
Rapport de stage individuel
4^{ème} année
Etude d'impact pour l'introduction
de pépinières de coraux et la
réintroduction de l'espèce
Anadara antiquata (Tekateka)

Association Vahatra
Chez Juliette Soatsara, fkt fongony-Ambalahonko,
405 Analalava, MADAGASCAR

Tuteur entreprise :
Anthony Bracke
Coordinateur activités socio-environnementales

Thibaut Chabasse
IMA
2022-2023

Tuteur académique :
Karl Matthias Wantzen

Remerciements

Je tiens à remercier mon tuteur professionnel Anthony Bracke pour le suivi de mon stage, son écoute et sa bonne humeur tout au long de la période de stage. Il a été d'une grande aide pour s'intégrer rapidement à la vie malagasy et pour cela je l'en remercie.

Je remercie également mes binômes malagasy Edinot Ralainandrasana et Marcel Vorianarivelo qui ont été fantastiques pendant la phase terrain de ce stage, avec qui nous avons appris à parler quelques mots de malagasy, visité de nombreux endroits, joué à des jeux de société et très bien mangé.

Un grand merci à Victoire qui nous a loué sa maison pendant les 3 mois de stage et aussi à Eliat qui nous a préparé les repas midi et soir toutes les semaines ainsi que des plats « Vazaha » (Européens) quasiment tous les week-ends pour nous faire plaisir.

Également un grand merci aux binômes des autres membres du groupe, Salimo Mananjara, Herman Rasolofoniaina et Parfait Velomanana pour leur bonne humeur au travail et les soirées tous ensemble.

Merci aussi à Liantsoa Rambeloarivony pour sa gentillesse et son accueil et surtout son poisson fumé et sa confiture d'hibiscus.

Aussi, merci à Francine pour s'être occupée de la maison pendant le stage.

Bien évidemment, un grand merci à l'équipe complète Paul Bonhomme, Eléa Chaillot, Léo Bonnin, Romane Freland avec qui la mission a vu le jour au tout début et enfin Juliette Vastel qui a été ma binôme pendant la durée de ce stage.

Je remercie également tous ceux qui nous ont aidé à faire de ce stage une expérience inoubliable.

Enfin, merci à tous ceux sans qui la mission n'aurait pas pu être possible, Polytech Tours et l'équipe pédagogique de l'option Ingénierie des Milieux Aquatiques et l'association Ingénieurs Sans Frontières (ISF) et tous les élèves et parfois amis de Polytech Tours qui ont aidé à financer cette mission.

Pour terminer, un grand merci à ma famille ainsi qu'à Elise pour m'avoir soutenu pendant ces 3 mois.

Table des matières

Remerciements	1
Table des figures.....	4
Table des tableaux.....	5
Table des annexes	6
Avant-propos.....	7
Introduction.....	8
Cadre et acteurs du projet	8
Genèse du projet.....	8
Acteurs du projet.....	8
Présentation de la mission	8
Étude d'impact	8
Contextualisation du stage.....	9
Localisation du stage	10
Les Aires Marines Protégées (AMP)	11
Matériel et méthodes.....	11
Recherches bibliographiques	11
Atelier cartographique	11
Protocole de choix des sites pour l'implantation des pépinières	12
Suivi de l'estimation des stocks de l'espèce.....	13
Suivi de l'état des herbiers avec le protocole Seagrass Watch	13
Première partie : Étude d'impact pour l'introduction de pépinières de coraux.....	14
I. Introduction.....	15
a. Les récifs coralliens.....	15
i. Rôle des récifs.....	15
ii. Dans le monde.....	15
iii. A Madagascar	16
b. La coralline.....	16
II. Diagnostic	17
a. Carte participative et questionnaire	17
b. Etat actuel du milieu.....	21
c. Projection	22
III. Risques et mesures.....	23
d. Impact sur l'environnement.....	23

e. Vulnérabilité du projet	23
f. Suivis d'espèces, pêche	24
g. Réserve, réglementation et climat	24
Deuxième partie : Étude d'impact pour la réintroduction du bivalve <i>Anadara antiquata</i>	26
I. Introduction.....	27
II. Diagnostic	28
a. Carte participative et questionnaire	28
b. Etat actuel du milieu.....	28
c. Projection	31
Discussion.....	32
Installation et suivi de pépinières.....	32
Transplantation des boutures dans le milieu naturel	33
Bilan et recherches futures	34
Quel devenir pour la réintroduction d' <i>Anadara antiquata</i>	35
Livrables de la mission.....	37
Retour d'expérience	37
Bibliographie.....	38
Annexes	40

Table des figures

Figure 1 : Lieu de stage dans la région de Sofia à Madagascar (Chabasse Thibaut, 2023).....	10
Figure 2 : Zone d'étude à Nosy Lava (Chabasse Thibaut, 2023).....	10
Figure 3 : Zone d'étude à Ampasipitily (Chabasse Thibaut, 2023).....	10
Figure 4 : Espèce d'algue coralline encroûtante sur des surfaces rocheuses sur l'île de la Réunion (Wikipedia, sd).....	16
Figure 5 : Cartographie des substrats et milieux réalisée par les habitants du lagon d'Antangerina (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023).....	17
Figure 6 : Cartographie des substrats et milieux réalisée par les habitants du lagon d'Ampasipitily (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023).....	18
Figure 7 : Points GPS réalisés à Ampasipitily (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023) ...	18
Figure 8 : Points GPS réalisés à Ampasipitily (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023) ...	19
Figure 9 : Cartographie des substrats et milieux réalisée par Edinot, le technicien lagon, du lagon d'Antangerina (Auteurs : Ludovic Gouérec, 2016).....	20
Figure 10 : Cartographie des substrats et milieux réalisée par Edinot, le technicien lagon, du lagon d'Ampasipitily (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023).....	20
Figure 11 : Schéma représentant le Tekateka et le sens d'entré et de sortie de l'eau de mer	27
Figure 12 : Cycle de reproduction du Tekateka	27
Figure 13 : Schéma de l'espèce Thalassodendron ciliatum	27
Figure 14 : Cartographie des espèces et des zones de pêche par les habitants d'Ampasipitily (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023)	28
Figure 15 : Résultats du suivi de l'estimation des stocks de Tekateka à Ampasipitily le 20/06/2023 ..	29
Figure 16 : Résultats du suivi de l'estimation des stocks de Tekateka à Ampasipitily le 21/06/2023 ..	30
Figure 17 : Exemples de structures de pépinières de coraux. (A : structure en métal ; B : structure en corde ; C : bloc de ciment, D : Reef Balls ; E : arbre de Noël) (A. Romon, 2018).....	32
Figure 18 : Pépinière à cordes fixées sur le fond (A. Masson, 2015)	33
Figure 19 : Exemples de méthodes pour attacher les fragments au milieu (A : transplants attachés avec des clous, de l'époxy et un câble en plastique ; B : transplants attachés au Reef Ball ; C : transplant attaché à une structure en rosette) (A. Romon, 2018)	35

Table des tableaux

Tableau 1 : Résultats obtenus sur le terrain des principales caractéristiques des sites étudiés :.....	21
Tableau 2 : Catégories de gestion des Aires Protégées (UICN, sd)	24
Tableau 3 : Nombre d'individus de l'espèce <i>Anadara antiquata</i> échantillonné le 20/06/2023 à Ampasipitily par quadra :	30
Tableau 4 : Nombre d'individus de l'espèce <i>Anadara antiquata</i> échantillonné le 21/06/2023 à Ampasipitily par quadra :	31

Table des annexes

Annexe 1 : Organigramme de l'association VAHATRA.....	40
Annexe 2 : Légende de la cartographie participative réalisée par Juliette Vastel et Thibaut Chabasse	40
Annexe 3 : Fonds de carte issus de Google Earth pour l'atelier cartographie ; respectivement Antangerina (Nosy Lava) et Ampasipitily	41
Annexe 4 : Légende de la cartographie participative réalisée par Juliette Vastel et Thibaut Chabasse et traduite par Edinot Ralainandrasana	42
Annexe 5 : Fiche de terrain pour la description des sites choisis pour l'implantation de pépinières ..	43
Annexe 6 : Fiche et légende d'évaluation des stocks de Tekateka	44
Annexe 7 : Fiche de terrain du protocole Seagrass Watch	45
Annexe 8 : Renseignements des sites choisis pour l'implantation de pépinière de coraux à Antangerina (Nosy Lava), Amboanio (Nosy Lava) et Ampasipitily	46
Annexe 9 : Résultats obtenus suite à la mise en place du protocole d'estimation des stocks des Tekateka le 20/06/2023 et le 21/06/2023 dans les herbiers d'Ampasipitily	53
Annexe 10 : Différentes espèces de coraux des lagons	54

Avant-propos

Ce rapport de stage est réalisé à partir de publications existantes. La littérature concernant la partie sur la réintroduction du bivalve *Anadara antiquata* (Tekateka) n'existe quasiment pas. L'étude proposée ici s'appuiera donc sur des rapports réalisés sur l'espèce par d'anciens bénévoles ayant travaillé sur l'espèce auparavant.

La première partie traitera de l'étude sur l'introduction de pépinières de coraux.

La seconde se tournera sur l'étude concernant la réintroduction de l'espèce *Anadara antiquata*.

Introduction

Cadre et acteurs du projet

Genèse du projet

Ce projet est né lors de recherches menées dont le but était de créer une mission à l'étranger tournée sur l'environnement. L'objectif était de trouver une association locale travaillant sur des projets d'intérêt liés à des thématiques environnementales et de s'inscrire dans des projets initiés par des demandes locales. La création de cette mission a pu voir le jour également, car les membres désirant participer font partie de l'association Ingénieurs Sans Frontières. ISF est une association nationale se déclinant en de nombreuses antennes sur le territoire métropolitain, dont l'une est présente à Tours. L'objectif principal de cette association est de « participer à des projets de développement, de questionner et de rappeler la responsabilité sociale et citoyenne de l'ingénieur en donnant la parole aux Suds » (*ISF France, sd*).

Combiné au stage ingénieur de 3 mois proposé dans le cadre du cursus ingénieur en Aménagement et Environnement de Polytech Tours, le stage/mission a pu être mis en place.

Acteurs du projet

L'association contactée dans un premier temps est Opti'pousse Haie (OpH). Elle soutient techniquement et financièrement l'association locale VAHATRA agit localement dans le district d'Analava et travaille avec les populations locales en apportant l'aide nécessaire aux besoins qu'elles ont identifiés (*Opti'pousse Haie, sd*). OpH travaille donc conjointement avec VAHATRA, association locale dans laquelle fait aussi partie le tuteur encadrant cette étude. VAHATRA a pour objectif d'assouvir les besoins présents et futurs des populations au travers d'une gestion soutenable de l'environnement par et pour les populations. Cette protection passe par une étape de collecte de données socio-environnementales et économiques qui permet la mise en place de projets répondant aux réels besoins des habitants (Annexe 1). Sur place, le travail réalisé se fait également à l'aide d'un technicien malagasy, Edinot Ralainandrasana, qui connaît déjà les lieux à étudier et permet de faire le pont avec la population malagasy.

Présentation de la mission

Étude d'impact

Une étude d'impact a pour objectif de prédire les conséquences environnementales d'un projet afin de limiter, atténuer ou compenser les impacts et donner un projet respectueux vis-à-vis de l'environnement.

En ce qui concerne l'étude menée, il s'agit de déterminer les conséquences sur l'environnement de l'introduction de pépinières et de la réintroduction d'une espèce dans un milieu naturel.

Contextualisation du stage

Selon le dernier rapport du GIEC, les changements climatiques influencent fortement la survie des espèces de coraux. Le réchauffement des eaux en plus des catastrophes naturelles telles que les cyclones et des pratiques humaines favorisent la disparition des récifs. Il se pourrait que 99 % des coraux disparaissent d'ici à 2100.

Pour essayer de limiter la destruction de ces habitats d'intérêt pour les espèces animales, mais également pour l'homme qui vient pêcher de nombreuses espèces de poissons et faire du tourisme dans ces écosystèmes, des plans de gestion et de sauvegarde voient le jour. Parmi eux, la création de pépinières semble être l'une des solutions envisagées pour réduire notre impact sur le milieu.

Afin de se préparer aux dégâts que pourront subir les coraux dans les prochaines années, l'association Vahatra a proposé l'idée d'introduire des pépinières de coraux dans les lagons autour d'Analalava. La Direction Régionale de la Pêche et de l'Économie Bleue approuve cette idée, mais demande au préalable la réalisation d'une étude d'impact.

Deux objectifs ont été identifiés par l'association Vahatra justifiant l'intérêt des pépinières de coraux.

Le premier objectif de ces pépinières est de sélectionner les espèces résistantes à des phénomènes climatiques tels qu'El Niño, qui a pour conséquence un réchauffement rapide et fort des eaux tropicales. Le stress engendré peut occasionner un blanchiment des coraux.

Le second objectif concerne plutôt les événements cycloniques. Ces derniers sont connus pour générer des vents puissants et une houle particulièrement forte. Ils peuvent avoir pour conséquence la destruction des coraux et le déracinement des herbiers. Plusieurs pépinières seraient disposées dans différentes zones afin d'être abritées lors de telles catastrophes naturelles. La méthode de sélection des individus diffère par rapport au premier objectif. Ici, les morceaux cassés et vivants de n'importe quelle espèce de corail seraient récupérés pour être cultivés en pépinière.

Concernant *Anadara antiquata* (Tekateka), le passage du cyclone Gafilo en 2004 a été dévastateur pour l'environnement et l'espèce a disparu suite à cet événement dans les lagons d'Ampasipitily. L'idée de la réintroduction de cette espèce vient de Vahatra dans l'objectif de soutenir les populations locales qui n'ont plus cette ressource alimentaire et économique. L'idée a aussi été approuvée par Direction Régionale de la Pêche et de l'Économie Bleue qui demande également une étude d'impact avant la mise en place du projet.



Localisation du stage

Ces 2 études sont menées dans certains lagons du district d'Analalava. Les locaux de travaux se situent dans la ville d'Analalava également lieu où est implanté l'organismes d'accueil VAHATRA :

Figure 1 : Lieu de stage dans la région de Sofia à Madagascar (Chabasse Thibaut, 2023)



Figure 2 : Zone d'étude à Ampasipitily (Chabasse Thibaut, 2023)

Figure 3 : Zone d'étude à Nosy Lava (Chabasse Thibaut, 2023)

Les sites de Nosy Lava et d'Ampasipitily ont été choisis, car les populations locales ont identifié les enjeux environnementaux, économiques et sociaux liés à leur territoire. Les projets d'introduction de pépinières et la réintroduction des Tekateka (*Anadara antiquata*) sont des solutions pour lutter contre la disparition progressive des ressources dans un contexte de changements climatiques.

Les Aires Marines Protégées (AMP)

Une Aire Marine Protégée est un espace maritime délimité en mer qui a pour objectif de protéger la nature (faune, flore, écosystèmes) et les ressources qui y sont associées. Cet objectif est souvent associé à un objectif de développement socio-économique. La gestion de ces AMP peut être confiée à des instances locales à l'intérieur desquelles sont représentées les parties prenantes. Lorsqu'il s'agit d'une Aire Marine Protégée à Gestion Communautaire comme ce qui est en train d'être mis en place dans le district d'Analalava, les représentants des pêcheurs, des habitants, des femmes et autres instances se regroupent pour décider eux-mêmes des règles mises en place dans le cadre de l'AMPGC.

Dans le cadre de Madagascar et de cette étude, il s'agit de protéger et de permettre le renouvellement des ressources halieutiques et de la protection d'habitats écologiques menacés par les changements globaux et les techniques de pêche des locaux (Géoconfluences, 2021).

Matériel et méthodes

Recherches bibliographiques

La première partie du stage consistait à relever des études concernant les impacts que pourraient générer l'introduction de pépinières de coraux dans un milieu naturel. Pour compléter le sujet et avancer dans la réflexion, il a été décidé avec le tuteur professionnel de s'intéresser aux différents types de pépinières existants ainsi qu'aux méthodes de suivi pour savoir où mettre en place ces pépinières. Enfin, d'autres recherches ont été réalisées sur les suivis lorsque les pépinières seront implantées ainsi que les méthodes de transplantation de boutures. Ces suivis permettront de calculer les taux de croissance et de mortalité des coraux en pépinière et transplantés.

Concernant la réintroduction des Tekateka, l'objectif était de déterminer les impacts négatifs de la réintroduction du Tekateka dans le lagon d'Ampasipitily. Or, les recherches bibliographiques n'ont pas permis de trouver des impacts négatifs sur la réintroduction d'une famille initialement présente dans ce même milieu. Les recherches se sont donc tournées vers des méthodes pour réintroduire l'espèce dans le milieu.

Atelier cartographique

L'atelier cartographique participatif se définit comme étant la création de cartes par les populations locales avec régulièrement l'implication d'organisations d'appui. La

cartographie participative rend possible la visualisation de la perception d'un environnement spécifique que possède une communauté. L'intérêt de cet atelier est de donner le contrôle, la gestion et la responsabilité à toutes les étapes de la cartographie (OpH, sd).

L'étude menée sur l'introduction des pépinières de coraux et de la réintroduction d'*Anadara antiquata* s'est faite en parallèle de celle sur l'introduction d'habitats pour les poulpes et les langoustes. C'est pour cela que la légende présentée en annexe reprend tous les éléments servant à ces études (Annexe 2).

L'atelier de cartographie a été réalisé sur les deux sites d'étude à Antangerina et Ampasipitily avec des pêcheurs et des pêcheuses.

En amont de la phase terrain, il a été convenu avec les techniciens Edinot et Marcel de réaliser cet atelier avec une dizaine de personnes maximum en deux groupes de 5 pour faciliter la participation de tous les participants. En effet, ce sont eux qui sur place jouaient le rôle d'intermédiaire avec la population malagasy.

Une carte du lagon (Annexe 3) a été mise à disposition des groupes ainsi que des feuilles calques, des crayons de couleur et la légende traduite en malagasy (Annexe 4).

Sur ces cartes ont été placées des feuilles calques pour que les participants à l'aide de nos binômes puissent dessiner les cartes. La partie concernant les différents milieux et substrats a servi, notamment à savoir où se diriger pour déterminer les stations servant dans une étude future de point de départ pour l'introduction de pépinières.

Protocole de choix des sites pour l'implantation des pépinières

Le protocole mis en place vient en partie de la fiche de suivi du protocole des Sentinelles du récif servant à réaliser une évaluation rapide de la faune (Réserve Naturelle Marine de la Réunion, sd). Ce qui a été gardé sur la fiche pour déterminer les sites d'implantation de pépinières sont les cadres reprenant une partie des caractéristiques de l'observateur et les données du site. Ce qui a été ajouté concerne le cadre sur les coordonnées GPS du site d'intérêt, et la description dudit site (Annexe 5).

Le matériel nécessaire pour appliquer ce suivi est le suivant : palmes, masque et tuba, plaque submersible pour prendre des notes, GPS pour relever les points d'intérêt et si possible caméra pour filmer la zone choisie dans sa globalité afin de mieux la décrire par la suite.

Pour appliquer ce suivi, l'idéal est de se rendre sur une zone choisie au préalable, ici déterminée à l'aide de l'atelier cartographique participatif et de prospector la zone à plusieurs afin d'être plus efficace. Il est important de se rendre sur le terrain lors de marées basses pour trouver des zones suffisamment profondes pour l'implantation de pépinières qui doivent impérativement être placées dans une zone qui ne sera jamais émergée. En fonction du coefficient de marée, une correction ou une interprétation est à faire pour avoir les profondeurs lors des très grandes marées en septembre par exemple. Les pépinières ne doivent pas dépasser la surface de l'eau durant une marée basse.

Les données relevées sur le terrain, le courant, le vent et leur direction et la profondeur. Les autres caractéristiques présentes sur la fiche du suivi peuvent être complétées avant et/ou après la phase de plongée.

Suivi de l'estimation des stocks de l'espèce

Dans le but de savoir si l'espèce *Anadara antiquata* est présente dans le lagon d'Ampasipitily, une partie du protocole mis en place par OpH et ATF quelques années auparavant dans les lagons du district d'Analalava a été utilisée. Pour cela, des quadras de 1m² ont été placés aléatoirement dans les zones d'herbiers marins afin de fouiller le substrat et de collecter les bivalves. Les individus trouvés sont placés dans des sacs numérotés (OpH, sd).

Un tri des *tekateka* est ensuite effectué à l'aide d'une pile de seaux troués au fond pour une certaine classe de taille. Ce système fonctionne comme un tamis. Les seaux sont retirés chacun leur tour et les individus restés dans le seau sont comptabilisés. Ce tri permet de voir la densité d'individus se situant dans chacune des classes de taille pour chacun des quadras (Annexe 6). Ce suivi a ici pour rôle de savoir si le milieu abrite encore l'espèce *Anadara antiquata* censé être disparue à Ampasipitily.

Suivi de l'état des herbiers avec le protocole Seagrass Watch

Le protocole Seagrass Watch permet de faire un état des lieux de l'état des herbiers, de la macrofaune et de décrire le milieu. Sa mise en place permet plus largement de faire une « photographie » du milieu à un instant donné. Ce protocole est intéressant car il utilise une méthode standard utilisée dans le monde entier. Lorsqu'un suivi des herbiers est réalisé tous les ans, le Seagrass Watch permet de faire ressortir une modification de la densité et de la composition des herbiers (L-C Rosset et L Gouérec, 2017).

Dans un premier temps, le choix du site échantillonné est important. En effet, il est préférable de sélectionner un environnement homogène en herbier. Cela permet la comparaison des résultats entre transect et entre les stations.

Une fois le site sélectionné, 3 transects de 50 mètres sont réalisés. Le premier mis en place correspond à celui du milieu. Les deux autres se situent de part et d'autre à une distance de 25 mètres. Les coordonnées GPS sont relevées au début du transect n°2 (celui du milieu). Un quadra de 50 cm de côté est fait tous les 5 mètres pour un total de 11 quadras. Dans chaque quadra, plusieurs données sont analysées. Il y a une description du sol en fonction de la taille du grain, une description et une estimation de la macrofaune présente dans le quadra ainsi que d'autres paramètres tels que l'estimation de chaque espèce de phanérogame (Annexe 7).

Première partie : Étude d'impact pour l'introduction de pépinières de coraux



Photo © Coral Restoration Foundation

I. Introduction

a. Les récifs coralliens

i. Rôle des récifs

Les coraux font partie de la famille des Scléactiniaires. Ils sont composés d'un exosquelette calcaire sécrété par des organismes appelés polypes. Cette sécrétion dépend de la concentration et de la disponibilité en ions calcium (Ca^{2+}). L'acidification des océans est un problème majeur pour les coraux durs, car la disponibilité des ions carbonates diminue due à des réactions en chaîne suite à l'absorption de molécules de dioxyde de carbone. Pour former le squelette du corail, la réaction s'opère entre les ions calcium et les ions carbonates (CO_3^{2-}).

Il existe deux grands types d'espèces chez les Scléactiniaires, les hermatypiques et les ahermatypiques. Le premier groupe est composé d'espèces capables d'endosymbioses avec des microalgues unicellulaires faisant partie du genre *Symbiodinium* ou Zooxanthelles. Ces derniers fournissent au polype 95 % de son énergie grâce à la photosynthèse. Ce n'est que pendant la nuit que le polype doit chasser pour subvenir à ses besoins. Le second groupe contient les espèces qui ne pratiquent pas l'endosymbiose. Les polypes doivent, pour survivre, se nourrir à l'aide de tentacules plus longues que celles des espèces hermatypiques.

Une espèce hermatypique a besoin de conditions particulières pour pouvoir se développer. Un milieu euphotique avec une faible turbidité permet le passage de la lumière et ainsi une bonne photosynthèse. Ces distinctions sont intéressantes à prendre en compte pour déterminer le choix d'espèces de coraux à implanter dans une pépinière (A. Masson, 2015).

Les coraux peuvent être solitaires ou constructeurs de récifs. Les espèces à l'origine des barrières de corail sont à la base d'écosystèmes complexes. La présence des récifs induit une modification des conditions du milieu. Ils limitent les impacts de la houle et du courant permettant à la lumière de pénétrer plus aisément la colonne d'eau. Cet écosystème sied à de nombreuses espèces de poissons, d'algues, de macroinvertébrés, d'herbiers ou encore d'autres espèces de coraux tels que les coraux mous et libres.

Les récifs coralliens abritent une faune très diversifiée. En termes de production primaire, cet écosystème peut être comparé aux forêts tropicales. Ils jouent le rôle de pouponnière pour de nombreuses espèces de poissons consommées notamment par l'Homme.

Les formes de récifs varient grandement selon les sites et selon l'endroit dans le lagon. Ces successions sont les suivantes : le front, la crête corallienne, le platier et le revers (P. Arnould, 2003).

Ces environnements complexes jouent un rôle majeur dans l'économie mondiale car de nombreuses activités telles que la pêche et le tourisme en dépendent.

ii. Dans le monde

La surface totale couverte par les écosystèmes coralliens a été estimée à environ 284 000 km² ce qui représente uniquement que 0,1% de la surface totale des océans. Ces écosystèmes existent dans plus de 40% des pays mais sont répartis de manière inégale. Cinq pays concentrent à eux seuls la moitié de la surface prise par les récifs coralliens. Il s'agit de

l’Australie, l’Indonésie, les Philippines, la France et la Papouasie Nouvelle-Guinée. En plus de jouer un rôle important pour toute la biodiversité s’y trouvant, ils ont aussi un rôle important pour le bon fonctionnement d’écosystèmes adjacents tels que les herbiers ou encore les mangroves (N. Prasil Delaval, 2021).

iii. A Madagascar

Madagascar est une île située dans l’océan Indien, à l’Est du continent Africain. Cette île, la 4^{ème} plus grande au monde est caractérisée par une faune et une flore très développées ainsi qu’un fort taux d’endémisme.

La surface que représente les récifs coralliens est estimée à environ 4200 km² ce qui représente environ 1,6 % de la surface mondiale des récifs coralliens. Ces derniers sont principalement situés sur la côte ouest et sud de Madagascar, au niveau du Golf du Mozambique. Selon l’UICN en 2021, il existe sur l’île 352 espèces de coraux durs et 647 espèces de poissons habitant dans ces récifs (N. Prasil Delaval, 2021).

Les malagasys sont très dépendants des ressources produites par ces écosystèmes. En effet, la pêche emploie environ 102 000 pêcheurs et le poisson est très consommé localement puisque 90 % de la production est vendue sur place.

Au-delà de la pêche, le tourisme basé sur les récifs représente environ 5 % du PIB du pays. Il existe bel et bien un enjeu de taille pour les communautés locales en plus de l’enjeu écologique en ce qui concerne les récifs coralliens (N. Prasil Delaval, 2021).

b. La coralline

Afin de mieux comprendre les dynamiques d’un lagon, il est également intéressant d’évoquer les algues corallines encroûtantes (CCA). Les algues corallines possèdent également un squelette calcaire comme les coraux durs et font partie du groupe des algues rouges. Ces dernières sont généralement associées aux récifs sains et permettent notamment la colonisation de nombreux organismes comme les coraux.



Figure 4 : Espèce d’algue coralline encroûtante sur des surfaces rocheuses sur l’île de la Réunion (Wikipedia, sd)

L’étude portant sur l’association algue coralline – corail met en lumière la manière dont les larves coralliennes sélectionnent certaines espèces d’algues pour s’implanter dans le

milieu. Il en ressort que sur l'étude menée sur 6 espèces de CCA, toutes présentes des taux d'implantation relativement élevés et *Titanoderma prototypum* possède les meilleurs résultats où une majorité de coraux se fixe sur cette algue. Les différentes espèces d'algues corallines encroûtantes ont des impacts positifs et/ou négatifs sur la survie des recrues de coraux selon leur taille. C'est une information importante à prendre en compte pour la transplantation de boutures coralliennes dans un milieu naturel (H. Jorissen, 2020).

II. Diagnostic

a. Carte participative et questionnaire

La phase terrain s'est déroulée entre le 15 et le 25 juin avec une première partie à Nosy Lava du 15 au 18 juin et une autre du 19 au 24 juin à Ampasipitily. Le retour s'est fait en 2 jours jusqu'à Analalava. Le protocole a été le même sur les deux zones d'étude.

A l'issue de l'atelier de cartographie participative, les données ont été étudiées afin de savoir vers où se diriger dans le lagon pour déterminer les sites d'intérêt pour les pépinières.

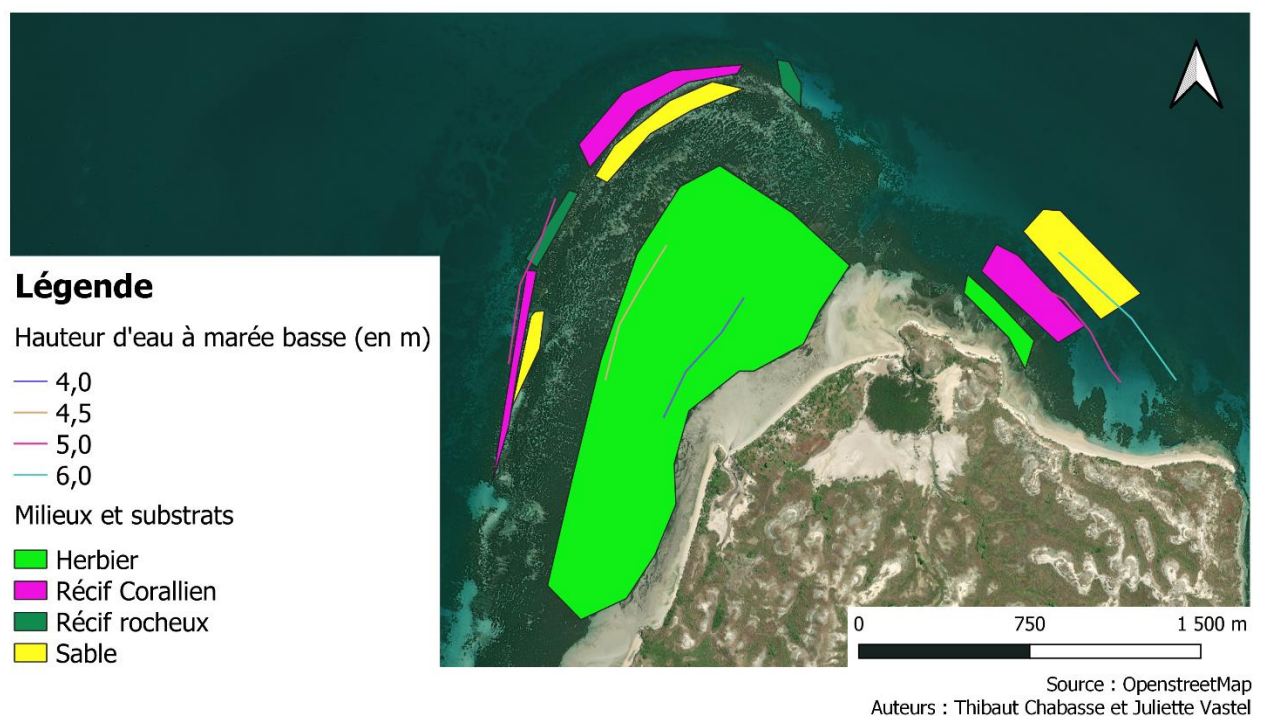
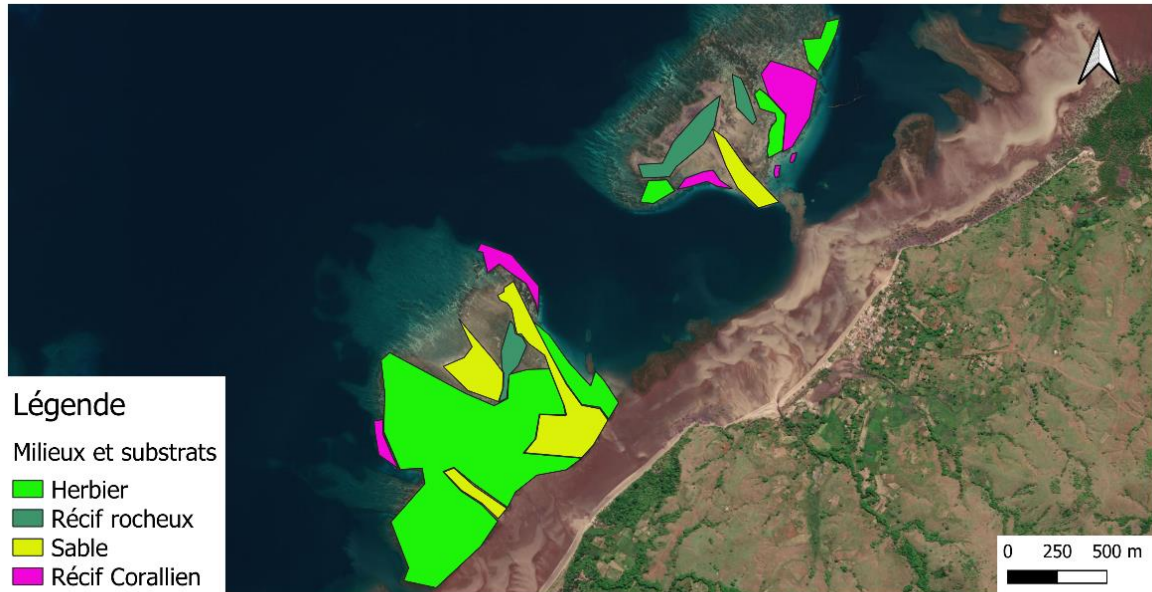


Figure 5 : Cartographie des substrats et milieux réalisée par les habitants du lagon d'Antangerina (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023)



Source : OpenStreetMap
Auteurs : Thibaut Chabasse et Juliette Vastel

Figure 6 : Cartographie des substrats et milieux réalisée par les habitants du lagon d'Ampasipitily (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023)

Avec les données obtenues ainsi que les connaissances des habitants et du technicien, les zones étudiées sont respectivement celle à l'Ouest pour Nosy Lava et celle au Nord pour Ampasipitily. Les points intéressants pour l'étude récoltés sont les suivants :

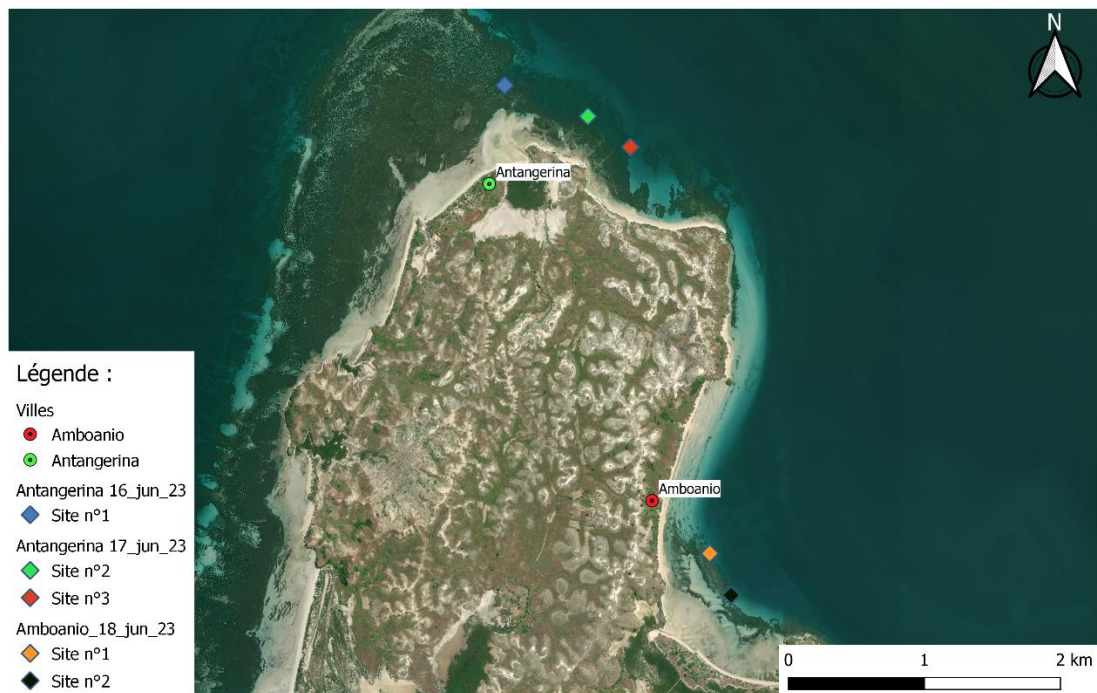


Figure 7 : Points GPS réalisés à Ampasipitily (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023)



Figure 8 : Points GPS réalisés à Ampasipitily (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023)

Concernant la partie à Nosy Lava, un deuxième site d'intérêt a été sélectionné : Amboanio. En effet, cette zone peut constituer un abri en cas de passage d'un cyclone dans les années à venir. L'objectif est en effet de multiplier des zones protégées au sud à l'Est ou au Nord et dans le but d'augmenter les chances que l'une d'entre elles puissent être abritées lors d'un cyclone. Sur chacun des sites, certaines pépinières serviront à accueillir des individus ayant résisté à des événements climatiques tels qu'El Nino et d'autres accueilleront des morceaux d'individus encore en vie qui se seront décrochés avec le passage d'un cyclone. La multiplication des sites diminuera le risque de perte des fragments en pépinières augmentant ainsi les chances d'atteindre les objectifs.

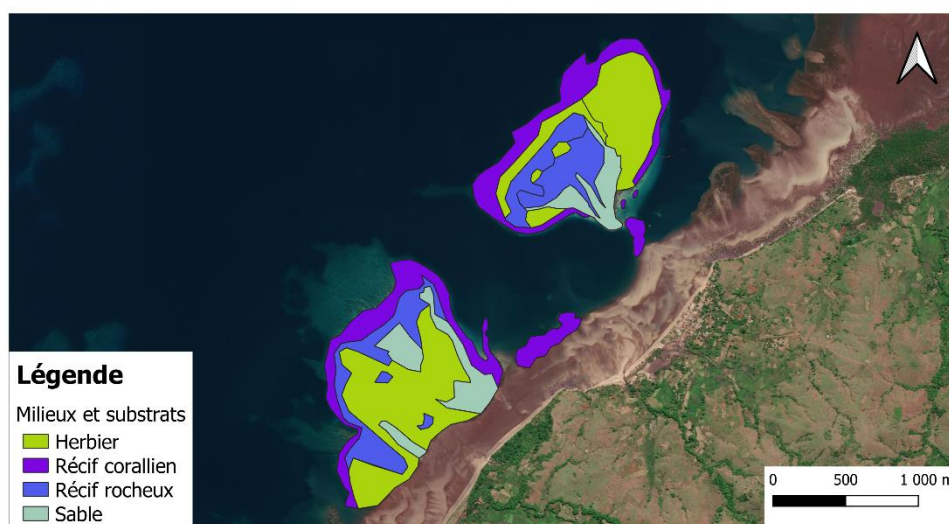
Il en va de même pour les points GPS pris à Ampasipitily. Ils se situent de part et d'autre d'une île rocheuse et sableuse apparaissant à marée basse. Cet espace naturel constitue une protection non négligeable face à des catastrophes naturelles futures.

La cartographie réalisée par les habitants n'étant pas complète en ce qui concerne les milieux et substrats, il a été décidé d'en produire des plus précises avec le technicien.

Des cartes plus précises existent pour Antangerina. Pour Ampasipitily, une nouvelle carte plus complète a été réalisée à l'aide des connaissances d'Edinot. Il serait par conséquent pertinent dans une étude future, de retourner sur le terrain pour affiner la carte et produire un rendu plus précis que celui proposé ci-dessous.



Figure 9 : Cartographie des substrats et milieux réalisée par Edinot, le technicien lagon, du lagon d'Antangerina (Auteurs : Ludovic Gouérec, 2016)



Source : OpenStreetMap
Auteurs : Thiabut Chabasse et Juliette Vastel

Figure 10 : Cartographie des substrats et milieux réalisée par Edinot, le technicien lagon, du lagon d'Ampasipitily (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023)

b. Etat actuel du milieu

Les résultats obtenus (Annexe 8) ont été compilés en partie dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Résultats obtenus sur le terrain des principales caractéristiques des sites étudiés :

Caractéristiques des sites d'étude :							
	Antangerina			Amboanio		Ampasipitily	
Date	16/06/2023	16/06/2023	17/06/2023	18/06/2023	19/06/2023	23/06/2023	23/06/2023
Type de plongée	Palmes, Masques, Tuba	Palmes, Masques, Tuba	Palmes, Masques, Tuba	Palmes, Masques, Tuba	Palmes, Masques, Tuba	Palmes, Masques, Tuba	Palmes, Masques, Tuba
Visibilité (m)	5-10m	5-10m	5-10m	< 5m	< 5m	5-10m	5-10m
Profondeur (m)	4m	5m	5m50	4m	5m50	6m	3,5m
Période de marée	Etale	Etale	Etale	Montante	Montante	Etale	Etale
Vent	0 - 20 km/h (direction Est)	0 - 20 km/h (direction Est)	0 - 20 km/h (direction Est)	> 50 km/h (direction Ouest)	> 50 km/h (direction Ouest)	20 - 50 km/h (direction Est)	20 - 50 km/h (direction Est)
Houle	< 1m	< 1m	< 1m	Entre 1,5 et 2m	Entre 1,5 et 2m	< 1m	< 1m
Courant	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Faible

Les sites relevés ont été déterminés lors des grandes marées basses du mois de juin 2023. Les profondeurs relevées sont donc à prendre en considération pour une date précise et ne constituent pas une donnée immobile dans le temps. Cependant, il a été choisi avant les phases de terrain de se rendre sur des zones regroupant des caractéristiques propices pour la croissance des coraux.

Il fallait par exemple prendre en compte une profondeur suffisante même à marée basse afin de fixer des pépinières ne risquant pas d'être émergées pendant une partie de la journée. De plus, la profondeur devait être suffisante pour éviter que les boutures ne subissent l'effet du soleil et finissent par en mourir. L'idéal est d'opter pour une profondeur similaire à celle du site de collecte. En se basant sur la littérature, une profondeur de 5 mètres est proposée pour des pépinières fixées au fond (A. Masson, 2015). Les boutures de coraux sont fixées à une hauteur de 2m par rapport au sol et se situent environ à 3m de profondeur.

Également, il fallait trouver une zone légèrement éloignée du récif pour éviter les transferts de maladie entre les récifs coralliens et les pépinières. Un autre paramètre important est la luminosité. Les sites d'implantation de pépinières choisis doivent avoir une profondeur similaire aux sites de prélèvement pour éviter le stress d'acclimatation des boutures à leur nouveau milieu mais aussi la photo-inhibition. Concernant enfin la qualité de l'eau, les sites ne doivent pas être à proximité de zones à forts apports nutritifs comme les rivières ou encore les zones de résurgence souterraines.

Le choix du site d'implantation est donc basé sur ces caractéristiques. Comme expliqué précédemment, les profondeurs ne sont jamais les mêmes avec le marnage de la zone d'étude. En septembre, les marées sont bien plus importantes qu'au mois de juin. Cette

information indique que la profondeur de 4m relevée à Antangerina le 16 juin 2023 ne sera pas la même lors des grandes marées basses du mois de septembre.

Aussi, les sites présentaient une luminosité suffisante pour permettre l'implantation d'une pépinière.

Cependant, les conditions météorologiques de la journée passée à Amboanio étaient différentes. Cet endroit est relativement exposé au vent arrivant de l'Ouest sur une partie de la baie. Il y avait par conséquent des sédiments en suspension rendant la prospection du site plus compliquée. Il était préférable d'attendre que le vent se calme légèrement avant d'étudier la zone. C'est pour cette raison que la marée était déjà montante contrairement aux autres jours d'études dans le lagon à Antangerina et Ampasipitily. La lumière pouvait tout de même traverser la colonne d'eau, mais la densité de sédiments dans l'eau pourrait être un frein pour la création de pépinières. Les points GPS relevés sont dans des endroits où la houle était moins importante et les sédiments moins en suspension.

La différence notable sur le choix du site par rapport à ceux d'Antangerina et Ampasipitily est la localisation dans le lagon. Tandis que les points sont tous pris à l'intérieur du lagon, ceux d'Amboanio sont situés juste derrière la barrière de corail. En effet, aucune zone n'était suffisamment profonde et près des récifs pour mettre une pépinière. Seulement, la zone est tout de même abritée car se situant dans une baie entourée de falaises rocheuses.

c. Projection

Il existe deux types de restauration. La restauration active et passive.

La première consiste notamment à mettre en place des programmes de jardinage corallien avec les pépinières, de créer également des récifs artificiels et aussi de faire de la transplantation dans des récifs endommagés.

La seconde consiste plus à mettre en place des zones de réserve présentant des règles à respecter pour limiter les dommages anthropiques sur l'environnement ou encore de mettre en place des quotas pour certaines espèces pêchées voire des interdictions de pêche pour des espèces d'intérêt. Il existe notamment les AMP ou les réserves naturelles marines comme moyen de faire appliquer ces règles. Cela peut aussi passer par de la sensibilisation auprès des populations concernées par ces services écosystémiques rendus par les récifs coralliens.

Ces deux types de restauration sont primordiaux pour la survie de ces écosystèmes complexes dont de nombreuses espèces animales ainsi que l'Homme ont besoin. Effectivement, le dernier rapport du GIEC prévoit une disparition de la quasi-totalité des récifs corallien si rien n'est fait d'ici à 2050 (GIEC, 2022). Depuis, de nombreux projets ont vu le jour partout dans le monde pour tenter de faire face à ces nouveaux défis mais les enjeux sont de taille et les recherches sont encore récentes. La législation française a, en 2009, « rendu obligatoire la mise en place d'initiatives destinées à compenser les impacts subis par l'environnement » (A. Chipeaux, 2016). Ces nouvelles mesures ont été les précurseurs permettant à de nombreux projets internationaux de voir le jour pour la restauration de ces écosystèmes.

Le déclin observé depuis quelques décennies de la couverture corallienne due aux menaces des changements climatiques et des actions de l'Homme fait que les récifs s'affaiblissent et ne parviennent parfois pas à faire face aux pressions. Les méthodes de réhabilitation actives doivent alors être développées pour les aider à survivre (A. Masson, 2015).

III. Risques et mesures

d. Impact sur l'environnement

La littérature ne fait pas mention d'impacts pouvant porter préjudice à l'environnement suite à l'introduction de pépinières de coraux. Cependant, il faut noter que les recherches et les expériences sur le jardinage corallien sont encore récentes. Les inquiétudes soulevées portent principalement sur l'introduction de pathogènes provenant des coraux en pépinière directement sur les récifs sauvages. Malgré le peu de données existantes pour l'évaluation de ce risque, il semblerait que les déclencheurs de maladies soient environnementaux et non pas dus aux techniques de jardinage corallien. Une des solutions envisagées est de mettre en quarantaine les coraux atteints de maladies et plus largement, seuls les coraux en bonne santé, c'est-à-dire présentant une coloration normale sont transplantés ensuite dans le milieu (A. Roman, 2018). Il existe par ailleurs de nombreuses maladies pouvant toucher les coraux. Il y a notamment, le blanchiment des coraux qui se traduit par un abandon de la structure calcaire par les zooxanthelles, la maladie des bandes noires, de la bande blanche, l'aspergillose ou encore la nécrose rapide des tissus (J. Vimal, 2007).

Un autre paramètre pouvant impacter directement l'état de santé des récifs coralliens concerne la génétique. Si la récolte de coraux se fait dans une même colonie, ensemble de polypes sur un squelette calcaire, cela ne favorise pas la diversité de gènes pour les individus, surtout si ce sont des coraux pratiquant la reproduction asexuée. Afin d'éviter la consanguinité et des dépressions d'exogamie, il convient de récolter des fragments provenant de plusieurs populations de coraux mères issues de sites éloignés les uns par rapport aux autres. De préférence, il ne faut pas prendre des fragments de population trop éloignés non plus pour garder la diversité des écotypes adaptés aux conditions locales (A. Roman, 2018). Effectivement, la biodiversité génétique fait partie des 3 échelles de la biodiversité, la biodiversité des écosystèmes, la biodiversité des espèces et la biodiversité génétique.

e. Vulnérabilité du projet

Plusieurs paramètres sont à prendre en considération. Le premier concerne la formation du personnel. Pour que des pépinières puissent voir le jour et se maintenir dans le temps, il faut pouvoir avoir des personnes qualifiées qui sachent intervenir sur les sites pour entretenir les pépinières. La volonté de l'association locale VAHATRA à Analalava est de mettre des pépinières qui pourront être entretenues par un référent de l'association et le technicien lagon. Une phase importante du projet d'introduction de pépinières consistera à former des personnes de la population locale tout en leur expliquant l'intérêt et le rôle de ces infrastructures.

De plus, si les projets ne sont pas suffisamment ancrés dans les habitudes locales et suivis, elles peuvent tomber en désuétude. Ces pépinières avec le temps et la croissance des coraux peuvent s'effondrer en entraînant la mort des morceaux de coraux fixés sur la pépinière. Il faut donc s'assurer au mieux que les populations locales se soient appropriées ces projets de jardinage (A. Roman, 2018).

Enfin, le dernier problème identifié est financier. Les fonds doivent être suffisamment importants pour assurer la rémunération des personnes qui vont fournir les matériaux, le ou

les techniciens qui vont installer ces pépinières, l'entretien des structures, la collecte de boutures, la transplantation, les études de suivi des milieux et les personnes qui vont entretenir les pépinières.

f. Suivis d'espèces, pêche

Il existe plusieurs suivis permettant de connaître l'état du milieu à un instant donné. Le protocole Reefcheck permet d'obtenir des informations sur les récifs coralliens relativement précises en s'intéressant aux espèces de coraux, de bivalves et les espèces piscicoles présentes.

Le protocole consiste à faire des transects sur un récif corallien et de réaliser un suivi du peuplement piscicole ou benthique, des substrats inorganiques et enfin des différentes classes de coraux (L. Gouérec, 2016).

Ces suivis Reefcheck pourraient être mis en place sur des zones de récifs autour des sites où les pépinières seront implantées. Ce protocole permet de faire intervenir les populations locales. Il pourrait être intéressant d'appliquer ce type de suivi sur les zones de prélèvement de coraux pour savoir si les coupes de morceaux de coraux n'ont pas fragilisé le récif. De même, ces suivis peuvent être réalisés en amont sur les zones désignées pour la transplantation. Cela permettrait d'avoir un suivi de l'évolution du récif après transplantation de boutures dans le milieu.

Des indicateurs tels que les suivis de pêche pourraient être instaurés. Ces derniers permettront de visualiser si les ressources évoluent dans les années à venir.

g. Réserve, réglementation et climat

L'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) a classé les mesures de gestion des écosystèmes en six catégories principales qui vont de la catégorie **Ia** correspondant à la réserve naturelle intégrale à la catégorie **VI** avec les Aires Protégées de ressources naturelles gérées.

Tableau 2 : Catégories de gestion des Aires Protégées (UICN, sd)

Code des catégories	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI
Catégories	Réserve naturelle intégrale	Zone de nature sauvage	Parc national	Monument naturel	Aire de gestion des habitats ou des espèces	Paysage terrestre ou marin protégé	Aire Protégée de ressources naturelles gérées

La mise en place d'Aires Marines Protégées est un moyen efficace de protéger la biodiversité marine et côtière et par conséquent les ressources pour la population. Ces zones n'ont pas pour objectif la protection d'une espèce en particulier comme les réserves terrestres le font mais plutôt d'habitats remarquables dans lesquels se trouvent des espèces intéressantes économiquement pour toutes activités en lien avec le milieu marin telles que la pêche ou le tourisme. En effet, les espèces marines sont plus rarement inféodées à un milieu

particulier rendant compliquée la création d'une zone de protection adéquate (L. Gouérec, 2016).

Sur le territoire malagasy, il existe déjà des règles favorables pour l'environnement. Par exemple, les jeudis sont des journées où la pêche est interdite. De plus, certaines interdictions existent. Il y a notamment le cas d'Ampasipitily où la pêche au poulpe est autorisée uniquement à pieds limitant les prises de ces espèces. Diverses lois locales existent dans les villages en faveur de certaines espèces comme ici le poulpe à Ampasipitily.

Enfin, lors de la saison sèche, les Alizées ou Varatraza en malagasy empêchent les pêcheurs de se rendre en mer car les vents, les rafales et la houle rendent dangereuses les sorties en bateau. Il ne s'agit pas de réglementation mais d'un phénomène climatique offrant une période plus calme pour la biodiversité. En contrepartie, des pêcheurs viennent s'installer le reste de l'année pour pêcher dans cette zone augmentant la pression sur les espèces récoltées par les pêcheurs.

Deuxième partie : Étude d'impact pour
la réintroduction du bivalve *Anadara*
antiquata



I. Introduction

L'espèce de bivalve *Anadara antiquata*, plus communément appelé Tekateka sur le territoire malagasy, fait partie de la famille des Arcidae. Cette espèce se retrouve dans les substrats sablo/vaseux des herbiers tropicaux. Il s'agit d'une espèce filtreuse d'eau de mer. Ses branchies retiennent le phytoplancton qu'il consomme. Sa taille varie entre 30 et 110 mm.

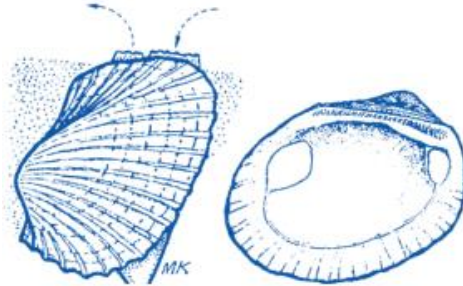


Figure 11 : Schéma représentant le Tekateka et le sens d'entrée et de sortie de l'eau de mer

Cette espèce atteint sa maturité sexuelle pour se reproduire pour une taille allant de 30 à 35 mm.

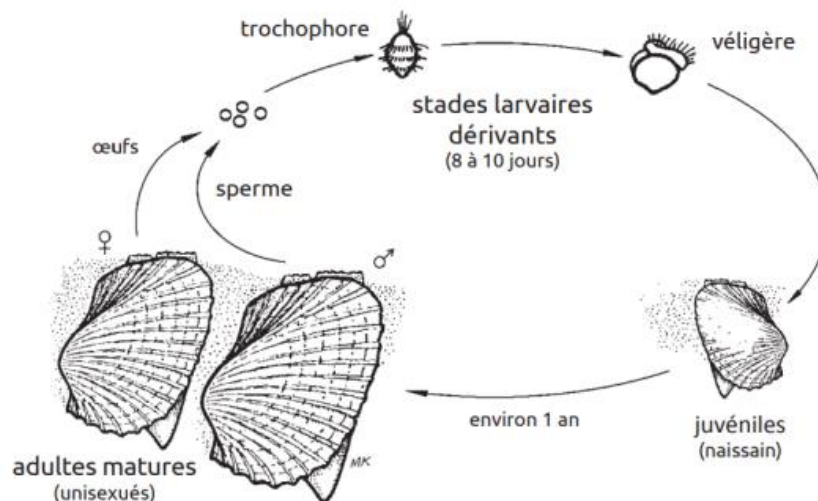


Figure 12 : Cycle de reproduction du Tekateka

Il existe très peu d'études sur l'espèce *Anadara antiquata* disponibles. C'est pour cette raison que ce rapport s'appuie sur des écrits produits par d'anciens bénévoles de l'association, Emeline Blanc, Edinot, Laura Rosset et Ludovic Gouérec qui ont auparavant travaillé sur le Tekateka ou les milieux dans lesquels ils vivent : les herbiers. Leurs études s'appuient aussi sur des recherches menées sur d'autres espèces de la même famille ou du même genre. *Anadara antiquata* se retrouve principalement dans les herbiers de l'espèce *Thalassodendron ciliatum*.



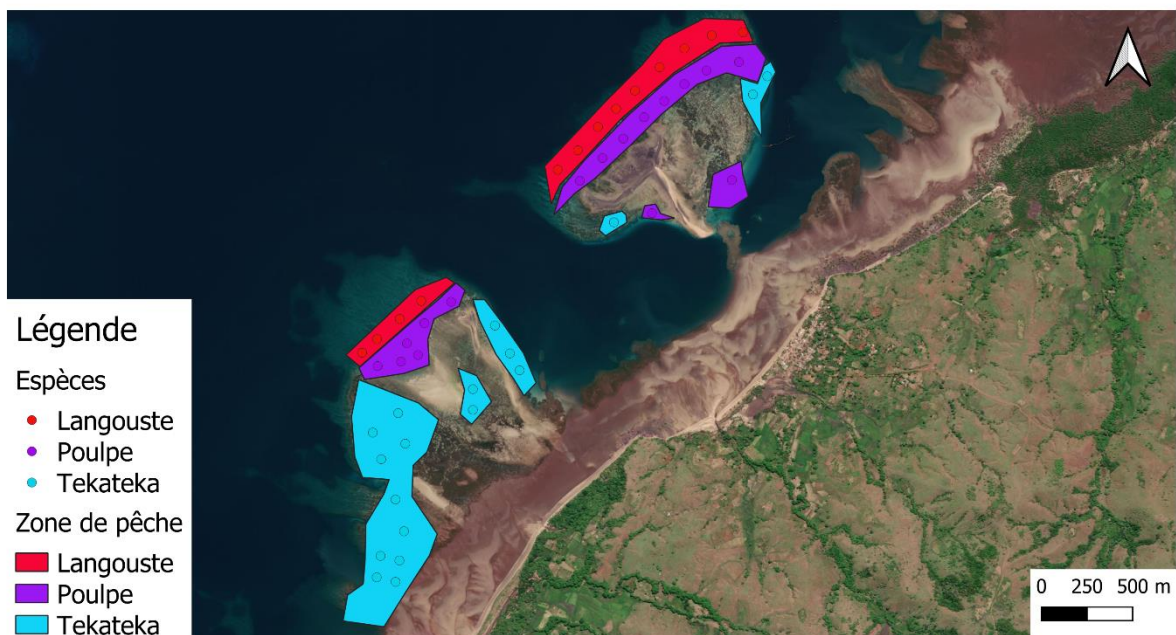
Figure 13 : Schéma de l'espèce *Thalassodendron ciliatum*

II. Diagnostic

a. Carte participative et questionnaire

La partie de l'étude terrain sur la réintroduction du Tekateka s'est déroulée à Ampasipitily. Une partie de l'atelier cartographique participatif a servi à cette étude ainsi qu'à la partie traitée dans le rapport de Juliette Vastel sur l'introduction d'habitats pour les poulpes et les langoustes.

Les cartes ont été réalisées pour Antangerina (Annexe 9) et Ampasipitily mais seule cette dernière servira à cette étude.



Source : OpenStreetMap
Auteur : Thibaut Chabasse et Juliette Vastel

Figure 14 : Cartographie des espèces et des zones de pêche par les habitants d'Ampasipitily (Auteurs : Chabasse Thibaut et Juliette Vastel, 2023)

Pour rappeler le contexte de l'étude, l'espèce *Anadara antiquata* est censée avoir disparu de la zone d'Ampasipitily suite au passage d'un cyclone en 2004 qui a déraciné les herbiers, charrié des sédiments grossiers et des cailloux notamment dans le lagon. Le milieu a été en globalité fortement impacté par ce cyclone.

Les résultats de la cartographie (Figure 8 et 12) et l'aide d'une pêcheuse locale a permis de se rendre sur les herbiers où vivent théoriquement les Tekateka.

b. Etat actuel du milieu

Les deux protocoles à appliquer sur le terrain étaient le Seagrass Watch et le suivi de l'estimation des stocks des Tekateka. Pour pouvoir les mettre en place, une condition était importante : la marée. Malheureusement, lors du séjour à Ampasipitily les coefficients de

marée n'étaient pas suffisamment bas pour réaliser le protocole Seagrass Watch. L'étude se concentre donc sur le suivi des Tekateka.

Trente quadras ont été réalisés sur 2 jours sur 2 stations différentes. La description du milieu révèle la présence d'un substrat en grande majorité rocheuse mais aussi sableuse. Or, l'espèce *Anadara antiquata* vit dans des milieux sablo-vaseux. Les individus plus petits se retrouvent dans les substrats plus sableux près des côtes et les individus plus grands dans les milieux à dominance vaseuse dans des zones plus profondes (CPS, sd). Les résultats obtenus révèlent la présence d'une densité moyenne de 1,67 individus/m² pour le premier jour et 2,47 individus/m² pour le second (Annexe 9). Dans une étude menée sur les stocks de l'espèce *Anadara antiquata* en 2020 dans la baie de Narinda à Madagascar, la densité était d'environ 7 individus/m², valeur bien plus élevée que celle trouvée à Ampasipitily lors de l'échantillonnage (E. Blanc, 2020).

Des mesures ont aussi été faites sur les tailles des individus selon des classes de taille allant de 0 à plus de 70 mm.

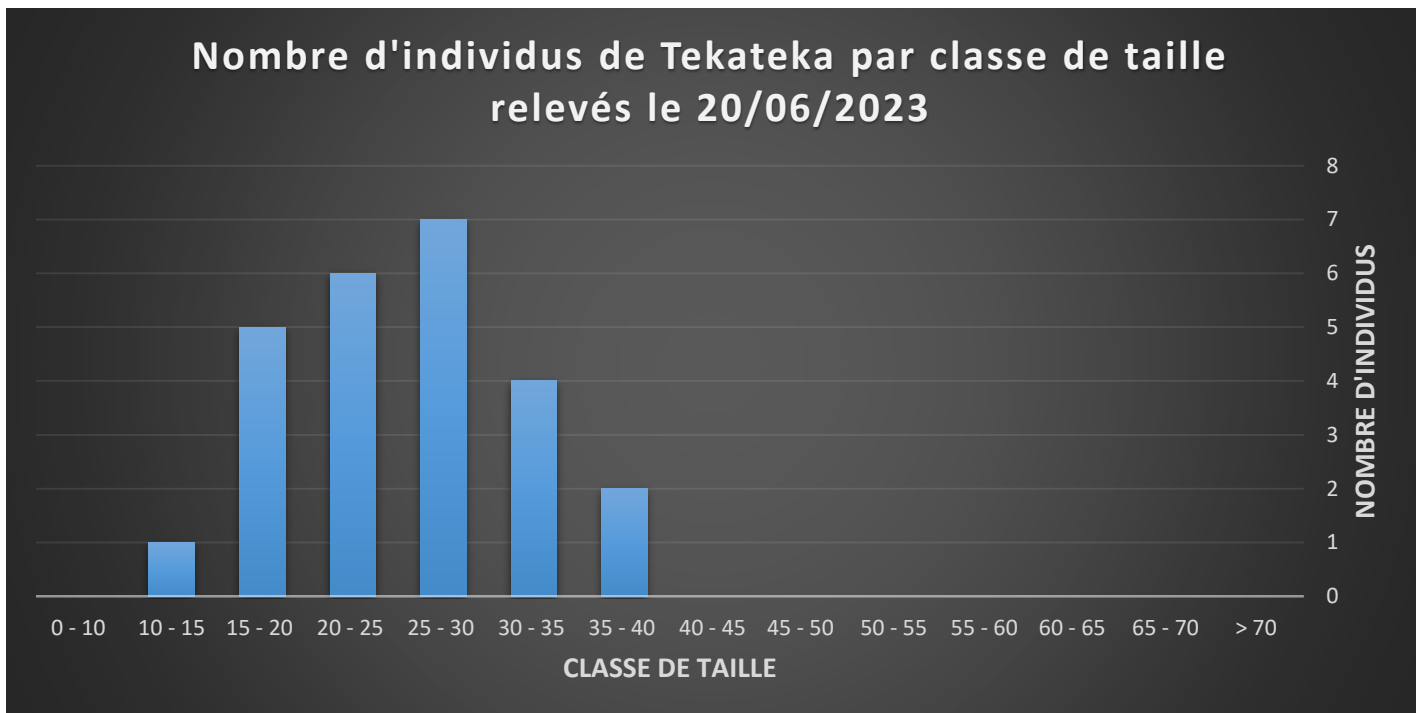


Figure 15 : Résultats du suivi de l'estimation des stocks de Tekateka à Ampasipitily le 20/06/2023

Lors de ce premier jour d'échantillonnage, la classe de taille de 20 et 25 mm est majoritaire. La distribution des individus se fait pour des classes de taille relativement petites, car l'espèce mesure en moyenne 60 mm et la maturité sexuelle de cette espèce est atteinte pour des tailles de 31 mm pour les mâles et 35 mm pour les femelles.

Tableau 3 : Nombre d'individus de l'espèce *Anadara antiquata* échantillonné le 20/06/2023 à Ampasipitily par quadra :

Quadra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nombre d'individus	0	0	0	0	1	2	2	0	7	1	0	0	2	1	9

L'écart-type est une valeur permettant de visualiser la dispersion des données d'un échantillon par rapport à la moyenne. Plus il est proche de zéro, moins les valeurs sont dispersées autour de la moyenne. Ici, l'écart-type est de 2,03 pour une moyenne de 1,67 individus/m². Il est préférable de calculer l'écart-type pour les comparer mais il donne tout de même une première approche sur la dispersion des données.

Dans le cas de ce premier jour d'échantillonnage, l'écart-type n'est pas proche de 0 indiquant que les valeurs sont dispersées autour de la moyenne. Ce résultat peut s'expliquer par la présence de deux quadras avec respectivement 7 et 9 individus contre 0 à 2 pour les 13 autres quadras.

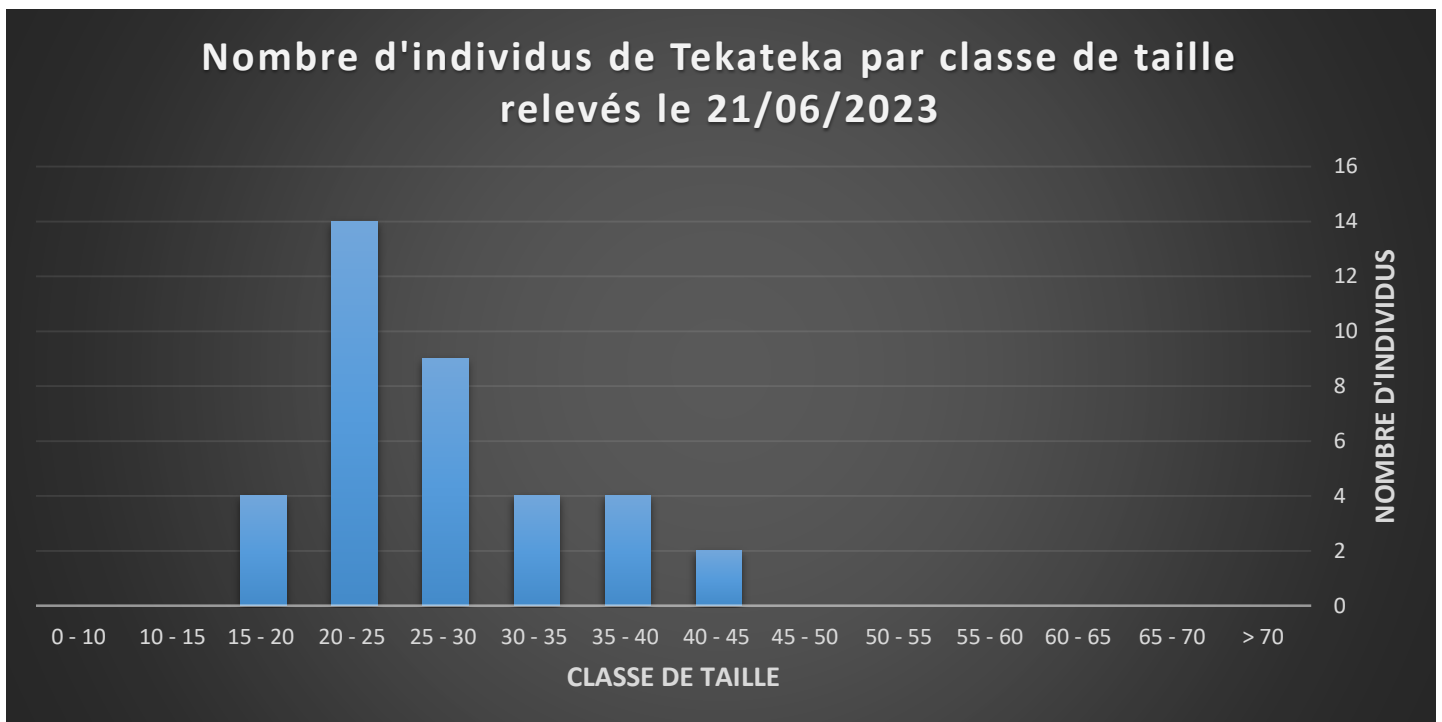


Figure 16 : Résultats du suivi de l'estimation des stocks de Tekateka à Ampasipitily le 21/06/2023

Plus d'individus de Tekateka ont été relevés ce jour-là dans les herbiers de *Thalassodendron ciliatum* (37 contre 25 pour le 20/06). La classe de taille la plus représentée est toujours celle allant de 20 à 25 mm. Cependant, des individus adultes et matures ont été échantillonnés pour les classes allant de 30 à 45 mm.

Tableau 4 : Nombre d'individus de l'espèce *Anadara antiquata* échantillonné le 21/06/2023 à Ampasipitily par quadra :

Quadra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nombre d'individus	2	2	5	1	4	3	3	1	8	2	1	1	3	0	1

La dispersion des données récoltées par rapport à la moyenne est moins importante que pour le premier jour. L'écart-type est ici de 1,25 pour une moyenne de 2,47 individus par m².

c. Projection

Il existe des enjeux socio-économique derrière la présence de l'espèce *Anadara antiquata*. Les Tekateka sont pêchés uniquement par les enfants et les femmes. Cette ressource est donc à la fois un complément de revenu pour ces personnes mais aussi un enjeu social car cela donne une certaine liberté économique à la femme. Ces dernières fouillent le substrat pour trouver les Tekateka. Ils sont ensuite dénudés et vendus en kapoka, soit 150g environ. Les kapoka valent entre 600 et 1000 MGA. Sa valeur marchande est donc faible mais cette espèce est tout de même vendue et consommée par la population locale (E. Blanc, 2020).

La disparition de cette espèce représente donc une perte de revenu et de statut social pour la femme. De plus, *Anadara antiquata* fait partie du groupe des filtreurs. Il a donc un rôle important dans la filtration de l'eau de mer et des divers polluants qui peuvent y circuler.

Discussion

Installation et suivi de pépinières

Les récifs du Nord de Madagascar sont dominés par principalement 3 formes. Il s'agit des Acropores branchus et digités ainsi que le corail massif. Cette tendance se retrouve en partie dans l'étude réalisée par un ancien bénévole qui a été le premier à étudier les lagons de l'île de Nosy Lava dans la baie de Narinda. Ce sont aussi respectivement les Acropores branchus, les coraux massifs et les Acropores digités les plus présents dans le lagon (L. Gouérec, 2016).

Il existe deux types de collecte de coraux différents. Il y a soit la méthode asexuée, soit la méthode sexuée. Ce rapport ciblera la méthode asexuée car il est destiné à être utilisé par VAHATRA pour l'implantation de pépinières in-situ. La collecte de larves ou de gamètes avec la méthode sexuée est intéressante lorsqu'il y a ensuite un élevage en pépinières ex-situ.

Les espèces branchues de la famille des Acroporidae et des Pocilloporidae peuvent se fragmenter et se réimplanter sur un substrat. Elles sont plus vulnérables face aux vagues et aux courants mais elles ont un fort taux de croissance faisant de ces espèces des candidats de choix pour la restauration asexuée (A. Romon, 2018).

La première phase pour l'implantation des pépinières est la collecte de fragments. Trois éléments principaux sont à prendre en considération pour favoriser la réussite du projet : la diversité génétique, la taille des fragments et le milieu dans lequel se trouve la colonie mère. Pour l'espèce *Acropora palmata* par exemple, collecter des fragments provenant de 30 à 35 colonies mères différentes permet de conserver jusqu'à 90 % de la diversité génétique. Concernant la taille des fragments, il faut réussir tout d'abord à se positionner sur une colonie mère vigoureuse ou en bonne santé. Ensuite, il faut établir la taille de fragment optimale. Pour *A. cervicornis* l'idéal est de prélever des branches axiales de 3,5cm de longueur. Plus le fragment est grand plus sa survie est élevée mais plus la fertilité de la colonie donneuse peut diminuer. Également, il faut veiller à ce que la récolte ne dépasse pas 10 % de la colonie-mère. Enfin, le milieu physique de la colonie mère doit être connu car un fragment élevé puis réimplanté dans des conditions similaires à celles qu'il avait à l'origine réduit le stress de la période d'adaptation.

Il existe différents types de pépinières. Elles se regroupent dans 2 grandes catégories : les pépinières flottantes et les pépinières fixées.

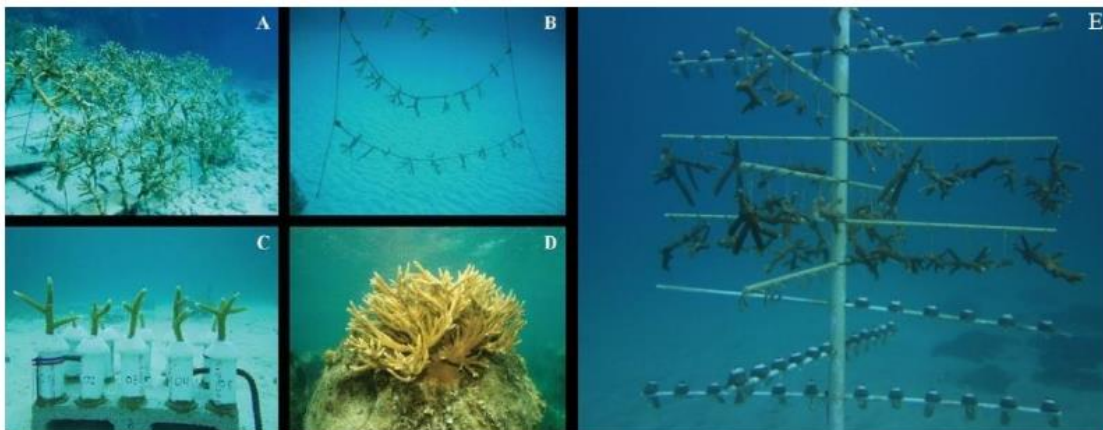


Figure 17 : Exemples de structures de pépinières de coraux. (A : structure en métal ; B : structure en corde ; C : bloc de ciment, D : Reef Balls ; E : arbre de Noël) (A. Romon, 2018)

Les installations fixées sur le fond sont adaptées à divers hydrodynamisme qu'il s'agisse d'un site protégé ou non. De plus, la structure rigide est moins sensible aux mouvements d'eau mais par contre doivent disposer d'une bonne luminosité car la pépinière fixée est exposée à la sédimentation. Ce type de pépinière peut soit être constitué de pieds coulés dans du béton au fond de l'eau soit directement implanté dans le substrat. Ce sont ces dernières qui seront probablement utilisées sur site pour les projets de VAHATRA.

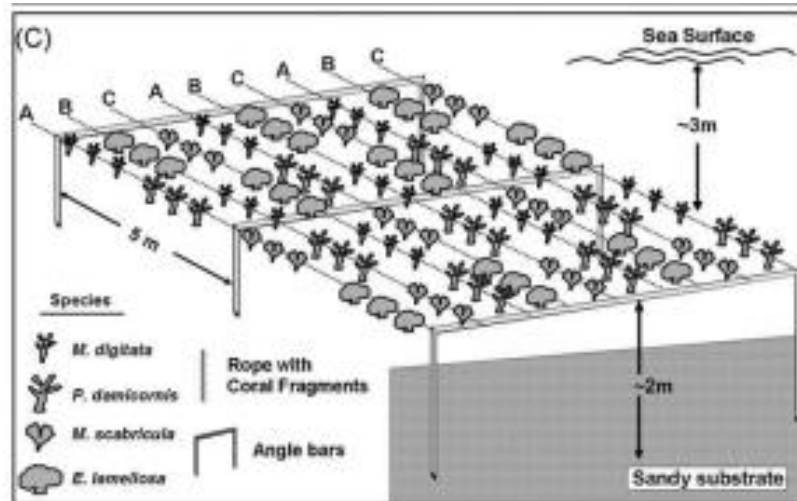


Figure 18 : Pépinière à cordes fixées sur le fond (A. Masson, 2015)

Transplantation des boutures dans le milieu naturel

La transplantation est l'étape qui suit la culture en pépinière. En général, les coraux sont réintroduits sur un récif dégradé lorsque les fragments atteignent une taille comprise entre 5 et 7 cm pour les coraux branchus et une taille atteignant à peu près 4 cm pour les coraux massifs et encroûtants qui sont plus résistants. Cette étape survient pour les coraux branchus après 9 à 12 mois de culture et 12 à 15 mois pour les coraux massifs et encroûtants.

Les paramètres à considérer sont communs pour l'installation de pépinières et pour la transplantation des fragments, elle est donc traitée ici. Les recommandations à prendre en compte sont de l'ordre physique, biologique, pratique, sociale et économique.

Comme pour le choix des sites d'implantation pour la phase terrain, il faut prendre en compte la qualité de l'eau, la luminosité et la température du milieu dans lequel les fragments vont dans un premier temps être cultivés puis réintroduits au milieu dégradé.

Également, il faut choisir des sites où les compétiteurs sont peu abondants qu'il s'agisse des éponges ou des coraux mous. L'idéal est de favoriser les zones où la population d'herbivores est suffisamment importante. Ces derniers sont essentiels pour la survie des coraux car leur régime alimentaire est composé d'algues qui se développe sur les coraux. Aussi, minimiser la prédation et les maladies est un facteur important. Il faut éviter au maximum les zones où une population importante de corallivores vit et favoriser au contraire des sites où des piscivores et des prédateurs de corallivores sont. Les poissons du genre *Chaetodon* sont des corallivores. L'espèce *Chaetodon larvatus* consomme les polypes des coraux *Acropora*. Certaines espèces comme le corail mou *Erythropodium caribaeorum* et

l'espèce *Palythoa caribaeorum* sont capables de tuer ou limiter la croissance des coraux comme *A. cervicornis*.

Pour les transplants, limiter le nombre de fragments transplantés sur une zone permettrait d'éviter les problèmes de compétition intra-spécifiques. Pour *A. cervicornis*, la densité de transplants peut être de 3/m². Ce choix de densité la croissance de l'espèce et la production d'habitats et une mortalité minimale. Si ce n'est pas respecté, les coraux subissent une mortalité accrue. Plus généralement, l'espacement entre les transplants d'*Acropora* est de 0,5m à 2m selon les espèces.

Enfin, la sélection du site de transplantation est importante pour maintenir la connectivité entre les populations. L'étude des courants est un élément nécessaire car un site de pépinières ou de transplantation aura une meilleure résilience s'il est connecté aux récifs coralliens voisins. Le courant peut aussi permettre d'ensemencer une plus grande surface de la zone dégradée s'il se dirige vers celle-ci. En effet, les planulas de certaines espèces de coraux peuvent, si les conditions du milieu (luminosité, présence d'algues corallines spécifiques, présence d'espèces herbivores) sont propices, se fixer au substrat à peine quelques heures après leur émission.

La dimension socio-économique est un autre facteur essentiel pour la pérennité du projet. Sensibiliser les populations locales au rôle important des poissons perroquets pour les récifs en limitant leur pêche amènerait des répercussions positives sur la résilience des récifs sains et dégradés. Si des espèces invasives sont présentes dans le milieu, comme l'étoile de mer *Acanthaster planci* en Nouvelle-Calédonie, des pêches ciblées peuvent avoir lieu pour aider le milieu. Enfin, optimiser la gestion des risques en préférant les pépinières in-situ solides et en favorisant la participation de bénévoles ou de touristes en échange de visites sur les sites de pépinières et de transplantation (A. Romon, 2018). Par exemple, VAHATRA souhaite réaliser des pépinières en forme d'animaux marins pour avoir un musée sous-marin et emmener les touristes entretenir les pépinières en échange en visite. Aussi, des pépinières pourront être vendues à des hôtels souhaitant faire de la RSE. Les pépinières seront entretenues par le technicien lagon et un référent local sera nommé partout où des pépinières seront implantées.

Bilan et recherches futures

Lors de la première année de croissance dans une pépinière, les fragments présentent un taux de survie supérieur à 70 % et une augmentation de biomasse allant de 60 % à 219 % (A. Romon, 2018). Malgré ces résultats, il convient de noter que ces taux de réussite peuvent varier d'un site à un autre et que des aléas climatiques tels que des périodes de réchauffement des eaux ou des cyclones peuvent causer la mort d'une partie ou de tous les fragments en pépinière.

Pour ce qui est de la transplantation, plusieurs méthodes existent pour fixer les coraux issus de pépinières dans le milieu dégradé. Ils peuvent être fixés sur des structures comme les Reef Balls ou directement sur le récif via l'utilisation de ciment, d'époxy, de clous, de boulons, de câbles en plastique, de fils métalliques ou encore calés dans un trou sur le récif.



Figure 19 : Exemples de méthodes pour attacher les fragments au milieu (A : transplants attachés avec des clous, de l'époxy et un câble en plastique ; B : transplants attachés au Reef Ball ; C : transplant attaché à une structure en rosette) (A. Romon, 2018)

Il existe tout de même une variabilité assez élevée quant à la survie des transplants dans le milieu. Elle varie de 43 % à 95 % avec plus de 50 % de la mortalité due au délogement et aux impacts de tempêtes. L'utilisation de câbles ou d'époxy a cependant augmenté significativement ce taux de survie permettant d'atteindre celui des colonies sauvages.

La méthode du jardinage corallien est tout de même une méthode récente et il reste encore de nombreuses recherches à réaliser sur le sujet. De plus, des inquiétudes subsistent toujours quant aux pathogènes qui peuvent être introduits via les pépinières dans les milieux dégradés. Les recherches sont toujours en cours sur le sujet. Autre point en études, mais intéressant pour le futur des récifs coralliens. « L'échantillonnage génétique dans les pépinières pourrait être utilisé pour identifier et cibler les zones nécessitant une restauration active. Les zones montrant peu de diversité génétique seraient bonifiées par les coraux de pépinières. Ceci augmenterait la résilience aux impacts locaux et climatiques » (A. Romon, 2018). Ces avancées sont encourageantes pour l'avenir des récifs coralliens.

Quel devenir pour la réintroduction d'*Anadara antiquata*

Malheureusement l'état du milieu changé à la suite du cyclone Gafilo, couplé aux activités humaines font que l'écosystème ne peut visiblement pas accueillir plus d'individus de l'espèce *Anadara antiquata*. En effet, ces derniers vivent dans les herbiers de l'espèce *Thalassodendron ciliatum* et dans des milieux vaseux et sableux. Or le milieu prospecté est en majorité rocheux et légèrement sableux.

La présence de l'espèce *Anadara antiquata* dans le lagon d'Ampasipitily fait que la question de sa réintroduction ne se pose pas avec la présence de populations déjà établies. Cependant, la densité d'individus relevée fait que leur quantité n'est pas suffisante pour répondre aux besoins de la population malagasy qui pêche cette ressource pour la vente et pour la consommation. Le recrutement de l'espèce dans le milieu est freiné par l'absence d'individus matures sexuellement. En effet, la grande majorité des individus retrouvés dans le milieu ont une taille insuffisante pour se reproduire. La taille à atteindre pour un mâle est de 31 mm et de 35 mm pour les femelles. Or les principales classes de taille retrouvées se situent pour des individus d'une taille comprise entre 15 et 30 mm. Une hypothèse qui pourrait être vérifiée à l'avenir est de savoir si les individus présents proviennent de larves issues d'une population établie ailleurs ou si la population se maintient dans le milieu depuis leur quasi-disparition avec le cyclone Gafilo en 2004. La phase larvaire de l'arche dure environ 8 jours ce

qui pourrait expliquer que certaines aient pu se fixer sur le substrat après avoir dérivé avec le courant.

De plus, la littérature indique que les Tekateka seraient présents dans les milieux sableux lors de leur phase juvénile jusqu'à atteindre une taille proche de la maturité sexuelle, puis se déplaceraient dans des zones vaseuses plus profondes une fois devenus adultes (CPS, sd). La présence importante du substrat rocheux pourrait indiquer que la capacité biotique du milieu, c'est-à-dire le nombre maximum d'individus que peut atteindre une population donnée dans un milieu, est atteinte.

L'enjeu futur serait de s'intéresser au milieu et à sa possible résilience pour de nouveau obtenir un écosystème plus favorable pour les Tekateka. L'une des pistes à explorer est par exemple la restauration des zones d'herbiers. Ces derniers sont présents par patches, mais leur densité a, selon les habitants d'Ampasipitily, diminué depuis le passage du cyclone. Les herbiers auraient été déracinés et d'autres recouverts par les sédiments fins et grossiers charriés jusque dans le lagon par les rivières. Une carrière se situe un peu plus haut dans les terres et pourrait être en partie responsable de la quantité de sédiments qui ont été emportés par le cyclone dans le lagon. La restauration des écosystèmes d'herbiers peut aider le rétablissement d'un milieu qui a subi des perturbations. Afin de transplanter des herbiers, les objectifs de restauration, les conditions du milieu d'intérêt, les espèces d'herbiers et le budget disponible est l'approche à privilégier pour un site donné. Lorsque la transplantation est effectuée, les taux de survie, la densité des pousses et la couverture surfacique des transplantations est à suivre.

Une autre piste concerne la prédation. L'espèce *Anadara antiquata* est prédatée par les espèces de poulpes. Afin de connaître l'impact de la prédation sur l'espèce, il serait intéressant de réaliser un suivi des prédateurs de l'arche pour voir si elle est consommée dans le lagon. Ce suivi peut être combiné au suivi qui va être instauré pour la mise en place des habitats pour poulpes qui vont être déposés dans le lagon d'Ampasipitily. Les Tekateka sont effectivement moins enfouis dans le substrat et cette situation peut faciliter leur prédation.

Livrables de la mission

Un rapport a été proposé à notre maître de stage et servira au technicien lagon pour mettre en place les projets pour l'introduction de pépinières de coraux et la réintroduction éventuelle de l'espèce *Anadara antiquata*. En parallèle, des fiches espèces ainsi que des fiches de lecture pour les articles étudiés lors du stage lui sont fournies. Enfin, les articles choisis pour cette étude lui sont donnés aussi via un dossier Zotero.

Retour d'expérience

Pour la partie sur l'étude d'impact sur les pépinières de coraux d'autres paramètres auraient pu être testés pour savoir si le site sélectionné est pertinent ou non mais les informations ou le matériel n'étaient pas forcément disponibles. Je regrette donc de ne pas avoir produit une étude plus précise pour la mise en place des pépinières. L'expérience vécue était incroyable tant par la beauté des paysages que par la gentillesse des techniciens et de la population qui nous a accueillis dans les différents villages. La cartographie réalisée aussi manque de précision et si c'était à refaire le protocole serait suivi plus précisément.

Pour celle concernant la réintroduction des Tekateka, la marée a fait que la partie concernant le Seagrass n'a pas pu être effectuée. Il aurait fallu partir pour des coefficients de marée permettant d'avoir une marée plus basse. Les résultats pour l'état des herbiers n'ont donc pas pu être obtenus. Également, les résultats obtenus avec la description du milieu indiquent que la réintroduction n'est pas possible en l'état actuel. Les solutions pour les populations qui pêchent le Tekateka seront peut-être développées dans de futures études.

Enfin, la connexion internet sur notre lieu de travail a été un grand frein pour l'avancée des recherches. Les recherches sur le sujet étudié dans ce rapport auraient donc pu être plus poussées avant de partir de métropole pour faciliter le travail sur place.

Bibliographie

Arnould, P. (2003). *Récif corallien*.

Blanc, E. (2020). *DESCRIPTION DE LA PETITE PECHE ET MISE EN PLACE DE SON SUIVI PARTICIPATIF AU SEIN DE L'AIRES MARINE PROTEGEE COMMUNAUTAIRE D'ANALALAVA, MADAGASCAR* (p. 74).

Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability (p. 3068). (2022). https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

Coral Guardian. (2020, décembre 3). *Restauration des récifs coralliens : Reproductions sexuée ou asexuée des coraux*. Coral Guardian. <https://www.coralguardian.org/restauration-des-recifs-coralliens-reproductions-sexuee-ou-asexuee-des-coraux/>

CPS. (s. d.). *Arches (Anadara sp.)*.

DIOUF, M., ALLAIN, G., SARR, A., & CADOT, N. (s. d.). *Guide de suivi participatif des coquillages exploités en Afrique de l'Ouest*.

Edwards, A. J., & Gomez, E. D. (2007). *Restauration Récifale par Alasdair Edwards et Edgardo Gomez Concepts & Recommandations*. The Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Program.

ERC Biodiversité. (s. d.). *Étude d'impact*. ERC. Consulté 23 mai 2023, à l'adresse <https://erc-biodiversite.ofb.fr/erc/procedures-concernees/methodes-outils/etude-dimpact>

Explore the World's Protected Areas. (s. d.). Consulté 6 juillet 2023, à l'adresse <https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/marine-protected-areas>

Géoconfluences. (2021, septembre). *Aires marines protégées (France, monde)*. Géoconfluences Ressources de géographie pour les enseignants. http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/aires-marines-protegees-france-monde/@@download_pdf?id=aires-marines-protegees-france-monde&uid=c9d672ba1b414cf5a58b6324925e6e11

George, C. (2017). *RESTAURATION DES RÉCIFS CORALLIENS DÉGRADÉS PAR DES PERTURBATIONS LOCALES : DÉVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'ANALYSE DE PROJETS DE RÉINTRODUCTION DE CORAUX HERMATYPIQUES*.

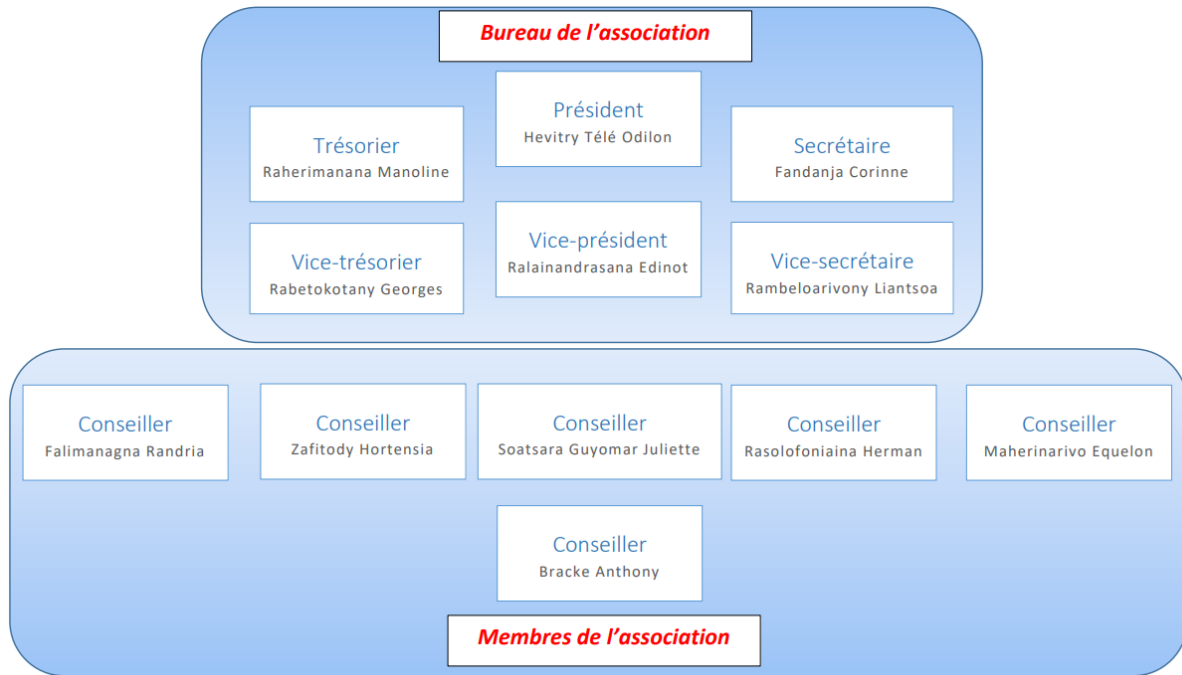
HelloAsso. (s. d.). *Opti'pousse Haie*. HelloAsso. Consulté 10 juillet 2023, à l'adresse <https://www.helloasso.com/associations/opti-pousse-haie>

ISF France. (2016, mars 11). *Ingénieurs Sans Frontières Qui sommes-nous ?* Ingénieurs sans frontières. <https://www.isf-france.org/federation>

- Jorissen, H. (2020). *Comprendre l'association algue coralline – corail : Des espèces clés aux médiateurs chimiques et microbiens* [Phdthesis, Université Paris sciences et lettres]. <https://theses.hal.science/tel-02972182>
- La cartographie participative, objectifs et déroulé de l'atelier.* (s. d.).
- Lirman, D., & Schopmeyer, S. (2016). Ecological solutions to reef degradation : Optimizing coral reef restoration in the Caribbean and Western Atlantic. *PeerJ*, 4, e2597. <https://doi.org/10.7717/peerj.2597>
- Masson, A. (2015). *Synthèse technique pour l'implantation de pépinières à Acropora sp. Dans la Réserve Naturelle de Saint-Martin* (p. 29).
- OpH. (s. d.). *La cartographie participative : Objectifs et déroulé de l'atelier* [PDF].
- OpH, & ATF. (s. d.). *Fiches Explicatives du projet de suivis participatifs d'Anadara antiquata (tekateka)*.
- Prasil Delaval, N., Wicquart, J., Staub, F., & Planes, S. (2021). *GCRMN_Status_of_Coral_Reef_Monitoring_-_An_Assessment_of_Methods_and_Data_at_the_National_Level_-_WEB.pdf* (978-2-9582025-1-4).
- Qu'est-ce qu'une Aire Marine Protégée ?* (s. d.). Institut océanographique. Consulté 6 juillet 2023, à l'adresse <https://www.oceano.org/ocean-en-questions/quest-ce-quune-aire-marine-protegee/>
- Rapport du Giec sur les océans : « Les coraux sont à la fin de leur existence ».* (2019, septembre 25). Franceinfo. https://www.francetvinfo.fr/monde/environnement/cop24/rapport-du-giec-sur-les-océans-les-coraux-sont-a-la-fin-de-leur-existence_3631545.html
- Reef Resilience Network. (s. d.). *Restauration des Mangroves et des Herbiers | Résilience des récifs*. Consulté 17 juillet 2023, à l'adresse <https://reefresilience.org/fr/management-strategies/restoration/reef-environment/connected-coastal-habitats/>
- Réserve Naturelle Marine de la Réunion. (s. d.). *Fiche Sentinelle du Récif*.
- Romon, A. (2018). *LE JARDINAGE CORALLIEN EN TANT QU'OUTIL DE RESTAURATION DU RÉCIF : ÉLÉMENTS D'OPTIMISATION ET BILAN DES EXPÉRIENCES DANS LES CARAÏBES* (p. 96).
- Romon_Ariane_MEI_2018.* (s. d.). Bing. Consulté 17 juillet 2023, à l'adresse https://www.bing.com/search?pglt=41&q=Romon_Ariane_MEI_2018&cvid=101217d785a745babf3b7520bb277852&aqs=edge..69i57i69i60.1775j0j1&FORM=ANNTA1&PC=HCTS
- Rosset, L.-C., & Gouérec, L. (2017). *Rapport de pré-monitoring SeagrassWatch*. 12.
- Vimal, J. (2007). *Physiopathologie des Coraux*. UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I.

Annexes

Annexe 1 : Organigramme de l'association VAHATRA



Annexe 2 : Légende de la cartographie participative réalisée par Juliette Vastel et Thibaut Chabasse

Légende

Atelier cartographique

1. Milieux et substrats

- Récif corallien
- Récif rocheux
- Herbier / Alguier
- Sable
- Sable mouvant

2. Espèces

- Poulpe
- Langouste
- Tekateka

Pour la partie 2 :

- Indiquer les espèces si possibles
- Indiquer l'abondance des individus par le nombre de croix (x : faible ; xx : moyen ; xxx : beaucoup)

3. Courants marins

Indiquer par des flèches, le courant marin généré par la marée montante

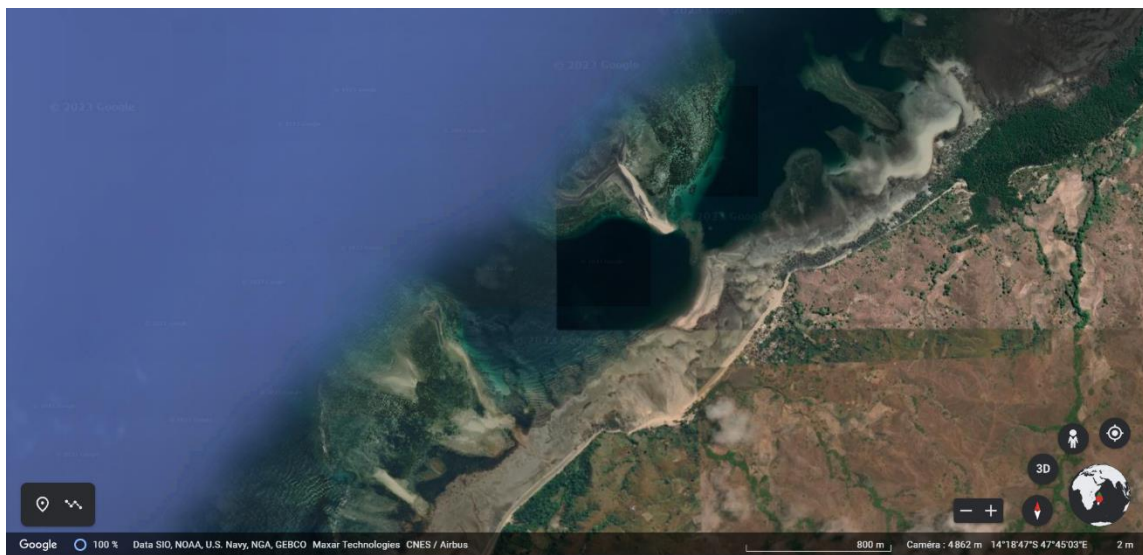
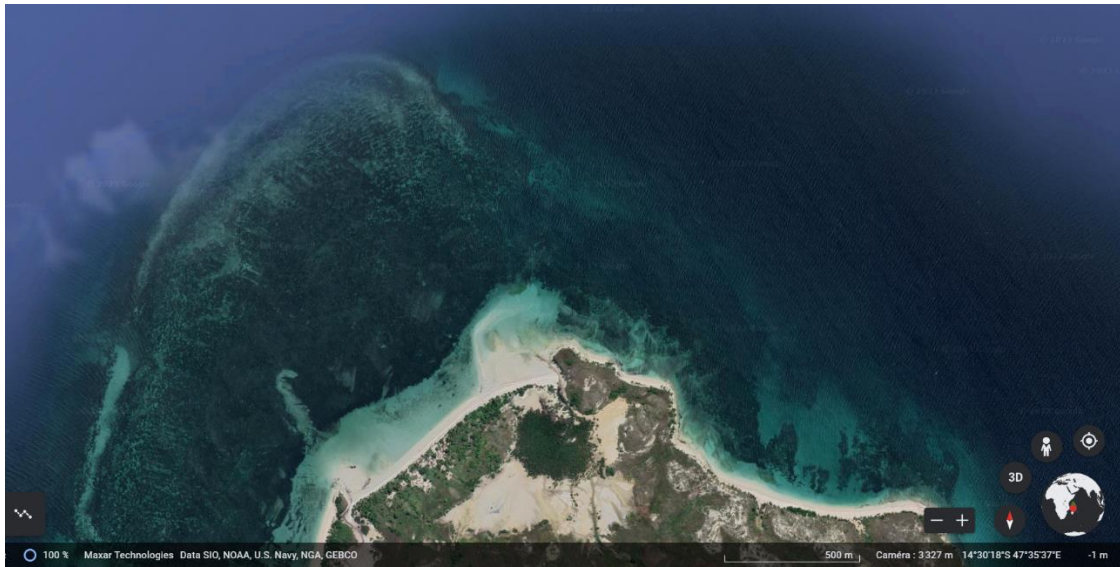
4. Hauteur d'eau

Localiser les profondeurs d'eau de 3 à 5m pendant les marées basses de la période de grandes marées

5. Zone de pêche

- Poulpe
- Langouste
- Tekateka

Annexe 3 : Fonds de carte issus de Google Earth pour l'atelier cartographie ; respectivement Antangerina (Nosy Lava) et Ampasipitily



Annexe 4 : Légende de la cartographie participative réalisée par Juliette Vastel et Thibaut Chabasse et traduite par Edinot Ralainandrasana

Légende

Fanoritana sarin-tany

1. Toerana sy toerana ipetrahany

-  Horoko
-  Vato
-  Ahitra/ Lomotra
-  Fasika
-  Fasika mihetsika

2. Karazana

-  Horita
-  Langosta
-  Tekateka

Tapany faharoa 2 :

- Hamarinina ny karazany raha misy
- Hamarinina ny fisiany karazanyamin'alalany
croix (x : tsy ampy ; xx : antonony ;
xxx : Betsaka)

3. Ren-drano

Hamarinina amin'ny alalan-ny flèche, ny lalan-drano miakatra

4. Ahavony rano

Jerevana ny ahavony rano 3 à 5m mandritrany rano maiky amin'ny rano samonta

5. Toerana anjonoana

-  Horita
-  Langosta
-  Tekateka

Annexe 5 : Fiche de terrain pour la description des sites choisis pour l'implantation de pépinières

Fiche suivi implantation de pépinière

Observateur(s)			
Nom(s) Prénom(s) :	Date :	Heure :	
Plongée :	<input type="checkbox"/> Jour	<input type="checkbox"/> Nuit	<input type="checkbox"/> Bouteille <input type="checkbox"/> PMT

Site	
Secteur (commune) :	Temps d'observation :
Profondeur moyenne lors de l'observation :	Visibilité : <input type="checkbox"/> <5m <input type="checkbox"/> 5-10m <input type="checkbox"/> >10m
Marée : <input type="checkbox"/> Montante <input type="checkbox"/> Etale <input type="checkbox"/> descendante	
Vent : <input type="checkbox"/> un peu <input type="checkbox"/> beaucoup	Direction : Houle <input type="checkbox"/> <1m <input type="checkbox"/> entre 1,50 et 2m <input type="checkbox"/> > 2m
Courant : <input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> fort	
Temps : <input type="checkbox"/> clair <input type="checkbox"/> couvert <input type="checkbox"/> pluvieux	
Type d'habitat dominant : <input type="checkbox"/> sable, <input type="checkbox"/> corail, <input type="checkbox"/> autre :	
Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit :	
Coût financier d'installation et de fonctionnement :	

Coordonnées du site
Point GPS : Coordonnées en X :
Coordonnées en Y :
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) :

Description du site d'étude
<i>(Description complète du milieu)</i>

Annexe 6 : Fiche et légende d'évaluation des stocks de Tekateka

FICHE TERRAIN EVALUATION DES STOCKS DE TEKATEKA
Anadara antiquata

DATY:
TOERANA:
RANO MAIKY:
ORA NANOMBOHANA:
ORA NIAFARANY:
HABETSAKA NY RANO:

ISAN'NY MPANDRAY ANJARA:
EKIPA: (MARIHINA)

V
B1
B2
R

ANARANY EKIPA:

N°quadrat /sac								
Anarany toerana ipetrahanany								
Zavatra hafa								

: >75mm

: 70-75mm

: 65-70mm

: 60-65mm

: 55-60mm

: 50-55mm

: 45-50mm

: 40-45mm

: 35-40mm

: 30-35mm

: 25-30mm

: 20-25mm

: 15-20mm

: 10-15mm

: 0-10mm

Annexe 7 : Fiche de terrain du protocole Seagrass Watch

SEAGRASS-WATCH MONITORING

ONE OF THESE SHEETS IS TO BE FILLED OUT FOR EACH TRANSECT YOU SURVEY



OBSERVER: _____ DATE: ____/____/____
 LOCATION: _____
 SITE code: _____ TRANSECT no.: _____
 START TIME: _____ END TIME: _____

START of transect (GPS reading)

Latitude: _____ Longitude: _____

Quadrat <small>(metres from transect origin)</small>	Sediment <small>(e.g. mud/sand/shell)</small>	Comments <small>(e.g. 10% gastropods, 4x crab holes, dugong feeding trails, herbivore scat max 500g)</small>	GPS ✓ Seagrass coverage <small>(✓)</small>	% Seagrass species composition					Canopy height (cm)	% Algae cover	% Epi-cover
1 (0m)											
2 (5m)											
3 (10m)											
4 (15m)											
5 (20m)											
6 (25m)											
7 (30m)											
8 (35m)											
9 (40m)											
10 (45m)											
11 (50m)											

END of transect (GPS reading)

Latitude: _____ Longitude: _____

Annexe 8 : Renseignements des sites choisis pour l'implantation de pépinière de coraux à Antangerina (Nosy Lava), Amboanio (Nosy Lava) et Ampasipitily

Fiche suivi implantation de pépinière

Observateur(s)		
Nom(s) Prénom(s) : Chabasse Thibaut	Date : 16/06/2023	Heure : 9h30
Plongée : <input checked="" type="checkbox"/> Jour <input type="checkbox"/> Nuit <input type="checkbox"/> Bouteille <input checked="" type="checkbox"/> PMT		12h30

Site	
Secteur (commune) : Antangerina	Temps d'observation : 2h
Profondeur moyenne lors de l'observation : 4m.....	Visibilité : <input type="checkbox"/> <5m <input checked="" type="checkbox"/> 5-10m <input type="checkbox"/> >10m
Marée : <input type="checkbox"/> Montante <input checked="" type="checkbox"/> Etale <input type="checkbox"/> descendante	
Vent : <input checked="" type="checkbox"/> un peu <input type="checkbox"/> beaucoup	Direction : Est..... Houle <input checked="" type="checkbox"/> <1m <input type="checkbox"/> entre 1,50 et 2m <input type="checkbox"/> > 2m
Courant : <input checked="" type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> fort	
Temps : <input checked="" type="checkbox"/> clair <input type="checkbox"/> couvert <input type="checkbox"/> pluvieux	Type d'habitat dominant : <input checked="" type="checkbox"/> sable, <input type="checkbox"/> corail, <input checked="" type="checkbox"/> autre : herbier
Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit : De petites pirogues sur le site	
Coût financier d'installation et de fonctionnement :	

Coordonnées du site
Point GPS : Coordonnées en X : 14°30.135.....
Coordonnées en Y : 047°35.522.....
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) : Nord-Ouest

Description du site d'étude
<i>(Description complète du milieu)</i>
- Nombreux patches de coraux, herbiers de l'espèce Thalassodendron ciliatum
- Petits bateaux de pêche à cet endroit
- Zone de sable suffisamment profonde pour la mise en place de pépinières
- Commentaires : poser une réserve ne semble pas déranger les pêcheurs car ils ont assez de ressources à pêcher dans le lagon

Fiche suivi implantation de pépinière

Observateur(s)	
Nom(s) Prénom(s) : CHABASSE Thibaut	Date : 17/06/2023 Heure : 9h-11h15
Plongée : <input checked="" type="checkbox"/> Jour <input type="checkbox"/> Nuit <input type="checkbox"/> Bouteille <input checked="" type="checkbox"/> PMT	

Site	
Secteur (commune) : Antangerina	Temps d'observation : 2h
Profondeur moyenne lors de l'observation : .5m.....	Visibilité : <input type="checkbox"/> <5m <input checked="" type="checkbox"/> 5-10m <input type="checkbox"/> >10m
Marée : <input type="checkbox"/> Montante <input checked="" type="checkbox"/> Etale <input type="checkbox"/> descendante	
Vent : <input checked="" type="checkbox"/> un peu <input type="checkbox"/> beaucoup	Direction : Est..... Houle <input checked="" type="checkbox"/> <1m <input type="checkbox"/> entre 1,50 et 2m <input type="checkbox"/> > 2m
Courant : <input type="checkbox"/> faible <input checked="" type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> fort	Direction : Est
Temps : <input checked="" type="checkbox"/> clair <input type="checkbox"/> couvert <input type="checkbox"/> pluvieux	Type d'habitat dominant : <input checked="" type="checkbox"/> sable, <input type="checkbox"/> corail, <input type="checkbox"/> autre :
Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit : Oui pour les petites pirogues	
Coût financier d'installation et de fonctionnement :	

Coordonnées du site	
Point GPS : Coordonnées en X : 14°30.257.....	
Coordonnées en Y : 047.35.863.....	
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) : Nord-Ouest	

Description du site d'étude	
<i>(Description complète du milieu)</i>	
- De grands patchs de coraux, nombreuses espèces de poissons (chirurgiens, ange, clown, sergent-major, perroquet, demoiselle...) et des langoustes, oursin et bénitiers	
- La zone d'étude comprend du sable et des herbiers de Thalassodendron ciliatum	

Fiche suivi implantation de pépinière

Observateur(s)

Nom(s) Prénom(s) : CHABASSE Thibaut Date : 17/06/2023 Heure : 9h-11h15
Plongée : Jour Nuit Bouteille PMT

Site

Secteur (commune) : Antangerina Temps d'observation : 2h

Profondeur moyenne lors de l'observation : 5m50 Visibilité : <5m 5-10m >10m

Marée : Montante Etale descendante

Vent : un peu beaucoup Direction : Est..... Houle <1m entre 1,50 et 2m > 2m

Courant : faible moyen fort Direction : Est

Temps : clair couvert pluvieux Type d'habitat dominant : sable, corail, autre :

Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit : Oui les petites pirogues

Coût financier d'installation et de fonctionnement :

Coordonnées du site

Point GPS : Coordonnées en X : 14°30.379.....
Coordonnées en Y : 047°36.037.....
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) :

Description du site d'étude

(Description complète du milieu)

De grands patch de coraux, nombreuses espèces de poissons

Fiche suivi implantation de pépinière

Observateur(s)		
Nom(s) Prénom(s) : CHABASSE Thibaut	Date : 18/06/2023	Heure : 11h-12h
Plongée : <input checked="" type="checkbox"/> Jour	<input type="checkbox"/> Nuit	<input type="checkbox"/> Bouteille <input checked="" type="checkbox"/> PMT

Site	
Secteur (commune) : Amboanio	Temps d'observation : 1h-1h15
Profondeur moyenne lors de l'observation : 4m.....	Visibilité : <input checked="" type="checkbox"/> <5m <input type="checkbox"/> 5-10m <input type="checkbox"/> >10m
Marée : <input checked="" type="checkbox"/> Montante <input type="checkbox"/> Etale <input type="checkbox"/> descendante	
Vent : <input type="checkbox"/> un peu <input checked="" type="checkbox"/> beaucoup	Direction : Ouest Houle <input type="checkbox"/> <1m <input checked="" type="checkbox"/> entre 1,50 et 2m <input type="checkbox"/> > 2m
Courant : <input type="checkbox"/> faible <input checked="" type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> fort	
Temps : <input checked="" type="checkbox"/> clair <input type="checkbox"/> couvert <input type="checkbox"/> pluvieux	Type d'habitat dominant : <input type="checkbox"/> sable, <input checked="" type="checkbox"/> corail, <input type="checkbox"/> autre :
Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit : Non, quelques pêcheurs à pieds	
Coût financier d'installation et de fonctionnement :	

Coordonnées du site	
Point GPS : Coordonnées en X :	En raison de l'absence de pêcheurs pour nous accompagner sur le terrain, les points ont été placés uniquement sur QGIS au retour de la phase terrain
Coordonnées en Y :	
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) :	

Description du site d'étude
<i>(Description complète du milieu)</i>
Présence de beaucoup de coraux vivants mais aussi de grandes étendus de coraux morts et de débris. Forte densité de poissons, d'oursins, de bémier et de langoustes. La zone choisie pour l'implantation de pépinière est relativement abritée face au vent et à la houle. Le site choisi est juste en dehors de la barrière de corail sur une zone de sable.

Fiche suivi implantation de pépinière

Observateur(s)	
Nom(s) Prénom(s) : CHABASSE Thibaut	Date : 18/06/2023 Heure : 11h-12h
Plongée : <input checked="" type="checkbox"/> Jour <input type="checkbox"/> Nuit <input type="checkbox"/> Bouteille <input checked="" type="checkbox"/> PMT	

Site	
Secteur (commune) : Amboanio	Temps d'observation : 1h-1h15
Profondeur moyenne lors de l'observation : 5m50.	Visibilité : <input checked="" type="checkbox"/> <5m <input type="checkbox"/> 5-10m <input type="checkbox"/> >10m
Marée : <input checked="" type="checkbox"/> Montante <input type="checkbox"/> Etale <input type="checkbox"/> descendante	
Vent : <input type="checkbox"/> un peu <input checked="" type="checkbox"/> beaucoup	Direction : <u>Ouest</u> Houle <input type="checkbox"/> <1m <input checked="" type="checkbox"/> entre 1,50 et 2m <input type="checkbox"/> > 2m
Courant : <input type="checkbox"/> faible <input checked="" type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> fort	
Temps : <input checked="" type="checkbox"/> clair <input type="checkbox"/> couvert <input type="checkbox"/> pluvieux	Type d'habitat dominant : <input type="checkbox"/> sable, <input checked="" type="checkbox"/> corail, <input type="checkbox"/> autre :
Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit : Non, seuls les bateaux venant visiter l'ancien baigne passe par cet endroit	
Coût financier d'installation et de fonctionnement :	

Coordonnées du site	
Point GPS : Coordonnées en X :	En raison de l'absence de pêcheurs pour nous accompagner sur le terrain, les points ont été placés uniquement sur QGIS au retour de la phase terrain
Coordonnées en Y :	
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) :	

Description du site d'étude
<i>(Description complète du milieu)</i> Présence de beaucoup de coraux vivants mais aussi de grandes étendus de coraux morts et de débris. Forte densité de poissons, d'oursins, de bécot et de langoustes. La zone choisie pour l'implantation de pépinière est relativement abritée face au vent et à la houle. Le site choisi est juste en dehors de la barrière de corail sur une zone de sable.

Fiche suivi implantation de pépinière

Observateur(s)		
Nom(s) Prénom(s) : CHABASSE Thibaut	Date : 23/06/23	Heure : 11h15-13h
Plongée : <input checked="" type="checkbox"/> Jour <input type="checkbox"/> Nuit <input type="checkbox"/> Bouteille <input checked="" type="checkbox"/> PMT		

Site	
Secteur (commune) : Ampasipitily	Temps d'observation : 2h
Profondeur moyenne lors de l'observation : 6m.....	Visibilité : <input type="checkbox"/> <5m <input checked="" type="checkbox"/> 5-10m <input type="checkbox"/> >10m
Marée : <input type="checkbox"/> Montante <input checked="" type="checkbox"/> Etale <input type="checkbox"/> descendante	
Vent : <input checked="" type="checkbox"/> un peu <input type="checkbox"/> beaucoup	Direction : Est..... Houle <input checked="" type="checkbox"/> <1m <input type="checkbox"/> entre 1,50 et 2m <input type="checkbox"/> > 2m
Courant : <input type="checkbox"/> faible <input checked="" type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> fort	Direction : Est
Temps : <input checked="" type="checkbox"/> clair <input type="checkbox"/> couvert <input type="checkbox"/> pluvieux	Type d'habitat dominant : <input checked="" type="checkbox"/> sable, <input type="checkbox"/> corail, <input type="checkbox"/> autre :
Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit : Peu de pirogues viennent à cet endroit	
Coût financier d'installation et de fonctionnement :	

Coordonnées du site
Point GPS : Coordonnées en X : 14°32.017.....
Coordonnées en Y : 047°36.144.....
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) : Ouest

Description du site d'étude
<i>(Description complète du milieu)</i>
Le site est relativement exposé au courant venant de l'Est. Autours du site choisi, il y a une île émergée à marée basse. Le récif suit parallèlement la forme de l'île. Une bande de sable suit aussi parallèlement le récif et devient de plus en plus profonde.

Fiche suivi implantation de pépinière

Observateur(s)		
Nom(s) Prénom(s) : CHABASSE Thibaut	Date : 23/06/23	Heure : 11h15-13h
Plongée : <input checked="" type="checkbox"/> Jour <input type="checkbox"/> Nuit <input type="checkbox"/> Bouteille <input checked="" type="checkbox"/> PMT		

Site	
Secteur (commune) : Ampasipitily	Temps d'observation : 1h45
Profondeur moyenne lors de l'observation : 3,5m	Visibilité : <input type="checkbox"/> <5m <input checked="" type="checkbox"/> 5-10m <input type="checkbox"/> >10m
Marée : <input type="checkbox"/> Montante <input checked="" type="checkbox"/> Etale <input type="checkbox"/> descendante	
Vent : <input checked="" type="checkbox"/> un peu <input type="checkbox"/> beaucoup	Direction : Est Houle <input checked="" type="checkbox"/> <1m <input type="checkbox"/> entre 1,50 et 2m <input type="checkbox"/> > 2m
Courant : <input checked="" type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> fort	Direction : Est
Temps : <input checked="" type="checkbox"/> clair <input type="checkbox"/> couvert <input type="checkbox"/> pluvieux	Type d'habitat dominant : <input checked="" type="checkbox"/> sable, <input checked="" type="checkbox"/> corail, <input type="checkbox"/> autre :
Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit : Quelques pirogues vont à cet endroit	
Coût financier d'installation et de fonctionnement :	

Coordonnées du site
Point GPS : Coordonnées en X : 14°18.595
Coordonnées en Y : 047°44.899
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) : Ouest

Description du site d'étude
<i>(Description complète du milieu)</i> Ce site d'étude se situe juste au Nord de l'île émergée. Il est plus abritée et se compose de patches de récifs importants, de zones d'herbier et de sable.



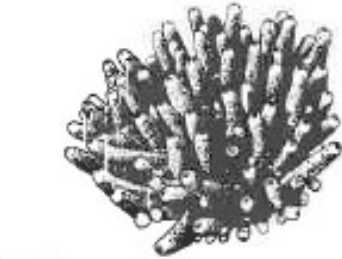
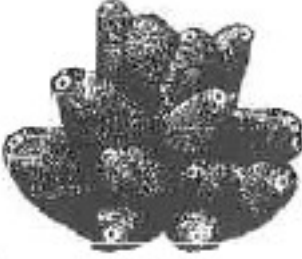


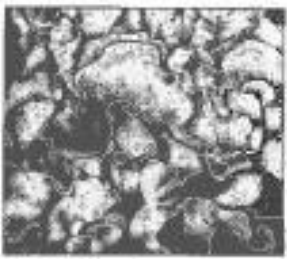
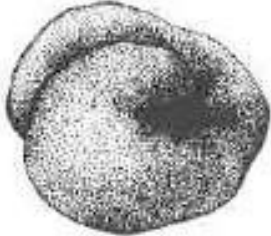
Annexe 9 : Résultats obtenus suite à la mise en place du protocole d'estimation des stocks de Tekateka le 20/06/2023 et le 21/06/2023 dans les herbiers d'Ampasipitily




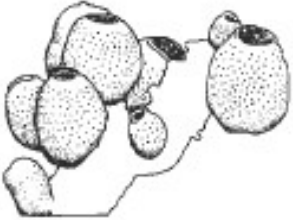






Fiche terrain évaluation des stocks de Tekateka : 20/06/2023																							
Quadra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Somme/classe de taille	Xi	Xi - moy	(Xi - moy) ²	Var	Ecart-type		
> 70																0	0	-1,67	2,78	4,13	2,03		
65 - 70																0	0	-1,67	2,78				
60 - 65																0	0	-1,67	2,78				
55 - 60																0	0	-1,67	2,78				
50 - 55																0	1	-0,67	0,44				
45 - 50																0	2	0,33	0,11				
40 - 45																0	2	0,33	0,11				
35 - 40						1							1			2	0	-1,67	2,78				
30 - 35							1							1	2	4	7	5,33	28,44				
25 - 30					1	1			2						3	7	1	-0,67	0,44				
20 - 25									2	1			1		2	6	0	-1,67	2,78				
15 - 20							1		2						2	5	0	-1,67	2,78				
10 - 15									1							1	2	0,33	0,11				
0 - 10																0	1	-0,67	0,44				
Somme	0	0	0	0	1	2	2	0	7	1	0	0	2	1	9		9	7,33	53,78				
Moyenne	1,67																						
																	Total =		103,33				

Fiche terrain évaluation des stocks de Tekateka : 21/06/2023																							
Quadra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Somme/classe de taille	Xi	Xi - moy	(Xi - moy) ²	Var	Ecart-type		
> 70																0	2	-0,47	0,22	1,56	1,25		
65 - 70																0	2	-0,47	0,22				
60 - 65																0	5	2,53	6,42				
55 - 60																0	1	-1,47	2,15				
50 - 55																0	4	1,53	2,35				
45 - 50																0	3	0,53	0,28				
40 - 45			1							1						2	3	0,53	0,28				
35 - 40	1											1	1		1	4	1	-1,47	2,15				
30 - 35		1		1			2									4	8	5,53	30,62				
25 - 30	1		3			1			1	1	1		1			9	2	-0,47	0,22				
20 - 25		1			1	2	1	1	7				1			14	1	-1,47	2,15				
15 - 20			1		3											4	1	-1,47	2,15				
10 - 15																0	3	0,53	0,28				
0 - 10																0	0	-2,47	6,08				
Somme	2	2	5	1	4	3	3	1	8	2	1	1	3	0	1		1	-1,47	2,15				
Moyenne	2,47																						
																	Total =		57,73				

Autre livrable

Annexe 10 : Différentes espèces de coraux des lagons

ESPECES PHARE			
	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>		<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>
	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>		<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>
	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>		<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>
	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>		<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>

 <p>CS Corail submassif</p>	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>	 <p>CL Corail libre</p>	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>
 <p>MI Millepore</p>	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>	 <p>AS Ascidies</p>	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>
 <p>ZO Zoanthaires</p>	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>	 <p>EP Eponges</p>	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>
 <p>AI Anémone de mer</p>	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>	 <p>GO Gorgone</p>	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>
 <p>CMO Coraux mous</p>	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>	 <p>OT Hydraires</p>	<p>Occurrence : <input type="checkbox"/> Vu <input type="checkbox"/> Pas vu</p> <p>Nombre :</p>



AG Algues gazonnantes

Occurrence :
 Vu Pas vu

Nombre :



AD Algues dressées

Occurrence :
 Vu Pas vu

Nombre :



Etude d'impact sur l'introduction de pépinières de coraux et sur la réintroduction du bivalve *Anadara antiquata*

Thibaut Chabasse
2022-2023

Résumé : Les changements climatiques liés en grande partie aux activités humaines impactent les écosystèmes. Si rien n'est fait, les récifs coralliens disparaîtront. Le jardinage corallien est considéré comme une méthode de restauration active des récifs nécessaire pour limiter la destruction des écosystèmes. De nombreux projets voient le jour mais il reste encore beaucoup de recherches à faire sur la manière d'optimiser au mieux la réussite du jardinage en pépinière et de la transplantation des coraux dans le milieu. Le Nord-Ouest de Madagascar possède des récifs coralliens riches et variés et les ressources notamment piscicoles sont essentielles pour les populations locales qui vivent beaucoup de la pêche. Protéger les récifs, pouponnières pour de nombreuses espèces est donc primordial pour l'avenir des écosystèmes mais aussi des populations qui en dépendent.

Anadara antiquata est une espèce qui a vu sa densité fortement diminuer dans le lagon d'Ampasipitily dans la région de Sofia à Madagascar. L'étude du milieu montre la présence majoritaire d'un substrat rocheux peu favorable au développement de l'espèce. Sa réintroduction directe est donc compromise mais il subsiste des pistes à explorer pour expliquer la faible densité d'individus retrouvés dans le lagon et peut être trouver un moyen d'augmenter le recrutement de l'espèce comme avant le passage du cyclone destructeur de 2004.

Abstract : Climate change, largely due to human activity, is having an impact on ecosystems. If nothing is done, coral reefs will disappear. Coral gardening is seen as a method of active reef restoration needed to limit the destruction of ecosystems. Numerous projects are underway, but much research remains to be done on how best to optimize the success of nursery gardening and coral transplantation in the environment. North-western Madagascar boasts rich and varied coral reefs, and their resources, particularly fish, are essential to the local populations who make a living from fishing. Protecting the reefs, nurseries for numerous species, is therefore essential for the future of the ecosystems and the populations that depend on them.

Anadara antiquata is a species whose density has declined sharply in the Ampasipitily lagoon in the Sofia region of Madagascar. A study of the environment shows that the majority of the substrate is rocky and not very favorable to the species' development. Its direct reintroduction is therefore compromised, but there are still avenues to explore to explain the low density of individuals found in the lagoon and perhaps find a way to increase recruitment of the species as before the destructive cyclone of 2004.

Mots Clés : Pépinière, coraux, corail, bivalve, *Anadara antiquata*, introduction, étude d'impact, réintroduction

Association Vahatra
Chez Juliette Soatsara, fkt fongony-Ambalahonko,
405 Analalava, MADAGASCAR

Tuteur entreprise :
Anthony Bracke
Coordinateur activités socio-environnementales

Tuteur académique :
Karl Matthias Wantzen