), tandis que certaines sont des occupants saisonniers. Les poissons sont attirés vers les herbiers marins en s'offrant de protection contre les prédateurs et à la recherche de la nourriture. Entre les faunes ichtyologiques des herbiers marins, beaucoup d'entre elles sont des prédateurs, se nourrissant des petits poissons, des crevettes, des amphipodes, des vers polychètes ou des petits invertébrés. La relation prédateur-proie est complexe dans cet écosystème et c'est pourquoi il est considéré comme une zone de nurserie pour la plupart des poissons. Un exemple de la particularité des herbiers marins est la présence des hippocampes (Syngnathidé) qui sont des prédateurs stratégiques résident permanent dans les herbiers.

Sur le plan économique, la pêcherie autour des herbiers marins est catégorisée en pêcherie de subsistance, commerciale et récréative. Dans le contexte où la zone des herbiers est à proximité de la communauté des pêcheurs, elle est souvent un lieu de pêche favorable pour les pêcheurs locaux (Nordlund et *al.,* 2018). L'écosystème des herbiers marins est un atout économiquement important au niveau régional et local. La forte production en pêcherie de cet écosystème le met en valeur car à lui seul les herbiers marins assurent un apport complet en protéine animale et contribue à la provision monétaire des populations liées étroitement à cet habitat. (Carmen et *al*., 2014).

Dans la Baie de Ranobe, l'utilisation de la zone des herbiers est orientée vers la pêche et l'aquaculture. Cette étude a permis de caractériser plusieurs types de pêches qui peuvent être liés directement ou indirectement sur la zone des herbiers. Pour le cas de la pêche avec des matériels non conventionnels et non sélectifs, elle est beaucoup pratiquée et cela commence dès les plus jeunes âges. La pratique de cette activité surtout par les pêcheurs non autochtones a ses raisons comme on a vu dans les résultats, et elles semblent liées à la loi administrative en vigueur. Malgré que ce sont des gens qui ne sont pas inscrits officiellement au niveau de leur communauté d'accueil, il est donc impossible pour eux de privilégier aux activités aquacoles existantes. Ce cas est surtout observé à Andrevo.

Un autre cas se présente pour les pêcheurs locaux qui pratiquent cette activité. En effet ces gens sont obligés de pratiquer cette forme de pêche afin de compenser leurs captures

lorsque celles-ci sont moins favorables. A savoir que les captures sur les herbiers marins sont composées par des petits poissons commerciaux, des crevettes pénéides (*Penaeus indicus, Metapenaeus monoceros*) et des mollusques, qui sont des produits à haute valeur marchande et c'est pourquoi pendant la période de basse mer, de plus en plus de pêcheurs incluant hommes et femmes et même des enfants sillonnent la zone des herbiers pour pratiquer le chalutage à moustiquaire.

3.2. Sur les impacts des activités sur les herbiers marins de la baie de Ranobe

L'écosystème des herbiers est habitat marin en constante déclin (Orth et *al.,* 2006). Distribué marginalement entre terre et mer, il est hautement vulnérable aux pressions anthropiques (Waycott et *al.,* 2009). Globalement, sur les zones de couverture déjà documentées, 18% de la perte en herbiers marins, soit environ 33 000 km², est issue directement ou indirectement des activités anthropiques (Green et Short, 2003).

La dégradation des herbiers favorise la perte de la biodiversité marine, y compris les faunes et flores. Si par exemple environ 30% des hippocampes utilisent la zone des herbiers comme leur unique habitat (Hughes et *al.,* 2009), permettant de les classer comme une espèce indicatrice de l'état des herbiers et les faunes associées (Shokri et *al.,* 2008) ; la perte des phanérogames est relative à la perte de ces syngnathes.

Dans la Baie de Ranobe, les pêcheurs sont déjà au courant de la dégradation progressive des herbiers marins, et ont actuellement ressenti les effets de cette détérioration. Cela affecte notamment sur l'abondance, la quantité des captures de pêche, mais aussi mesuré sur l'effort de pêche déployé lors d'une sortie de pêche. Afin de survivre quotidiennement, les pêcheurs sont obligés d'aller plus loin que d'habitude.

3.2.1. Activités de pêches

Les herbiers marins contribuent au 20% du secteur de pêche mondial (Unsworth et *al.,* 2019). Ils sont d'une importance fondamentale pour la collecte des vertébrés ou invertébrés néanmoins les activités de pêches restent l'un des plus grandes menaces pour cet écosystème. A savoir que les herbiers marins n'ont pas de tissus de support comme la plupart des plantes terrestres ce qui les rendent vulnérables à certains impacts mécaniques (Cronquist, 1981). Les techniques de pêche appliquées sur cet écosystème peuvent alors avoir un impact négatif sur les benthos et les plantes.

Sur les différents types de pêche énoncées précédemment dans les résultats, l'utilisation des techniques à la senne est évoquée comme ayant le plus d'impact sur les herbiers marins. Catégorisé en senne à moustiquaires et senne de plage, ce ne sont pas simplement une technique de pêche dont la manipulation est plus ou moins facile, mais pose aussi une menace majeure pour les herbiers (Erftemeijer et Robin Lewis III, 2006 ; Grech et *al*., 2012). Le chalutage de fond est parmi tous les engins de pêche utilisés celui dont l'impact sur l'habitat benthique est le plus important (Delporte, 2016). De plus il peut entraîner des changements dans la structure des habitats et des communautés qui leurs sont associés, et par conséquent modifier une partie de l'écosystème ou son ensemble. D'ailleurs, la sélectivité intraspécifique est pratiquement nulle dans un chalutage, car le filet est conçu pour retenir la totalité des captures (Le Corre, 2013).

Dans le sud-ouest de Madagascar, les chaluts à moustiquaires sont souvent utilisés dans les zones où il y a une forte concentration en herbiers marins et en sédiments sablo-vaseux (Jaonalison et *al.,* 2017). La pêche aux moustiquaires, en tant qu'activités faciles à entreprendre, libres et rentables, est un moyen pour des allochtones de gagner facilement d'argent pour économiser et d'investir à l'achat d'autres biens matériels. C'est pourquoi il est fréquent de voir des gens qui s'investissent dans cette activité dès leurs plus jeunes âges.

Dans la baie de Ranobe, on observe que les impacts de l'utilisation des filets à moustiquaires sont de plus en plus tangibles au niveau des villages d'études. Lors des observations sur les activités de pêche à moustiquaire (cas d'Andrevo), après chaque passage de ces pêcheurs, des traces de chalutages sont laissées sur les herbiers, on constate alors que les feuilles sont arrachées et les plantes sont piétinées. En effet et économiquement parlant, cette activité de pêche engendre une perte de rentabilité au niveau des moyens de subsistances des pêcheurs locaux. De plus la rupture du cycle biologique des espèces entraîne la disparition des gros poissons commerciaux perçu comme l'effet immédiat de cette pratique.

Pendant la période de sècheresse, le manque de pluie peut altérer les activités d'agricultures, les agriculteurs sont alors obligés d'inventer d'autres activités alternatives afin de continuer la subsistance de leur famille. Cependant cette pratique de pêche gagne de terrain au niveau des pêcheurs traditionnalistes et ils sont tentés de faire la même pourvue que celle-ci leur rapporte suffisamment et rapidement des recettes journalières. De même pour la pratique de la senne de plage, si autrefois elle était utilisée uniquement pour la capture des petites crevettes saisonnières, actuellement les utilisateurs s'accroissent et on peut les

identifier partout. A la différence des chaluts à moustiquaires, la senne de plage est utilisée dans des zones plus profondes avec ou sans herbiers marins mais leur augmentation est due au fait que la possession de ce type de filet est une source d'investissement pour le propriétaire, soit par la part de bénéfice ou par la location de matériel de pêche.

Concernant la pêche à pieds, elle est une activité accessible par tout le monde à cause de sa facilité d'exécution et sa proximité à la côte, elle est généralement effectuée sur la zone des herbiers (Unsworth et *al.,* 2019). Dans la plupart de la région Indopacifique, cette forme de pêche est vitale pour maintenir l'apport journalier en protéine. Dans le sud-ouest de Madagascar, cette forme de pêche est pratiquée depuis des générations de pêcheurs, néanmoins, pendant les observations sur terrain, les pêcheurs à pieds de la baie de Ranobe sont rares. Vue que la perte des herbiers accélère un déclin rapide du stock de poisson (Tuya et *al.,* 2014), ce qui entraîne une conséquence catastrophique au niveau de vie des populations littorales. La rareté des pêcheurs à pieds pourrait avoir un lien tangible sur la destruction des herbiers.

3.2.2. Activités de broutages

Sur la zone des herbiers, on rencontre beaucoup d'organismes herbivores. L'activité de broutage est un phénomène mondialement connu au niveau de cet écosystème. La plupart des herbivores broutes les algues épiphytiques ou nourrissent directement les feuilles. Au caraïbes, les perroquets de genre *Scarus* et *Sparisoma* sont considérées comme des brouteurs excessifs ne laissant parfois que des zones des herbiers complétements dénudés (Randall, 1965). En Floride, il est estimé que 80% de la production de *Thalassia* est ravagée par les Siganidés. En Australie et sur une étude liée à ce phénomène, 45 hectares d'herbiers ont été dévastés seulement en 2 ans par les oursins (Bargain, 2012). La tortue verte *Chelonia mydas*, le *Dugong dugon* et *Tripneustes gratilla* quant à eux sont des grands herbivores et des brouteurs inséparables aux herbiers marins. Pour le cas des oursins, ils peuvent être extrêmement abondants dans les herbiers là où ils mangent des algues épiphytes, des détritus et des feuilles fraîches. En tant qu'animal mobile, leurs impacts sur les herbiers varient en fonction de leur densité. Selon la saison, la densité des oursins varie de 0.9 à 4.2 ind/m² et est responsable des impacts qui varie entre 5 à 100% sur la production totale des herbiers (Klumpp et *al.,* 1993). Dans ce cas, à forte densité ils peuvent dénuder complètement une surface entière des herbiers, ne laissant que de sable (Hemminga et Duarte., 2000).

Même si les herbiers ont la capacité de répulsion des oursins, son impact écologique est relativement faible (Vergès et *al.,* 2007 ; Sieg et Kubanek., 2013). L'interaction entre les herbiers marins et les oursins engendrent une oscillation de l'ensemble de la population à une certaine période de l'année (Heck et Valentine., 1995). La sélectivité sur la nourriture est à l'origine de cette oscillation, les oursins ne mangent que les jeunes feuilles fraîches afin d'éviter les composants aversifs et broutent excessivement dans ce cas sur certaines parties de la zone des herbiers là où ces feuilles sont en abondance. Ce phénomène peut causer un changement de biotope et une modification de la réoccupation des plantes et pourrait dans ce cas former une nouvelle recomposition différente de l'état initial (Eklöf et *al.,* 2008 ; Langdon et *al.,* 2011).

Dans toutes les études effectuées antérieurement, les Diadematidae sont toujours présents sur les herbiers de la région du WIO, avec une prédominance du genre Tripneustes (Gullström et *al.,* 2002). Dans la baie de Ranobe, l'oursin *Tripneustes gratilla* et *Echinometra mathaei* est reconnu localement comme le brouteur qui cause le plus de dégâts sur les herbiers marins. Elles sont abondantes pendant la saison chaude (novembre-janvier), période à laquelle la croissance est optimale. L'oursin *Tripneustes gratilla* préfère particulièrement les feuilles de *Thalassia hemprichii* qui constitue 77 à 80% de son alimentation, d'où son abondance sur les zones des herbiers de la baie de Ranobe à laquelle *T. hemprichii* fait partie des espèces dominantes.

3.2.3. Activités aquacoles

S'il s'agit des activités aquacoles, il y a toujours un risque d'impact sur la zone d'activité et sur les écosystèmes adjacents. Pour les aquacultures liées aux herbiers marins, les risques sont toujours présents même si le degré d'impact est plus ou moins minime.

Concernant la culture d'algue, elle est considérée comme une aquaculture écoresponsable car l'utilisation des engrais chimiques est prohibée et qu'il n'y a pas de déversement des déchets dangereux (Bryceson, 2002). La plupart des fermes d'algoculture sont localisés sur des fonds sableux ou sur les herbiers marins selon la recommandation de la FAO[3](Juanich, 1988). Les herbiers marins occupent donc le même espace physique que la culture d'algue selon cette même recommandation et aussi selon la préférence des algoculteurs (de la Torre-Castro et Rönnbäck., 2004 ; Hedberg et *al.,* 2018). Pourtant,

[3]Food and Agriculture Organization of the United Nations

l'algoculture a un impact plus ou moins considérable sur les herbiers marins en général. En effet, selon la recherche menée par Eklöf et *al.* (2005), l'effet direct de la culture d'algue sur les herbiers marins consiste à une diminution de la densité spécifique et la hauteur de canopé. Un effet indirect observé est lié à la biomasse du macrofaune de la zone de culture qui est relativement faible par rapport à celle de la zone non cultivée. Une autre étude montre que la biomasse de *Thalassia hemprichii* est estimé faible dans les champs de culture d'algue que dans la zone non cultivée (Lyimo et *al.,* 2006). Cette différence de biomasse est liée d'une part au taux de pénétration de la lumière, qui est plus faible pour les herbiers vivant sous la ligne d'algue et d'autre part l'effet de piétinement des algoculteurs. Le piétinement a été longtemps rapporté comme ayant plus d'impact sur les macrobenthos et les communautés algales liés (Eckrich et Holmquist, 2000). Par ailleurs, une étude de Blankenhorn (2007) a montré que le piétinement n'a pas d'effet sur les herbiers s'il est considéré comme une perturbation isolée et éventuel. Par contre si le piétinement est quotidien, il y a un risque de perte en biomasse, couverture et une réduction de la longueur des feuilles (Travaille et *al.,* 2015). Tirés à travers ces études et afin d'éviter l'effet de piétinement et la faible abondance en biomasse des herbiers marins, les techniciens de l'algoculture de la baie de Ranobe ont déjà adopté des techniques pour améliorer la culture et protéger les herbiers : (i) la rotation de culture, *Off Bottom* et *Long line* recommandée par Blankenhorn (2007) et (ii) la culture sur des zones à fond nu (fond sableux) où les herbiers marins sont quasiment absents.

De même pour le cas de l'holothuriculture, l'élevage extensive de ces animaux risque de modifier son habitat. En effet, l'introduction des holothuries en grande densité peut générer un impact écologique aux écosystèmes adjacents (Thompson, 2017 ; Ceccarelli et *al.,* 2018). Mais selon une recherche antérieure, l'élevage de *Holothuria scabra* a un impact positif sur les herbiers marins environnants et inversement. Ayant une capacité de mixage des sédiments plus avancé que les autres espèces (Purcell et *al.,* 2016), *H. scabra* assure efficacement la reminéralisation des nutriments et le recyclage des matières organiques. Cette capacité de mixage permet d'augmenter le taux l'oxygénation des couches sédimentaires profondes (Mercier et *al.,* 1999). Le rôle des herbiers marins en tant que producteur benthique primaire est alors assurée avec la présence de ces espèces. Si on fait une comparaison entre les résultats de recherche des auteurs cités précédemment et la réalité sur terrain lors de cette étude, l'élevage d'holothuries dans les villages d'Andrevo et Ambolomailaky a plutôt un impact positif sur les herbiers environnants. Les observations personnelles et les enquêtes menées aux pêcheurs et aquaculteurs ont permis d'identifier une différence de densité au niveau des

herbiers situés autour de la ferme aquacole à celle des autres zones. En plus les herbiers marins près de l'enclos ne subissent pas trop de pression par les pêcheurs à la senne.

3.2.4. Sédimentation et eutrophication

Parmi les causes fondamentales de la perte en herbiers marins est le changement en concentrations de nutriments. Le déversement des eaux de pluie pendant la période de crue favorise la réduction de la salinité et augmente en même temps la quantité de décharge sédimentaire sur les herbiers marins (Bjork *et al.*, 2008). Ces phénomènes ont un impact majeur sur la clarté de l'eau, la concentration en phosphore et azote, ce qui pourrait affecter les mécanismes de production primaire des herbiers (Bach et *al.,* 1998). L'érosion, la désertification de la zone côtière et la déforestation des mangroves sont à l'origine de cette sédimentation.

Dans la partie de Ranobe, le phénomène d'hyper-sédimentation est observée surtout aux herbiers près des embouchures du fleuve Fiherena, précisément dans le village de Beravy. A savoir que la zone des herbiers de Beravy était une zone pilote pour une restauration écologique des herbiers marins. Une visite de lieu a permis de constater ce phénomène d'ensablement sur certaine partie de la zone pilote.

3.3. Risques liés à la dégradation des herbiers marins

Bien que la perte des herbiers marins soit bien documentée au niveau international, les conséquences sont généralement moins comprises. Presque 14% des espèces sont actuellement considérées comme ayant un risque d'extinction (Short et *al.,* 2011). Les changements au niveau des paramètres environnementaux et les paramètres biophysiques de l'espèces sont les causes de cette perte. Pour la plante des herbiers, la perte des systèmes racinaires et rhizomes, favorise la resuspension des sédiments en conséquence il y a une augmentation de la turbidité et la réduction de la pénétration de la lumière (Newell et Koch, 2004). Celle-ci favorise aussi le changement du mécanisme d'érosion sédimentaire du fond et l'accumulation des sédiments (Thayer et *al.,* 1994). Ces conditions peuvent aggraver les impacts de la perte en espèce et pourrait provoquer une réduction du processus de résilience naturelle dans un endroit où il y a une dégradation massive en espèces (O'Brien et *al.,* 2017 ; Wu et *al.,* 2017). Ainsi la perte des habitats des herbiers implique une perte de la productivité primaire de l'écosystème littoral. La détérioration de cet écosystème aurait un impact majeur sur la composition des faunes et flores associées et le fonctionnement général de l'écosystème (Cardoso et *al.,* 2004).

Tout cela implique des risques mais ils sont beaucoup plus inquiétants surtout au niveau de l'installation des espèces invasives, car un habitat dénudé favorise la vulnérabilité à une quelconque invasion (Burke et Grime, 1996) et susceptible d'augmenter ce risque d'invasivité (Cohen et Carlton, 1998). D'après les recherches antérieures, l'invasion d'une espèce nouvellement adaptée est fréquemment reportée comme ayant un impact écologique dévastateur, impliquant la perte des espèces clés locales jusqu'à un déclin massif du fonction écosystémique (Carlton et *al.,* 1990 ; Shiganova, 1998 ; Lowe et *al.,* 2000). Elle est d'une forte probabilité de se compléter dans un scénario où les ressources sont disponibles et le nombre des propagules invasives est élevé (Catford et *al.,* 2011). Pour le cas des herbiers marins, la perte en espèces favorise le risque d'invasion de l'algue *Caulerpa taxifolia.*

En tant qu'écosystème fragile, la disparition totale des herbiers marins est potentiellement risquée. Selon l'estimation de l'IPCC[4], en espace d'un siècle, 50% des zones humides littorales y compris cet écosystème ont connu une dégradation avec un risque potentiel d'extinction totale de 20 à 90% d'ici à 2100 (IPCC, 2019).

3.4. Gestion des herbiers marins : politique et initiatives

Les herbiers marins ont été souvent d'une seconde considération en termes de politique de gestion. Sur la distribution connue actuelle des herbiers marins, seulement 26% sont inclus dans des aires marines protégées (AMPs) (Tab. 05) faisant les herbiers marins l'écosystème marin le moins protégé (UNEP-WCMC[5]et Short., 2018).

Tableau 5 : Taux de protection des différents écosystèmes marins inclus dans une AMP (UNEP-WCMC, 2018)

Ecosystèmes	**Surface totale enregistrée (km²)**	**% des AMP**
Herbiers marins	324 248	26
Mangroves	152 233	43
Marais salants	54 661	42
Récifs coralliens des zones tempérées	18 993	32
Récifs coralliens tropicaux	150 045	40

[4]Intergovernemental Panel on Climate Change
[5]United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre

3.4.1. Stratégie de conservation des herbiers marins

La conservation des herbiers marins est actuellement une idée innovante en tant qu'écosystème clé dans la lutte contre le changement climatique, dans la progression vers l'économie bleue et le développement durable. Plusieurs objectifs et initiatives ont été déjà établi vers une concrétisation de cette politique de développement durable et de la conservation des écosystèmes marins, notamment les herbiers marins.

3.4.1.1.Initiative internationale pour la protection des herbiers marins

Une meilleure reconnaissance de l'importance des écosystèmes d'herbiers marins pour la biodiversité de renforcer, partout dans le monde, les programmes de conservation, de gestion efficace de ces écosystèmes.

En s'appuyant sur les cadres politiques mis en œuvre à l'échelle mondiale sur les bénéfices découlant de la conservation des herbiers marins, les pays du monde peuvent aider à atteindre les 26 cibles et indicateurs de dix objectifs de développement durable (ODD). Non seulement les herbiers marins sont indispensables à la vie sous-marine, mais ils fournissent également des avantages aux populations terrestres. D'où pour un pays, faire un effort à la possibilité de les inclure dans leurs contributions déterminées au niveau national (CDN) afin d'accroître leur chance d'atteindre les objectifs fixés au titre de l'Accord de Paris et de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). La conservation et gestion des herbiers peuvent aider à achever les initiatives internationales, contribuant directement ou indirectement à atteindre les objectifs des Nations Unies pour le Développement Durable[6], les objectifs Aichi pour la Biodiversité, l'Accord de Paris[7], les objectifs des Nations Unies sur la Restauration des Ecosystèmes[8]et d'autres politiques internationales. L'objectif est de préserver la biodiversité marine et d'assurer le futur des communautés côtières d'ici 2030 (Objectif 30x30).

Parmi les politiques internationales, l'initiative Carbone Bleu est un programme qui se focalise à l'atténuation des changements climatiques à travers la conservation et la restauration des écosystèmes côtiers et marins. A travers cette initiative, il est possible de protéger les herbiers marins au niveau global. En partenariat avec le « Blue Carbon Scientific

---

[6]United Nations Sustainable Development Goals (SDG)
[7] Paris Agreement
[8]United Nations Decade on Ecosystem Restoration

Working Group » et « l'International Blue Carbone Policy Working Group », l'initiative Carbone Bleu est une solution essentielle et serve de guide à l'implémentation des projets de recherches scientifiques et à la mise à disposition aux publics des politiques de gestion sur les herbiers marins. De même pour le « Dugong Seagrass and Coastal communities Initiative » qui est un programme d'activité complémentaire pour supporter la conservation des Dugong et son habitat clé, les herbiers marins.

3.4.1.2. Plan d'action local pour la conservation des herbiers marins

Les efforts de conservation des herbiers marins dépendront de la connaissance fondamentale sur les changements qu'ils subissent et ses causes afin de bien évaluer et gérer les impacts. Ils ne seront pas achevés si les bases liées aux impacts notamment anthropiques ne sont pas totalement reconnues. Au niveau local, les stratégies de conservations à adopter sont d'ailleurs liés aux contextes socio-économiques.

- *Contrôler le flux de migration de la population*

Connaître le nombre de personnes se déplaçant, ce qui entre et sorte est important pour la stabilité du système social. Pour le cas de la baie de Ranobe, l'insuffisance de gérance sur l'augmentation de nombre de la population est l'une des causes qui est liée indirectement à la détérioration des herbiers marins. Ce phénomène migratoire est observé dans un contexte social où les personnes cibles rencontrent des difficultés avec leur moyen de subsistance actuel ou un contexte climatique et environnemental, qui oblige les personnes touchées à se déplacer vers les localités plus favorisantes. En l'absence des activités alternatives, ces personnes sont obligées de pratiquer les activités de pêche, parfois destructives et non professionnelles et s'en exercent souvent sur les écosystèmes fragiles. En tant qu'écosystème facilement accessible, les herbiers marins subissent une pression.

Sur ce, le contrôle des flux migratoires permettra de réduire le nombre des individus qui pratique illégalement des activités prohibées mais aussi pour une bonne gestion à la participation aux activités alternatives déjà mise en place, telles l'algoculture et l'holothuriculture.

- *Professionnaliser les activités de pêche locale et renforcer les surveillances des activités de pêches*

Avec la professionnalisation des activités de pêches, nous avons une responsabilité collective de fournir une solution innovante et de responsabiliser les communautés côtières à

prendre part à la professionnalisation de leurs métiers. Grâce à une information renforcée sur place, les premières mesures à prendre sont de donner une immatriculation à chaque pêcheur, de délivrer par la suite une carte professionnelle de pêche. Ceci sera uniquement accompli sous les directives des ministères responsables et la coopération avec les responsables des communautés côtières. La professionnalisation des activités vise à renforcer les surveillances afin de limiter la pratique illicite et les pratiques qui peuvent menacer les écosystèmes côtiers, particulièrement les herbiers marins.

- *Créer des associations communautaires à vocation d'une conservation des ressources marines*

Implémenter un programme efficace de conservation et de gestion des herbiers marins permettra d'achever les objectifs de développement tant sur le plan économique, sociétal et nutritionnel. Gérer localement les ressources marines est un moyen efficace pour une conservation durable des écosystèmes marins. La gestion locale vise à responsabiliser les parties prenantes dans le secteur de la pêche et de l'aquaculture à la protection et gestion de ces ressources. Pour une meilleure protection des herbiers marins, la création d'une association dont le champ d'action est focalisé uniquement sur cet écosystème est un moyen de parvenir à le gérer efficacement.

D'ailleurs, même si les herbiers pourraient être protégés dans un contexte où la création d'une réserve marine ou d'autres formes d'aire protégés est conseillé, il est moins efficace si les écosystèmes environnants ne sont pas aussi gérés. Cela renforce l'importance d'adaptation d'une approche de gestion à section transversale, afin de minimiser les activités à risque qui peuvent compromettre ou menacer les habitats protégés, c'est-à-dire les herbiers marins ; l'efficacité dépend sur l'identification des indicateurs de performances, afin de mesurer l'efficacité de la gestion (Leadbitter et *al.,* 1999 ; Coles et Fortes, 2001).

- *Accroître les Activités Génératrices de Revenus*

Les Activités Génératrices de Revenus (AGR) sont un moyen indispensable pour réduire la pression sur les activités de pêches. Dans le contexte de gestion des ressources marines, on parle d'AGR toute activité autre que la pêche qui peut être utilisée comme moyen d'assurer quotidiennement la subsistance d'un ménage. Les AGR contribuent à minimiser les pressions sur les habitats marins et sur les écosystèmes côtiers en particulier les herbiers. Autres que les activités offertes par les ONG qui travaillent sur l'implémentation des aquacultures villageoises (algoculture et holothuriculture) sur la zone d'étude, il est d'une

importance capitale d'impliquer les jeunes dans la création de leur propre activités alternatives (exemple : renforcer le tourisme, créer des petites entreprises,).

3.4.2. Programmes de restauration des herbiers marins : faisabilité et contraintes

Les menaces sur les écosystèmes herbiers marins rendent leur vulnérabilité et accélère sa disparition. Ainsi, les objectifs de réhabilitation et restauration peuvent renverser la dégradation et reconstruire la perte en services écosystémiques.

La restauration des écosystèmes fait partie des stratégies clés pour limiter la perte des herbiers marins (Fonseca et *al.,* 1998). D'une part cette restauration peut être recommandée si les herbiers ont connu beaucoup d'altération et ne peuvent même en aucun cas être renouvelés. D'autre part, elle est parfois conduite comme une forme de compensation aux herbiers dans des zones dont la capacité de résilience ou de réhabilitation n'est plus faisable. D'ailleurs, même si le programme de restauration des herbiers marins est possible, le succès en matière de restauration dépend de plusieurs facteurs, incluant et fondamentalement à l'élimination des menaces à proximités de la zone de restauration (van Katwijk et *al.,* 2010). Les techniques de plantations et le site jouent aussi un rôle important : une plantation à grande échelle peut augmenter les taux de survie en espèces ainsi que certains paramètres biophysiques et physicochimique qui déterminent la reproduction et la croissance (van Katwijk et *al.,* 2009). Or, parmi les 72 différentes espèces connues, ces besoins varient d'une espèce à l'autres (Erftemeijer et Robin Lewis III., 2006) et on peut les catégoriser en trois classes : (1) la compatibilité de biotope incluant la profondeur, le type de substrat et la température ; (2) la qualité de l'eau avec une lumière suffisante pour la photosynthèse, une salinité adéquate et sans éléments toxiques et (3) les activités de broutages et le processus de transport des semences via le mouvement de l'eau.

Pour les herbiers marins en particulier, la résilience en espèce a un aspect proéminent au programme de recherche et de gestion due à leur vulnérabilité à des multiples menaces (York et Rasheed*.,* 2017). Pour qu'un projet de restauration des herbiers marins soit un succès, des protocoles et des planifications doivent être suivies, suivant quelques étapes basiques et certaines considérations (Fig.23).

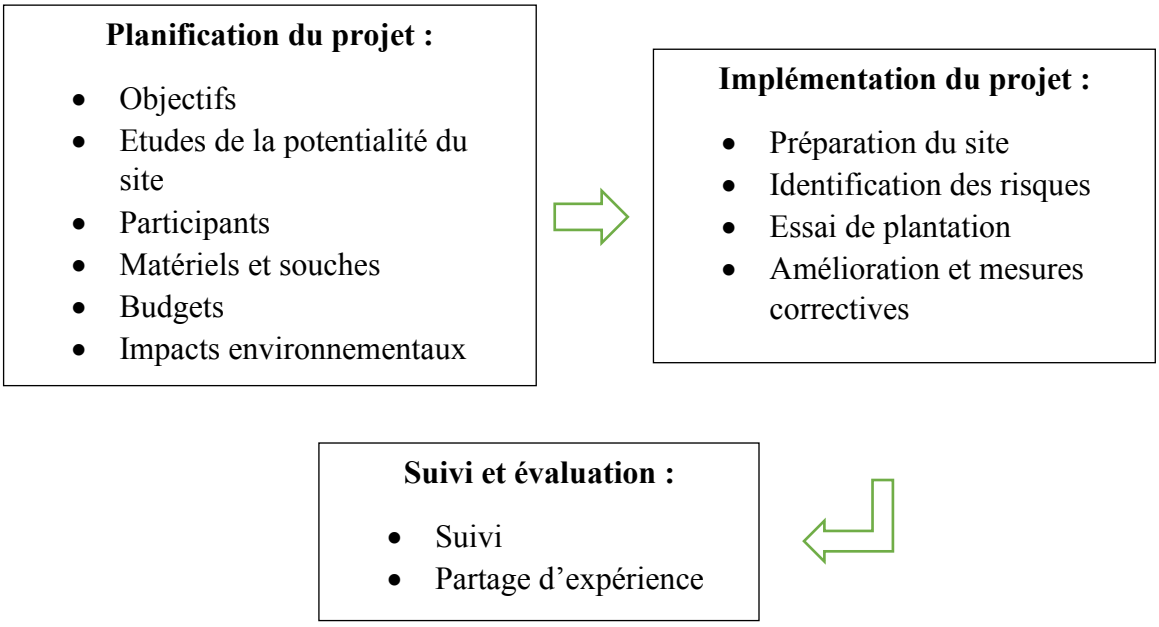


Figure 23 : Etapes d'une restauration écosystémique des herbiers marins

Même si c'est une discipline innovante et relativement jeune, plusieurs techniques et méthodes ont été déjà établis pour l'améliorer, d'ailleurs quelques familiarités avec les techniques de plantation, l'habilité de travailler sur le milieu sont requises. Dans la région de l'océan indien occidental, la restauration des herbiers est déjà en cours récemment au Kenya, Mozambique et Madagascar.

Pour la région sud-ouest de Madagascar, les villageois d'Ifaty (Baie de Ranobe) ont déjà participé à une campagne de restauration des herbiers, initiée par l'Association *Vezo Miaro* avec la coopération de Reef doctors. Ce programme de restauration est un projet pilote à petite échelle qui vise à la faisabilité de la transplantation des herbiers d'un site à l'autre. La transplantation des herbiers a été entrepris à Beravy en 2019 et a connu un succès en parlant de taux de survie et de faisabilité ; malheureusement le projet a été suspendu à cause la pandémie de COVID-19.

Toutefois, pour un quelconque projet de restauration, le succès de survivabilité est atteint seulement si les conditions environnementales sont améliorées ou retournées comme avant. En tant qu'écosystème sensible à la variation des conditions environnantes, il est bien de savoir pour les responsables du projet que dans un processus de restauration, différents paramètres sont à respecter à savoir que :

- Le type de substrat doit être de type meuble à caractère sablo-vaseux, ou sableux. Le type de substrat est avant tout identifié car un bon substrat favorise l'installation des nouvelles plantes.
- Le site de restauration doit être à l'abri des conditions hydrodynamiques trop fortes, avec un mouvement d'eau calme. Il est préférable alors d'installer le site dans un milieu abrité par des récifs coralliens, ceci permettra de stabiliser les sédiments et faciliter l'ancrage des jeunes plants.
- L'eau doit être la plus claire possible où il n'y a pas de matières en suspensions ou bien celles-ci se déposent facilement au fond. La qualité de l'eau assurera la meilleure pénétration de la lumière et facilitera la photosynthèse. De même, le site doit être d'une profondeur optimale assurant la qualité d'ancrage selon le type utilisé.
- La présence saisonnière des brouteurs naturels des herbiers et des herbivores est aussi un facteur à prendre en compte. Le site doit être situé dans une zone où il n'y a pas beaucoup de présence de ces animaux, en particulier *Tripneustes gratilla* qui est un brouteur excessif pendant une certaine saison.
- Finalement il est à considérer les activités anthropogéniques qui risquent de ravager le site de restauration, en particulier pendant la première phase du projet. Les menaces d'origine anthropiques sont souvent la pêche au chalutage.

La baie de Ranobe est une zone adéquate à la restauration écologique des herbiers marins. Les conditions du site sont remarquablement adaptées avec une stabilité favorable à la croissance des plantes, des conditions hydrodynamiques à l'abri des récifs coralliens et d'une qualité de l'eau propice à la photosynthèse. Les perturbations biologiques sont déjà mises en évidence, mais elles restent minimes par rapport aux perturbations anthropiques. Celles-ci sont d'ailleurs un risque majeur au succès d'un quelconque projet de restauration dans la baie de Ranobe. Pour cela, il est primordial alors de concevoir un plan de suivi-évaluation après la fin du projet qui est un aspect important dans la gestion de tout écosystème. Pour le cas des herbiers marins, il y a un besoin régulier de suivre, d'évaluer et de quantifier l'évolution de cet écosystème. Mais cela demande d'un développement d'un programme de monitoring à long terme et une meilleure compréhension des certains paramètres concernant les herbiers marins. Sans l'aide de cette compréhension il ne sera pas possible d'interpréter les changements qui est en place ni de prendre les décisions nécessaires. Dans ce cas, les personnes responsables de la gestion ont besoins d'une certaine information, écologiquement

significatif. Le suivi permet de détecter les changements au niveau de l'écosystèmes des herbiers et de prendre une décision rapide afin de maximiser un résultat satisfaisant. De plus, le suivi permet également aux responsables de la gestion d'évaluer l'efficacité des règlements et politique de gestion. Plusieurs méthodes sont disponibles pour effectuer un suivi-évaluation des herbiers marins, mais chaque méthode a sa limitation et devrait être bien compris afin de répondre aux objectifs voulus. Des centaines de méthodes de suivi sont déjà disponible et documentés, citons par exemple ceux de McKenzie et *al.,* (2000, 2001).

Actuellement, à l'ère de l'internet, l'initiative de protection des herbiers marins est facilitée à l'aide des programmes basé sur web. L'objectif principal de ces programmes est d'augmenter la connaissance des herbiers marins au niveau global mais aussi d'alerter le public sur l'importance de cet écosystème, le développement de la participation de la communauté et le suivi à grande échelle.

CONCLUSION

La présente étude est réalisée dans la baie de Ranobe, précisément sur les villages des pêcheurs de cette zone : Andrevo, Ambolomailaky, Amboaboaky, Mangily et Ifaty. Elle avait pour objectifs de connaître les nombreuses utilisations des herbiers marins au point de vue des utilisateurs locaux ainsi que d'identifier les menaces qui peuvent mener à leur dégradation et finalement les stratégies de gestions qui permettent de conserver et de protéger cet écosystème.

Durant cette étude, les enquêtes aux questionnaires sont principalement la méthode utilisée durant les travaux sur terrain. Ces enquêtes sont menées aux utilisateurs et sont catégorisées en enquêtes individuelles et enquêtes par foyer. Les cibles de l'enquête peuvent être des utilisateurs directs tels les pêcheurs auxquels 163 individus sont questionnés et des utilisateurs indirects tels les fermiers aquacoles avec un total de 47 foyers visités.

En effet les résultats de ces enquêtes montrent deux formes d'utilisations : l'utilisation traditionnelle et l'utilisation pour la pêche. Dans les villages de la baie de Ranobe, les herbiers marins ne sont pas fréquemment utilisés traditionnellement, ils sont pour autant pris une grande importance au niveau de la pêche et de l'aquaculture.

La pêche est une activité principale de la majorité des enquêtés et se déroule sur toutes les parties accessibles de la baie, pourtant il est constaté que cette activité de pêche se manifeste beaucoup sur la zone des herbiers. De la pêche aux filets maillants avec 43.5%, la pêche à la senne de plage avec 9.2%, la pêche aux chaluts à moustiquaires avec 11.04%, la pêche aux harpons avec 3.68% et la pêche aux fusils à harpons avec 5.52% du total des enquêtés, la zone des herbiers est une zone fréquentable. De même dans la baie de Ranobe, l'aquaculture y compris l'algoculture (*Kappaphycus alvarezii*) et l'holothuriculture (*Holothuria scabra*) est une activité qui se développe depuis des années et se pratique uniquement sur la zone des herbiers. Au total, 32 foyers d'algoculteurs et 15 foyers d'holothuriculteurs sont consultés et menés une enquête.

D'ailleurs la pratique de ces activités a un impact sur l'état de santé de l'écosystème des herbiers et est considérée comme une menace sur le fonctionnement biologique de cet écosystème. Ces impacts sont à la fois d'origine anthropique et naturel ; liés à la pratique des activités de pêches, les impacts anthropiques sont globalisés en des impacts mécaniques provoqués par l'utilisation des matériels de pêche tandis que les impacts naturels sont des phénomènes saisonniers. On observe alors dans ces résultats que les engins de pêches non

règlementés comme les filets aux moustiquaires occupent une place non négligeable en termes de destruction des herbiers marins et sont d'ailleurs perçus par 59% des personnes enquêtés comme une menace direct sur cet écosystème. Ce type de filets provoque un impact mécanique en arrachant les feuilles des herbiers, en plus les piétinements de la zone pendant la pratique est considérable. D'autre part, les résultats d'enquête ont permis d'identifier des phénomènes liés à l'activité de broutage des faunes herbivores. Ces herbivores participent partiellement à la destruction des plantes des herbiers et occupent 15% des menaces indirectes aperçus par la population locale.

Effectivement, les menaces directes sur les herbiers marins de la baie de Ranobe sont liées à des problèmes socioéconomiques ainsi que des contextes administratifs locaux. Néanmoins, des initiatives de protection ainsi que des stratégies de conservation sont déjà en cours tant sur le plan international qu'au niveau local. Les stratégies locales consistent à une proposition d'un plan d'action pour limiter les impacts anthropiques sur les herbiers marins, du point de vue écologique. Sur ce contexte, le programme de restauration des herbiers marins est un moyen efficace et envisageable afin de freiner les impacts mécaniques d'origine anthropique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abdi H & LJ Williams (2010). “Principal Component Analysis”. *John Wiley and Sons, Inc. WIREs Comp Stat* 2:433-59.
2. Bach SS, Borum J, Fortes MD, & Duarte CM (1998). Species composition and plant performance of mixed seagrass beds along a siltation gradient at Cape Bolinao, the Philippines. *Marine Ecology Progress Series* 174: 247-256.
3. Balcazar F, Garcia-Iriarte E, & Suarez-Balcazar Y (2009). Participatory action research with Colombian immigrants. *Hispanic Journal of Behavioral Sciences* 31:112-127.
4. Barbier EB, Hacker SD, Kennedy C, Koch EW, Stier AC & Silliman BR (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs* 81(2):169-193.
5. Bargain (2012). Etude de la structure et de la dynamique des herbiers de *Zostera noltii* par télédétection multi et hyperspectral. Thèse de Doctorat en Géographie. Université de Nantes. 234p.
6. Belle MS, Stewart GW, De Ridder B, Komeno RKL, Ramahatratra, Remy-Zephir B. & Stein-Rostaing RD (2009). Establishement of a community managed marine reserve in the Bay of Ranobe South West of Madagascar. *Madagascar conservation and development,* Vol 4, Issue 1, 2009 : pp 31-39
7. Berkes F, Berkes MK & Fast H (2007). Collaborative integrated management in Canada's north: The role of local and traditional knowledge and community-based monitoring. *Coastal Management* n°35: pp 143-162.
8. Björk M, Short F, Mcleod E & Beer S (2008). Managing Seagrasses for Resilience to Climate Change. IUCN, Gland, Switzerland. 56 pp.
9. Blankenhorn SU (2007). Seaweed farming and artisanal fisheries in an Indonesian seagrass bed. Dissertation, University of Bremen Bryceson I. (2002). Coastal aquaculture developments in Tanzania: sustainable and non-sustainable experiences. *Western Indian Ocean Journal of Marine Sciences* 1(1):1-10.
10. Bryceson I (2002). Coastal aquaculture developments in Tanzania : sustainable and non-sustainable experiences. *Western Indian Ocean Journal of Marine Sciences* 1(1) :1-10.
11. Burke MJW & Grime JP (1996). An experimental study of plant community invasibility. *Ecology77* : 776-790.

12. Cardoso PG, Pardal MA, Lillebø AI, Ferreira SM, Raffaelli D & Marques JC (2004). Dynamic changes in seagrass assemblages under eutrophication and implications for recovery. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 302* : 233-248
13. Carlton JT, Thompson JK, Schemel LE & Nichols FN (1990). Remarkable invasion of San Francisco Bay (California, USA) by the Asian clam *Potamocorbula amurensis*. I. Introduction and dispersal. *Marine Ecology Progress Series* 66: 81-94.
14. Carmen B, Ragnhildur S, Alexandra C, Kevan C, Jozef MW, Agnieszka T & Rui S (2014). A survey-based assessment of seagrass status, management and legislation in Europe. Conference Paper in *Frontiers in Marine Science.*
15. Catford JA, Vesk PA, White DA & Wintle BA (2011). Hotspots of plant invasion predicted by propagule pressure and ecosystem characteristics. *Diversity and Distributions* 17:1099-1110.
16. Ceccarelli DM, Logan M & Purcell SW (2018). Analysis of optimal habitat for captive release of the sea cucumber *Holothuria scabra*. *Marine Ecology Progress Series* 588:85-100.
17. Cohen AN, Carlton JT (1998). Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. *Science* 279: 555-557.
18. Coles RG, Fortes MD (2001). Protecting seagrasses: approaches and methods. Pp. 445-463 in Short FT., Coles (Eds): Global seagrass research methods. Elsevier, Amsterdam.
19. Coles R, McKenzie LJ, De'ath G, Roelofs A & Long WL (2009). Spatial distribution of deep-water seagrass in the inter-reef lagoon of the Great Barrier Reef World Heritage area. *Marine Ecology Progress Series* 392: 57-68.
20. Collier CJ, Ow YX, Langlois L, Uthicke S, Johansson CL, O'Brien KR (2017). Optimum temperatures for net primary productivity of three tropical seagrass species. *Frontiers in Plant Science* 8: 1446.
21. Cooke A (2012). Madagascar : Guide de la biodiversité marine. 172p.
22. Costanza R, de Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M & Hannon B (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
23. Costanza R, de Groot R, Sutton P, Van der Ploeg S, Anderson SJ, Kubiszewski I, Farber S & Turner RK (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Glob. Environ. Chang.* 26 :152-8.
24. Cronquist A (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York.

25. Diaz S, Demissew S, Carabias J, Joly C, Lonsdale M, Ash N & Zlatanova D (2014). The IPBES Conceptual Framework-connecting nature and people. (E. Brondizo, R. Leemans, & W. Solecki, Éds.) *Elsevier,* 14 : 1-16.
26. de la Torre-Castro MD, Rönnbäck P (2004). Links between humans and seagrasses-An example from tropical East Africa. *Ocean & Coastal Management* 47(7-8):361-387.
27. Delporte C (2016). La sélectivité des engins de pêche et leur impact écologique, vers une pêche durable. Rapport BTSM 2é Année, Spécialité pêche et gestion de l'environnement marin.30 p.
28. den Hartog C (1970). The Sea-Grasses of the World. North Holland Publishing Company, Amsterdam.
29. Duarte CM (1991a). Seagrass depth limits. *Aquatic Botany* 40: 363-377.
30. Duarte CM (1995). Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes. *Ophelia* 41 : 87-112.
31. Duarte CM (2002). The future of seagrass meadows. *Environnemental Conservation* 29 : 192-206.
32. Duarte CM, Chiscano CL (1999). Seagrass biomass and production : A reassessment. *Aquatic Botany* 65: 159-174.
33. Duarte CM, Middelburg JJ & Caracon F (2005). Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences* 2: 1-8.
34. Eklöf JS, de la Torre-Castro M, Adelsköld L, Jiddawi NS & Kautsky N (2005). Differences in macrofaunal and seagrass assemblages in seagrass beds with and without seaweed farms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63(3):385-396.
35. Eklöf JS, de la Torre-Castro M & Gullström M (2008). Sea urchin overgrazing of seagrasses: A review of current knowledge. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 79: 569-580.
36. Eckrich CE, Holmquist JG (2000). Trampling in a seagrass assemblage: direct effects, response of associated fauna, and the role of substrate characteristics. *Marine Ecology Progress Series* 201:199-209.
37. Erftemeijer PLA, Robin Lewis III RR (2006). Environmental impacts of dredging on seagrasses: A review. *Marine Pollution Bulletin* 52(12): 1553-1572.
38. Fonseca MS, Cahalan JA (1992). A preliminary evaluation of wave attenuation for four species of seagrass. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 35(6): 565-576.

39. Fonseca MS, Kenworthy JW & Thayer GW (1998). Guidelines for the conservation and restoration of seagrasses in the United States and adjacent waters. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Silver Spring, Maryland.
40. Gracia E, Duarte CM (2001). Elucidating sediment retention by seagrasses: sediment deposition and resuspension in a Mediterranean (*Posidonia oceanica*) meadow. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 52: 505-514.
41. Grech A, Chartrand-Miller K, Erftemeijer PLA, Fonseca MS, McKenzie LJ, Rasheed M et *al*. (2012). A comparison of threats, vulnerabilities and management approaches in global seagrass bioregions. *Environmental Research Letters* 7(2): 1-8.
42. Green EP & Short FT (2003). World Atlas of Seagrasses. University of California Press, Berkeley.
43. Grizzle RE, Short FT, Hoven H, Kindbloom L & Newell CR (1996). Hydrodynamically induced synchronous waving of seagrasses: 'monami' and its possible effects on larval mussel settlement. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 206: 165-177.
44. Gullström M, de la Torre Castro M, Bandera O, Björk M, Dahlberg M, Kawtsky N, Rönnback P & Öhman MC (2002). Seagrass Ecosystems in Western Indian Ocean. Ambio Vol. 31, N°7-8. Eds *Royal Swedish Academy of Sciences*. pp. 588-596.
45. Heck KL & Valentine JF (1995). Sea urchin herbivory: evidence for long-lasting effects in subtropical seagrass meadows. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 189 : 205-217.
46. Hedberg N, Von Schreeb K, Charisiadou S, Jiddawi NS, Tedengren M (2018). Habitat preference for seaweed farming-a case study from Zanzibar, Tanzania. *Ocean & Coastal Management* 154:186-195.
47. Hemminga MA, Duarte CM (2000). Seagrass Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
48. Hoegh-Guldberg O, Jacob D, Taylor M, Bindi M, Brown S & Camilloni I (2018). Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. In Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5. above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Masson-Delmotte, V., Zhai,

P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J. Shukla, P.R. et al. (eds.) Geneva: *World Meteorological Organization.* Chapter 3. 175-311.

49. Hughes AR, Williams SL, Duarte CM, Heck JR & Waycott M (2009). Associations of concern: declining seagrasses and threatened dependent species. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(5): 242-246.
50. Huntington HP (2000). Using Traditional Ecological Knowledge in science: Methods and applications. *Ecological Applications* n°10, pp 1270-1274.
51. Intergovernmental Panel on Climate Change (2019). Summary for Policymakers. In *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Abram N, Adler C, Bindoff NL, Cheng L, Cheong SM, Cheung WWL et *al*. (eds.). *In press.*
52. Jaonalison H, Mahafina J, Ponton D, Leopold M & Durand JD (2017). Amélioration de la connaissance en biodiversité de poissons des herbiers marins à travers la pêche traditionnelle (Cas du Sud-ouest de Madagascar), Actes du forum de la recherche 22-23 Septembre 2017 à Nosy Be. pp 185.
53. Johannes RE & E. Hviding (2000). Le savoir traditionnel des pêcheurs du lagon de Marovo (Îles Salomon) concernant le comportement grégaire des poissons. Ressources marines et traditions, *Bulletin de la CPS* n°12, pp 24-31.
54. Juanich GL (1988). Manual on seaweed farming. *Eucheuma spp*. FAO publications.
55. Kloos B, Hill J, Thomas E, Wandersman A, Elias MJ & Dalton JH (2012). *Community psychology: Linking individuals and communities.* Stamford, CT: Wadsworth.
56. Klumpp DW, Salita-Espinosa JT & Fortes MD (1993). Feeding ecology and trophic role of sea urchins in a tropical seagrass community. *Aquatic Botany* 45: 205-229.
57. Kuzel AJ (1999). Sampling in qualitative inquiry. In B. F. Crabtree & W. L. Miller (Eds.), *Doing qualitative research* (2nd ed., pp. 33–45). Thousand Oaks, CA: Sage.
58. Lamarque P (2012). Une approche socio-écologique des services écosystémiques, cas d'étude des prairies subalpines du Lautaret. *Thèse de doctorat*, Université de Grenoble, 245.
59. Lamb JB, Van de Water JA, Bourne JM, Altier C, Hein MY & Fiorenza EA (2017). Seagrass ecosystems reduce exposure to bacterial pathogens of humans, fishes, and invertebrates. *Science* 355(6326):731-733.
60. Langdon MW, Paling EI & Van Keulen M (2011). The development of urchin barrens in seagrass meadows at Luscombe Bay, Western Australia from 1985 to 2004. *Pacific Conservation Biology* 17 : 48-53.

61. Leadbitter D, Lee Long W & Dalmazzo P (1999). Seagrasses and their management-implications for research. Pp. 140-171 in Butler, Rakoff P (Eds): Seagrass in Australia: strategic review and development of an R&D Plan. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
62. Le Corre G (2013). Réponse à Saisine DPMA 13-5878. Informations sur la localisation et la sélectivité de l'activité senne de plage. *Ifremer*, Sète.
63. Leonard A Jason & David S Glenwick (2016). Handbook of Methodological Approaches to Community-Based Research. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods. *Oxford University Press.* 383 p.
64. Lowe S, Browne M, Boudjelas S & de Poorter M (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species - A selection from the Global Invasive Species Database. *World Conservation Union* (IUCN). p 12.
65. Lugendo B (2015). Mangroves, Salt Marshes and Seagrass Beds. Part 3 : Assessment of marine biological diversity and habitat. *Regional State of the Coast Report in Western Indian Ocean*. pp. 53-68.
66. Lyimo TJ, Mvungi EF, Lugomela C & Björk M (2006). Seagrass biomass and productivity in seaweed and non-seaweed farming areas in the East Coast of Zanzibar. *Western Indian Ocean Journal of Marine Sciences* 5(2):141-152.
67. Marbà N, Duarte CM (2001). Growth and sediment space occupation by seagrass *Cymodocea nodosa* roots. *Marine Ecology Progress Series* 224: 291-298.
68. Marbà N, Duarte CM (2010). Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality. *Global Change Biology* 16: 2366-2375.
69. Marbà N, Krause-Jensen D, Alcoverro T, Birk S, Pedersen A, Neto JM et *al.* (2013). Diversity of European seagrass indicators: patterns within and across regions. *Hydrobiologia* 704(1): 265-278.
70. McKenzie LJ, Lee Long WJ, Coles RG, & Roder CA (2000). Seagrass-Watch : Community based monitoring of seagrass resources. *Biologia Marina Mediterranea* 7 : 393-396.
71. McKenzie LJ, Campbell SJ & Roder C A (2001). Seagrass-Watch : Manual for mapping and monitoring seagrass resources by community (citizen) volunteers. Cairns, Australia : Queensland Fisheries Service, Northern Fisheries Centre.
72. Mcleod E, Chmura S, Bouillon et *al.* (2011). A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO2. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9: 552-560.

73. MEA (2003). Les écosystèmes et le bien-être de l'homme : Un cadre d'évaluation-Résumé. *World Resources Institute*, Washington, DC, 28.
74. Mercier A, Battaglene SC & Hamel JF (1999). Daily burrowing cycle and feeding activity of juvenile sea cucumbers *Holothuria scabra* in response to environmental factors. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 239 :125-156.
75. Morgan DL (1997). Sage qualitative research methods series: Vol. 16-Focus groups as qualitative research (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
76. Moritsugu J, Vera E, Wong F & Duffy K (2013). *Community psychology* (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
77. Newell RIE & Koch EW (2004). Modelling seagrass density and distribution in response to changes in turbidity stemming from bivalve filtration and seagrass sediment stabilization. *Estuaries 27*: 793-806.
78. Nordlund LM, Unsworth RKF, Gullström M & Cullen-Unsworth LC (2018). Global significance of seagrass fishery activity. *Fish and Fisheries* 19: 399-412.
79. O'Brien KR, Waycott M, Maxwell P, Kendrick GA, Udy JW, Ferguson JP et *al.* (2017). Seagrass ecosystem trajectory depends on the relative timescales of resistance, recovery and disturbance. *Marine Pollution Bulletin* 134:166-176.
80. Orth RJ, Carruthers TJB, Dennison WC, Duarte C.M., Fourqurean J.W., Heck KL et *al.* (2006). A global crisis for seagrass ecosystems. *BioScience* 56 (12): 987-996.
81. Papenbrock J (2012). Highlights in seagrasses' phylogeny, physiology, and metabolism: what makes them special? *ISRN Botany 2012*, Article 103892 : 1-15.
82. Patton MQ (1990). Qualitative evaluation and research methods (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage.
83. Pollard DA (1984). A review of ecological studies on seagrass-fish communities with particular reference to recent studies in Australia. *Aquatic Botany* 18: 3-42.
84. Purcell SW, Conand C, Uthicke S & Byrne M (2016). Ecological roles of exploited sea cucumbers. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 54 :367-386.
85. Randall JE (1965). Grazing effect on sea grasses by herbivorous reef fishes in the West Indies. *Ecology* 46: 255-260.
86. Razafindrainibe H, Rakotoharimalala SN, Faria M, Razafindrakoto Y, Rasolofo VM, Andrianarison A & Tianarisoa T (2012). Chapitre 6 : Ecosystèmes marins et côtiers. In *Rapport sur l'état de l'environnement à Madagascar.*pp : 163-215.

87. Shiganova TA (1998). Invasion of the Black Sea by the ctenophore *Mnemisopsis leidyi* and recent change in pelagic community structure. *Fisheries Oceanography* 7: 305-310.
88. Shokri MR, Gladstone W & Jelbart J (2008). The effectiveness of seahorses and pipefish (Pisces: Syngnathidae) as a flagship group to evaluate the conservation value of estuarine seagrass beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19(5): 588-595
89. Short FT, Dennison WC, Carruthers JTB & Waycott M (2007). Global seagrass distribution and diversity: a bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 350: 3-20.
90. Short FT, Polidoro B, Livingstone SR, Carpenter KE, Bandeira S, Bujang JS et *al.* (2011). Extinction risk assessment of the world's seagrass species. Biol. Conserv. 144, 1961–1971.
91. Sieg RD & Kubanek J (2013). Chemical ecology of marine angiosperms: opportunities at the interface of marine and terrestrial systems. *Journal of Chemical Ecology* 39 : 687-711.
92. Spalding M, Taylor M, Ravilious C, Short F & Green E (2003). Global overview: the distribution and status of seagrasses. In: Green EP, Short FT, editors. *World atlas of seagrasses*. Berkeley: University of California Press: 5-26.
93. Stapel J, Aarts TL, van Duynhoven BHM, de Groot JD, van den Hoogen HW & Hemminga M.A. (1996). Nutrient uptake by leaves and roots of the seagrass *Thalassia hemprichii* in the Spermonde Archipelago, Indonesia. *Marine Ecology Progress Series* 134 : 195-206.
94. Sullivan BK, Trevathan-Tackett SM, Neuhauser S & Govers LL (2018). Review: Host-pathogen dynamics of seagrass diseases under future global change. *Marine Pollution Bulletin* 134: 75-88.
95. Tedlock B (2000). Ethnography and ethnographic representation. In NK Denzin & YS Lincoln (Eds.). *Handbook of qualitative research* 2nd ed., pp. 455-486. Thousand Oaks, CA: Sage.
96. Thayer GW, Adams SM & LaCroix MW (1975). Structural and functional aspects of a recently established *Zostera marina* community. In: *Estuarine Research. I. Chemistry, Biology and the Estuarine System*, ed. Cronin LE, pp. 518-540. New York, USA: Academic Press.

97. Thayer GW, Murphey PL & LaCroix MW (1994). Responses of plant communities in western Florida Bay to the die-off of seagrasses. *Bulletin of Marine Science* 54 : 718-726.
98. Thompson ACG (2017). The role of bioturbators in seagrass blue carbon dynamics. PhD dissertation, University of Technologie, Sydney.
99. Travaille KL, Salinas-De-Leon P & Bell JJ (2015). Indication of visitor trampling impacts on intertidal seagrass beds in a New Zealand marine reserve. *Ocean & Coastal Management* 114:145-150.
100. Tuya F, Haroun R & Espino F (2014). Economic assessment of ecosystem services : Monetary value of seagrass meadows for coastal fisheries. *Ocean & Coastal Management 96* **:**181-7
101. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) & Short FT (2018). Global Distribution of Seagrasses (version 6.0). Sixth update to the data layer used in Green and Short (2003). Cambridge.
102. Unsworth RKF, Nordlund LM & Cullen-Unsworth LC (2019). Seagrass meadows support global fisheries production. *Conservation Letters* 12(1).
103. van Katwijk MM, Bos AR, de Jong VN, Hanssen DCR, Hermus & de Jong DJ (2009). Guidelines for seagrass restoration: importance of habitat selection and donor population, spreading risks, and ecosystem engineering effects. *Marine Pollution Bulletin* 58:179-188.
104. van Katwijk MM, Bos AR, Kennis P & de Vries R (2010). Vulnerability to eutrophication of a semi-annual life history: A 92 Out of the Blue lesson learnt from extinct eelgrass (*Zostera marina*) population. *Biological Conservation* 143(1): 248-254.
105. Verges A, Becerro MA, Alcoverro T & Romero J (2007). Experimental evidence of chemical deterrence against multiple herbivores in the seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine Ecology Progress Series* 343 : 107-114.
106. Waycott M, McMahon K, Mellors J, Calladine A & Kleine D (2004). A guide to tropical seagrass of the Indo-West Pacific, James Cook University, Townsville, Australie. 75p.
107. Waycott M, Duarte CM, Carruthers TJB, Orth RJ, Dennison WC et *al.* 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proc. Natl. Acad. Sci.* USA 106 :12377-12381.
108. Wu PPY, McMahon K, Rasheed MA, Kendrick GA, York PH, Chartrand K et *al.* (2017). Managing seagrass resilience under cumulative dredging affecting light:

Predicting risk using dynamic Bayesian networks. *Journal of Applied Ecology* 55(3): 1339-1350.

109. York PH & Rasheed M (2017). Seagrass habitat of Cairns Harbour and Trinity Inlet : Annual Monitoring Report 2016. *Trop. WATER Publication 17/27*. Centre for Tropical Water & Aquatic Ecosystem Research, James Cook University.

ANNEXES

Annexe 1: Classification des herbiers marins

Famille	Genre	Espèce
Zosteraceae	Zostera	• *Zostera marina* • *Z. caespitosa* • *Z. caulescens* • *Z. asiatica* • *Zostera noltii* • *Z. japonica* • *Z. capensis* • *Z. capricorni* • *Z. muelleri* • *Z. mucronata* • *Z. novazelandica*
	Phyllospadix	• *Phyllospadix scouleri* • *P. torreyi* • *P. serrulatus* • *P. iwatensis* • *P. japonicus*
	Heterozostera	• *Heterozostera tasmanica* • *H. polychlamis* • *H. nigraucaulis* • *H. chilensis*
Cymodoceaceae	Halodule	• *Halodule uninervis* • *H. beaudettei* • *H. wrightii* • *H. bermudensis* • *H. ciliata* • *H. pinifolia* • *H. emarginata*
	Cymodocea	• *Cymodocea nodosa* • *C. rotundata* • *C. serrulata* • *C. angustata*
	Syringodium	• *Syringodium filiforme* • *S. isoetifolium*
	Thalassodendron	• *Thalassodendron ciliatum* • *T. pachyrhizum*
	Amphibolis	• *Amphibolis antarctica* • *A. griffithii*
Posidoniaceae	Posidonia	• *Posidonia oceanica* • *P. australis* • *P. sinuosa* • *P. angustifolia* • *P. ostenfeldii* • *P. robertsoniae*

		• *P. coriacea* • *P. denhartogii* • *P. kirkmanii*
Vallisnerioideae	Enhalus	• *Enhalus acoroides*
Thalassioideae	Thalassia	• *Thalassia hemprichii* • *T. testudinum*

Halophiloideae	Halophila	• *H. ovalis*
		  ○ ssp. *ovalis*
		  ○ ssp. *bullosa*
		  ○ ssp. *linearis*
		  ○ ssp. *ramamurthiana*
		• *H. ovata*
		• *H. minor*
		• *H. australis*
		• *H. hawaiiana*
		• *H. madagascariensis*
		• *H. johnsonii*
		• *H. stipulacea*
		• *H. decipiens*
		• *H. capricorni*
		• *H. beccari*
		• *H. tricostata*
		• *H. engelmanni*
		• *H. baillonii*

Ruppiaceae	Ruppia	• *Ruppia tuberosa*
Zannichelliaceae	Lepilaena	• *Lepilaena marina*

Annexe 2: Guide d'élaboration d'un processus d'enquête par questionnaire

1. **Décider de mener une enquête par questionnaire**

   Rassembler les éléments dont on peut disposer pour mener une enquête par questionnaire :

   - Quel est le problème qu'on veut étudier et pourquoi faire ?
   - Quels sont les moyens disponibles pour effectuer une enquête ?
   - Quelles sont les informations qui existent déjà sur ce problème ?

2. **Déterminer les objectifs et hypothèse de travail**

   Réaliser une analyse préliminaire du problème à étudier

   - Faire le point à partir des informations que l'on possède déjà (décomposer le problème, formuler les hypothèses et faire l'inventaire de question que l'on se pose)
   - Rechercher les éléments indicateurs pour mettre en évidence un facteur particulier

3. **Déterminer la population d'enquête**

   La population de l'enquête est l'ensemble des individus sur lesquels on désir de recueillir des informations, et qui possède une ou plusieurs caractéristiques communes

   - Doit être définie avec précision en fonction des objectifs de la collecte des données et les hypothèses de travail

4. **Construire l'échantillon**

   L'échantillon doit être représentatif de la population

   - Construire l'échantillon de manière à ce que les diverses caractéristiques des individus à interroger s'y trouve

5. **Choisir un mode d'enquête**

   Choisir un mode d'enquête déterminé et préciser toutes les modalités

   - En fonction des caractéristiques des individus à interroger
   - En fonction des types de questions que l'on veut poser
   - En fonction de la longueur du questionnaire
   - En fonction des moyens disponibles

   L'administration des questionnaires peut s'effectuer de diverses manières

   - Par l'intermédiaire d'un enquêteur ou auto administré.

- Avec des réponses orales ou écrites.

6. **Elaborer un projet de questionnaire.**

Le projet de questionnaire est à la fois un instrument de mesure et un mode de communication avec les répondants.

- Communiquer avec un individu possédant un niveau de compétence pour comprendre et répondre à une question.
- Prendre distance par rapport à sa propre conception du problème.

Les types de questions à choisir peuvent prendre diverses formes :

- Les questions ouvertes (les répondants s'exprime en utilisant ses propres termes)
- Les questions fermées à choix binaire (il y a deux alternatives de réponses, oui/non ; vrai/faux),
- Les questions fermées à choix multiples (il y a plusieurs alternatives de réponses),
- Les échelles ordinales (il y des alternatives de réponses qui peuvent être rangées en fonction d'un critère défini).

Les questions posées doivent être facile à comprendre, précises et sans ambiguïtés dont la structuration du questionnaire suit certaine logique :

- Introduction : établir le contact et présenter l'objet de l'enquête d'une manière à susciter l'intérêt du répondant.
- Signalétique : rassemble toutes les questions d'identification (localisation, groupe ethnique, sexe, âge, profession).
- Questions sur le problème d'étude : commence généralement par des questions d'ordre général avant d'entrer dans des questions délicates.

7. **Pré-tester et rédiger les questionnaires définitifs**

Cette opération consiste à

- Améliorer le contenu du questionnaire, fond et forme
- Effectuer la mise en page

8. **Former les enquêteurs (s'il y en a)**

Lorsque les questionnaires est administré par des enquêteurs, quelques instructions doivent être prévues :

- Expliquer comment les enquêteurs doivent entrer en contact avec les répondants
- Faire une réunion pour expliciter les instructions et commenter le con questionnaire.
- Organiser une séance de formation à la technique d'enquête par questionnaire

9. Réaliser l'enquête par questionnaire

Annexe 3: Fiche d'enquête

Questionnaire

Information sur la localisation

1. Localisation - Fokontany
   - ○ 1. Andrevo ○ 2. Ambolomailaky
   - ○ 3. Amboaboaky ○ 4. Mangily
   - ○ 5. Ifaty

Information sur l'individu

2. Nom - Nom

3. Sexe - Sexe
   - ○ 1. Masculin ○ 2. Feminin

4. Age - Age

5. Ethnie - Ethnie
   - ○ 1. Vezo ○ 2. Masikoro ○ 3. Autres

6. Activité - Activité(s) journalière
   - ○ 1. Pêche aux filets ○ 2. Pêche à la ligne
   - ○ 3. Pêche en apnée ○ 4. Pêche à pieds
   - ○ 5. Holothuriculture ○ 6. Algoculture
   - ○ 7. Autres

Vous pouvez cocher plusieurs cases (6 au maximum).

Catégorie d'enquête

7. Enquête - Type d'enquête
   - ○ 1. Individuel ○ 2. Foyer ○ 3. Groupé

Connaissance des herbiers marins

8. Connaissance générale - Savez vous ce que c'est les herbiers marins?
   - ○ 1. Oui ○ 2. Non

9. Nom des espèces - Quelles sont les espèces des herbiers que vous connaissez?
   - ○ 1. Beravy (Thalassodendron ciliatum)
   - ○ 2. Ahipilo (Siringodiulm isoetifolium)
   - ○ 3. Autres

10. Espèce dominante - Quelles sont les espèces dominantes?
    - ○ 1. Beravy ○ 2. Ahipilo ○ 3. Autres

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).
La réponse est obligatoire.

11. Variation de couverture - Est-ce-qu'il y a une variation de couverture en fonction des profondeurs?
    - ○ 1. Oui ○ 2. Non

12. Distribution des espèces - Où peut on trouver ces espèces?
    - ○ 1. Du littoral vers le fond
    - ○ 2. Seulement sur le littoral
    - ○ 3. Seulement sur le fond

13. Période de proliferation des herbiers - Pendant quelle période la prolifération des herbiers est-elle importante?
    - ○ 1. Saison froide ○ 2. Saison chaude
    - ○ 3. Saison de pluie ○ 4. Toute l'année

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

Pêcherie et herbiers marins

14. Zone de pêche - Nommer la zone de pêche que vous fréquentez?

Donner le nom de la zone

15. Zone des herbiers et pêche - Fréquentez vous la zone des herbiers marins?
    - ○ 1. Oui ○ 2. Non

La réponse est obligatoire.

Questionnaire

16. Materiels de pêche - Quels sont les matériels de pêche que vous possedez?

○ 1. TAL15 ○ 2. TAL18
○ 3. TAL20 ○ 4. TAL25
○ 5. TALKNK14 ○ 6. JAR
○ 7. TARK ○ 8. DRTS
○ 9. BSMP ○ 10. VNT
○ 11. HRTB ○ 12. HARP
○ 13. MGRTSK ○ 14. Non spécifié

Vous pouvez cocher plusieurs cases (6 au maximum).

Utilisations des herbiers marins

17. Utilisation traditionnelle - Quelles sont les utilisations traditionnelles des herbiers marins?

○ 1. Soin traditionnel
○ 2. Conservation des produits de pêche
○ 3. Aucune

18. Utilisation directe - Quelles sont les activités que vous pratiquez sur les herbiers?

○ 1. PAP ○ 2. PTAL15
○ 3. PTAL20 ○ 4. PTAL25
○ 5. PTALKNK14 ○ 6. PTAR
○ 7. PDRTS ○ 8. PVNT
○ 9. ALG (LL) ○ 10. ALG (OB)
○ 11. HOL ○ 12. PFUSL
○ 13. PHARP ○ 14. Aucune

Vous pouvez cocher plusieurs cases (11 au maximum).

19. Temps passé sur la zone des herbiers - Combien de temps passerez vous sur la zone des herbiers?

○ 1. Demi journée ○ 2. Toute la journée
○ 3. Marée haute ○ 4. Marée basse

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

20. Perception d'importance - Pour vous, les herbiers marins sont ils importants?

1. Très important — 4. Sans importance

La réponse est obligatoire.

Menace et pression sur les herbiers marins

21. Etat actuel des herbiers - Comment trouvez vous les herbiers actuellement?

○ 1. PAS DE CHANGEMENT ○ 2. DEGRADÉ
○ 3. MOINS DENSE

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

22. Menace directe perçue - Menace directe identifié

○ 1. PAP ○ 2. PTAR ○ 3. PDRTS
○ 4. PLAR ○ 5. Autres ○ 6. Aucune

Vous pouvez cocher plusieurs cases (4 au maximum).
La réponse est obligatoire.

23. Menace indirecte identifiée - Menace indirecte identifié

○ 1. OUR ○ 2. CHLR ○ 3. MQPLUIE
○ 4. VAG ○ 5. SEDIM ○ 6. Autres
○ 7. Aucune

Vous pouvez cocher plusieurs cases (5 au maximum).

24. Origine de la menace - D'où provient la menace?

○ 1. PETR ○ 2. PLOC ○ 3. NAT
○ 4. Non identifié

Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).
La réponse est obligatoire.

25. Dégré de menace - Quel est le dégré de la menace?

1. Elevé — 3. Faible

La réponse est obligatoire.

Questionnaire

26. Cause de la menace - Quels sont les causes de la menace?

○ 1. SUBS ○ 2. IMMIGR
○ 3. CRPCHR ○ 4. MPLUIE
○ 5. MACTIV ○ 6. MEXPP
○ 7. MMOYE ○ 8. PNAT
○ 9. PANCEST ○ 10. CORRUPT
○ 11. CAPRAR ○ 12. MQINFO
○ 13. AUCUNE IDÉE ○ 14. AUTRES

Vous pouvez cocher plusieurs cases (11 au maximum).
La réponse est obligatoire.

27. Debut de la menace - Depuis quand apparaisse la menace?

[ ]

Evenement particulier, date,...

28. Reaction au menace - Quelles sont les réactions face à cette menace?

○ 1. AR ○ 2. SR ○ 3. INDIF

Prise de décision, interdiction

29. Effet sur la persistence de la menace - Qu'est ce qui pourra arriver si cette menace persiste?

○ 1. DESSABL ○ 2. DESSPP
○ 3. DISPPOISS ○ 4. DESOEUF
○ 5. PERTRAV ○ 6. COLR
○ 7. PASDAV ○ 8. VANDALG
○ 9. DESORIENT ○ 10. ELOIGN
○ 11. DIFREP

Effet à longterme

30. Cause de la persistence de la menace - Il y une raison impliquant la persistence cette menace?

○ 1. REPRES ○ 2. PASRGL
○ 3. PASMATRL ○ 4. MACTIVT
○ 5. MAEXP ○ 6. CORRUP
○ 7. POPCROIS ○ 8. PRANCESTR
○ 9. CONFLI ○ 10. DIVERETH
○ 11. Autres

Effet immediat et/ou sur le longterme

Forme et mesure de gestion des herbiers marins

31. Règlement d'utilisation des herbiers - Existe-t-il des règlements sur l'utilisation des herbiers marins?

○ 1. Oui ○ 2. Non

Conflit de zone

32. Conflit d'utilisation - Y a-t-il un conflit sur l'utilisation de la zone des herbiers?

○ 1. Oui ○ 2. Non

33. Conflit d'utilisation1 - Si 'Oui', précisez : [ ]

Annexe 4: Codage et abréviation[9]

Codage/Abréviation	Signification
TAL	Filet maillant ou *Talirano*
TALKNK	Filet maillant de type Kinky
JAR	Filet maillant de type *Jarifa*
TARK	Senne de plage ou *Tarikaky*
DRTS	Senne moustiquaire ou *Draotsy*
BSMP	Fusil de pêche ou *Basimpia*
VNT	Ligne de pêche ou *Vinta*
HRTB	Filet de type *Haratobe*
HARP	Harpon ou V*oloso*
MGRTSK	Filet maillant de type *Mangoratsake*
PAP	Pêche à pieds
PTAL	Pêche aux filets maillants
PTALKNK	
PTAR	Pêche à la senne de plage
PDRTS	Pêche à la senne moustiquaire
PVNT	Pêche à la ligne
ALG	Algoculture
HOL	Holothuriculture
PFUSL	Pêche au fusil à harpon
PHARP	Pêche au harpon
OUR	Oursins
CHLR	Chaleur (Température élevée)
MQPLUIE	Manque de pluie
VAG	Vague (forte vague)
SEDIM	Sédiment
PETR	Pêcheurs étrangers
PLOC	Pêcheurs locaux
NAT ou PNAT	Phénomène naturel
SUBS	Moyen de substance
IMMIGR	Immigrant
CRPCHR	Croissance de nombre de pêcheurs
MPLUIE	Manque de pluie
MACTIV	Manque d'activité alternative
MEXPP	Manque d'expérience en matière de pêche
MMOYE	Manque de pouvoir d'achat
PANCEST	Pratique ancestrale
CORRUPT	Corruption
CAPRAR	Rareté des captures de pêche
MQINFO	Manque d'information
AR	Ayant une réaction
SR	Sans réaction
INDIF	Indifférent

[9] Ce type de codage est utilisé sur le questionnaire, les logiciels Sphinx Plus et RStudio

DESSABL	Dessablement
DESSPP	Destruction des espèces des herbiers
DISPPOISS	Disparition des poissons
DESOEUF	Destruction des œufs de poissons
PERTRAV	Perte de travail
COLR	Colère des pêcheurs
PASDAV	Pas d'avenir
ELOIGN	Eloignement de la zone de pêche
DIFREP	Réponses différentes
REPRES	Représailles
PASRGL	Pas de règlement approprié
PASMATRL	Insuffisance des matériels de pêche
MACTIVT	Manque d'activité alternative
MAEXP	Manque d'expérience en matière de pêche
CONFLI	Conflit d'utilisation
DIVERETH	Diversité ethnique
VANDALG	Vandalisme des cultures d'algues
DESORIEN	Désorientation

Annexe 5: Identification des poissons rencontrés sur les herbiers marins

Nom vernaculaire	**Genre**	**Espèce**	**Famille**
Ambariake	*Gerres*	*acinaces*	Gerreidae
Ambintsy	*Lehtrinus*	*nebulosus*	Lethrinidae
Amboramasake	*Siganus*	*sutor*	Siganidae
Amporama	*Lutjanus*	*fulvifliammus*	Lutjanidae
Angarera	*Plectorhinchus*	*gaterinus*	Haemulidae
Angelike	*Lethrinus*	*sanguineus*	Lethrinidae
Angy	*Acanthurus*	*sp*	Acanthuridae
Antserake	*Hyporphampus*	*dissumieri*	Atherinidae
Antsisy	*Lethrinus*	*sp*	Lethrinidae
Atendro	*Mugil*	*sp*	Mugilidae
Bemaso	*Scolopsis*	*ghanam*	Nemipteridae
Bodoloha	*Scarus*	*ghobban*	Scaridae
Dosoloha	*Stethojulis*	*sp*	Labridae
Fiamasiaky	*Variola*	*albimarginata*	Serranidae
Fiambondro	*Cheilinus*	*trilobatus*	Labridae
Fianakoho	*Chaetodontidae*	*sp*	Chaetodontidae
Fiantsifa	*Naso*	*unicornis*	Acanthuridae
Fiantsomotse	*Mulloidichtys*	*varicolensis*	Mullidae
Fitse	*Abudefduf*	*sp*	Pomacentridae
Gogo (Fiandolo)	*Plotosus*	*lineatus*	Plotosidae
Koloka na Tsoak'ahitse	*Calotomus*	*spinidens*	Scaridae
Lamaira	*Murraenidae*	*sp*	Murraenidae
Lanora	*Caranx*	*sp*	Carangidae
Leme	*Novaculichthys*	*taeniourus*	Labridae
Logy	*Etrumeus*	*teres*	Dussumieridae
Mahaloky	*Rastrelliger*	*kanagurta*	Scombridae
Mandrandovoke	*Sphyraena*	*acutipinnis*	Sphyraenidae
Moloto	*Leptoscarus*	*vaigiensis*	Scaridae
Tapaporoha	*Lethrinus*	*harak*	Lethrinidae
Tsabeaky	*Lethrinus*	*lentjan*	Lethrinidae
Tsikororodo	*Dascyllus*	*trimaculatus*	Pomacentridae
Tsomaireny	*Plectorhinchus*	*flavomaculatus*	Haemulidae
Tsoy	*Mulloidichtys*	*sp*	Mullidae
Votsanja	*Balistoides*	*viridescens*	Balistidae

Annexe 6 : Herbiers marins identifiés dans la baie de Ranobe

Thalassia hemprichii

Cymodocea serrulata

Halodule uninervis

Halophila ovalis

Halophila stipulacea

Thalassodendron ciliatum

Syringodium isoetifolium

Cymodocea rotundata

Zostera capensis

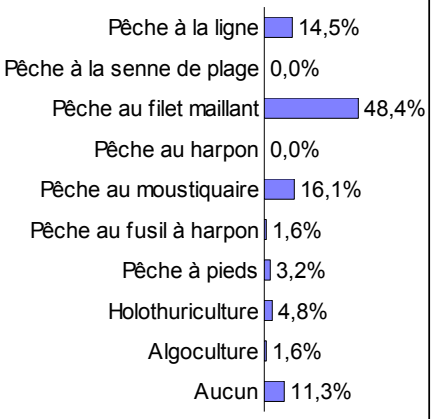
Halodule wrightii

Annexe 7 : Activités sur les herbiers marins dans les villages d'études

Andrevo

Activité sur les herbiers

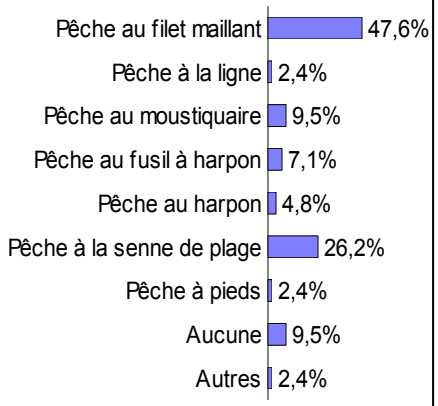
	Nb	% obs.
Pêche à la ligne	9	14,5%
Pêche à la senne de plage	0	0,0%
Pêche au filet maillant	30	48,4%
Pêche au harpon	0	0,0%
Pêche au moustiquaire	10	16,1%
Pêche au fusil à harpon	1	1,6%
Pêche à pieds	2	3,2%
Holothuriculture	3	4,8%
Algoculture	1	1,6%
Aucun	7	11,3%
Total	62	



Ambolomailaky

Activité sur les herbiers

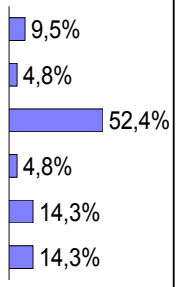
	Nb	% obs.
Pêche au filet maillant	20	47,6%
Pêche à la ligne	1	2,4%
Pêche au moustiquaire	4	9,5%
Pêche au fusil à harpon	3	7,1%
Pêche au harpon	2	4,8%
Pêche à la senne de plage	11	26,2%
Pêche à pieds	1	2,4%
Aucune	4	9,5%
Autres	1	2,4%
Total	42	



Amboaboaky

Activités sur les herbiers

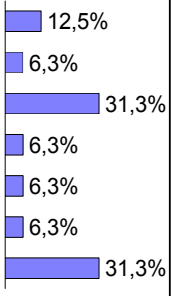
	Nb	% obs.
Pêche à la ligne	2	9,5%
Pêche à la senne de plage	1	4,8%
Pêche au filet maillant	11	52,4%
Pêche au moustiquaire	1	4,8%
Pêche au fusil à harpon	3	14,3%
Pêche à pieds	3	14,3%
Total	21	100,0%



Mangily

Activités sur les herbiers

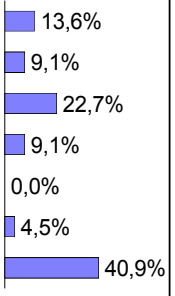
	Nb	% obs.
Pêche à la ligne	2	12,5%
Pêche à la senne de plage	1	6,3%
Pêche au filet maillant	5	31,3%
Pêche au moustiquaire	1	6,3%
Pêche au harpon	1	6,3%
Pêche au fusil à harpon	1	6,3%
Aucun	5	31,3%
Total	16	100,0%



Ifaty

Activités sur les herbiers

	Nb	% obs.
Pêche à la ligne	3	13,6%
Pêche à la senne de plage	2	9,1%
Pêche au filet maillant	5	22,7%
Pêche au moustiquaire	2	9,1%
Pêche au harpon	0	0,0%
Pêche au fusil à harpon	1	4,5%
Aucun	9	40,9%
Total	22	100,0%



Annexe 8 : Liste des personnes enquêtées qui pratiquent l'algoculture.

Localisation	Nom	Genre	Raison	Type de culture (OB ou LL[10])	Champ de culture	Quantité (kg sèche)		Ouvriers		Lignes d'algues
						Min	Max	H	F	
ANDREVO	BIJA	M	Fivelomampo	OB	Manarapenitra	20	30	4	3	90
ANDREVO	PASCAL	M	VOI (initiateur de projet)	LL	Andamilamy	30	50	1	1	150
ANDREVO	OLGA	F	Fivelomampo	LL	Beora; Ambavarano (pépinière)	30	60	2	1	160
ANDREVO	RAZA	H	Hanalàna trosa sy fahasahiranana	LL	Antsira; Bealimboka; Andranolasopy (pépinère)	50	100	1	1	200
ANDREVO	CHANTAL	F	Volontaire	OB	Manarapenitra ; Andranolasopy (pépinière)		45	0	1	180
ANDREVO	RIJA	H	Fivelomampo (misy vola)	LL/OB	Tsilengolengo; Manarapenitra (pépinière)	10	100	1	1	100
ANDREVO	JEAN MARIE	H	Fanampiana fivelomampo	LL	Beora ; Manarapenitra (pépinière)		145	2	3	300
ANDREVO	SIMEN	H	Volontaire	LL	Bealimboka ; Manarapenitra (pépinière)	150	350	3	1	320
ANDREVO	PENY	H	Naka tahaka tamin'ny namana	LL	Beora ; Manarapenitra (pépinière)		200	5	4	220
ANDREVO	RAVO	F	Vadin'asa misy vola	OB	Manarapenitra (pépinière) ; Andranolasopy	50	100	2	1	140
ANDREVO	SAVITSARA	F	Naka tahaka tamin'ny namana	OB	Manarapenitra		150	1	1	210
ANDREVO	NOLA	H	Fivelomampo	LL/OB	Beora ; Ampasifoty (pépinière)	100	200	2	3	240
ANDREVO	MALAY	F	Fivelomampo	OB	Manarapenitra	25		0	1	130
ANDREVO	MASINANDRO	H	Volontaire	LL	Antsira	50	200	1	1	80
ANDREVO	GATINA	F	Naka tahaka tamin'ny namana	LL	Antsira		100	1	2	150
ANDREVO	FIRIGI	H	VOI (initiateur de projet)	LL/OB	Antsira ; Beora	50	100	1	1	120

[10] Off Bottom et Long line

ANDREVO	ANDRY	H	Naka tahaka tamin'ny namana	LL	Bevoady; Ambavarano (pépinière)	50	100	4	0	56
ANDREVO	SITATA	H	VOI (initiateur de projet)	LL/OB	Beora ; Andamilamy (pépinière)	50	150	3	1	120
ANDREVO	JEAN FERDINAND	H	Fivelomampo	LL/OB	Ankalambintsy	10		2	1	39
ANDREVO	MAURICE	H	VOI (initiateur de projet)	LL	Antsira	50	150	1	1	210
ANDREVO	EULALIE	F	Nandimby an-dreniny	LL	Antsira		25	1	1	80
ANDREVO	NOELINE	F	Asam-bazaha dia atao	OB	Antsira	75	100	1	2	110
ANDREVO	SINDA	F	VOI (initiateur de projet)	LL	Beora ; Andamilamy (pépinière)	150	200	0	4	300
ANDREVO	CLERANCE	F	Naka tahaka tamin'ny namana	LL	Antsira ; Beora ; Andamilamy (pépinière)	50	150	1	1	100
AMBOLOMAILAKY	MBOHITA	F	Vola sy fivelomampo	LL	Ankarambolomailaky		50		1	44
AMBOLOMAILAKY	NIAKY	F	Nanao zanga taloha/nivadika lomotse	LL	Ankarambolomailaky		20	1	1	34
AMBOLOMAILAKY	TAHINY	F	Fikambanana nomena ka tiana	LL	Ankarambolomailaky		50	1	1	60
AMBOLOMAILAKY	DIANE	F	Misy vola	LL	Ankarambolomailaky		40	1	1	30
AMBOLOMAILAKY	NDRESA	F	Tsy manambady hamelona	LL	Ankarambolomailaky		25		1	40
AMBOLOMAILAKY	BLAVETTE	F	Tsy ampy fivelomampo	LL	Ankarambolomailaky		45	2	1	36
AMBOLOMAILAKY	JEANNINE	F	Tsy ampy fivelomampo	LL	Ankarambolomailaky		20		1	52
AMBOLOMAILAKY	ZETIANY	F	Tsy ampy fivelomampo	LL	Ankarambolomailaky		77		1	48

Annexe 9 : Liste des personnes enquêtées qui pratiquent l'holothuriculture

Localisation	Nom	Genre	Raison	Espèce	Localisation des enclos	Nombre d'ouvriers
ANDREVO	TOVO	M	Fivelomampo	Zanga foty[11]	Ankiririky	2
ANDREVO	ALI	M	Fivelomampo	Zanga foty	Andamilamy	2
ANDREVO	PIERROT	H	Fivelomampo	Zanga foty	Andamilamy	3
ANDREVO	TATA	H	Fivelomampo	Zanga foty	Andamilamy	2
ANDREVO	ZANO	H	Fivelomampo	Zanga foty	Antangorombato	1
ANDREVO	BATOTO	H	Fivelomampo	Zanga foty	Antangorombato	3
ANDREVO	HITA	H	Fivelomampo	Zanga foty	Antangorombato	1
ANDREVO	EDIKY	H	Fivelomampo	Zanga foty	Antangorombato	1
ANDREVO	PERLINE	F	Initiateur	Zanga foty	Ankiririky	2
ANDREVO	ZEVO	H	Initiateur	Zanga foty	Ankiririky	1
AMBOLOMAILAKY	NAMBOKELY	H	Fivelomampo	Zanga foty	Ambolomailaky	1
AMBOLOMAILAKY	JIRLA	H	Fivelomampo	Zanga foty	Ambolomailaky	1
AMBOLOMAILAKY	NIAKY	H	Fivelomampo	Zanga foty	Ambolomailaky	1
AMBOLOMAILAKY	SIATA	H	Fivelomampo	Zanga foty	Ambolomailaky	1
AMBOLOMAILAKY	AIMEE	H	Fivelomampo	Zanga foty	Ambolomailaky	1

[11] *Holothuria scabra*

Annexe 10 : Amende selon les types d'infraction commis sur l'holothuriculture et algoculture

Holothuriculture		
Type d'infraction	**Amende (ar)**	
	Andrevo	**Ambolomailaky**
Mandeha tsy ara-potoana anaty vala (Visite de l'enclos à un moment non autorisé)	30 000	100 000
Manao draotsy anaty vala (pêche au chalut à moustiquaire à l'intérieur de l'enclos)	200 000-500 000	100 000
Mangalatra zanga (vol des holothuries)		500 000

Algoculture	
Type d'infraction	**Amende (ar)**
Mangalatra gony (Vol de sac d'ancrage)	5 000
Mangalatra lomotse (Vol d'algues)	100 000
Manimba taly (Sectionner les lignes de cultures)	
Mangalatra boué (Vol de bouée de délimitation)	