
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Etude d'impact pour la réimplantation d'habitats pour les poulpes et langoustes à Madagascar

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



Tuteur entreprise :
Anthony Bracke
Coordinateur activités socio-environnementales

Juliette Vastel
UIT
2022-2023

Tuteur académique :
Mathilde Gralepois

Remerciements

Je tiens à remercier Anthony Bracke, mon maitre de stage pour cette opportunité incroyable de réaliser ce stage à Madagascar. Son accueil et sa générosité ont fait de ces trois mois une expérience inoubliable.

Un grand merci à Edinot et Marcel, ma famille malgache pendant nos missions de terrain pour leur sens du partage et leur bienveillance. Merci Edinot pour tout ce savoir de la mer que tu m'as transmis. Merci Marcel pour ces belles discussions enrichissantes sur la vie.

Un merci tout particulier à Victoire pour son aide au quotidien et sa belle maison sur la plage.

Je remercie Herman pour sa négociation affûtée qui nous a fait économiser quelques ariarys. Merci à Moustik pour son sens de l'humour et son riz coco. Merci à Francine pour les nombreux services qu'elle nous a rendu. Merci à Eliat pour sa divine cuisine.

Merci à Mr Daniel, responsable du service pêche pour avoir pris le temps de répondre à nos question.

Un immense merci à tous les chefs fokontany, pêcheurs, pêcheuses et habitants d'Analalava, d'Antangerina, d'Ambalahonko et d'Ampasipitily pour leur temps et leur aide dans notre projet. Merci au directeur régional de la pêche et de l'économie bleu et au directeur de l'environnement et du développement durable.

Enfin un merci à tous les bénévoles, étudiants, ingénieurs, techniciens malgaches... qui reprendront cette étude et la feront perdurer.

Table des matières

Remerciements	2
Tables des figures	5
Table des tableaux.....	6
Table des annexes	7
I. Introduction.....	8
II. Cadre et acteurs du stage.....	8
a. Genèse du projet.....	8
b. Acteurs du projet.....	9
III. Présentation de l'étude.....	10
a. Localisation et contexte de l'étude	10
b. Cycle de vie du poulpe et de la langouste	11
Le poulpe	11
La langouste.....	14
c. Différentes techniques de pêche	15
Le poulpe	15
La langouste.....	16
IV. Matériel et Méthode	17
a. Recherches bibliographiques	17
b. Sites d'étude.....	18
c. Habitats artificiels.....	18
Etude préliminaires des modèles existants.....	18
Création du modèle final.....	22
V. Sélection des sites d'implantation : Mission de terrain	24
a. Planning.....	24
b. Cartographie participative.....	25
c. Sentinelles du Lagon.....	26
VI. Mise en place du projet.....	29
a. Etat écologique du milieu avant la mise en place du projet	29
Première évaluation lors de la mission de terrain : t0	29
Protocole d'évaluation une fois les sites sélectionnés : t0 bis	29
b. Phase test d'implantation et suivi	31
Localisation des habitats artificiels.....	31
Suivi des espèces	34
VII. Enjeux, risques et mesures de prévention	36
a. Impacts issus de la mise en place du projet	36

Impact écologique	36
Impact socio-économique	37
b. Levier réglementaire : réserve et réglementation	38
Réglementation en place actuellement	38
La réserve marine	39
Mesures et contrôle de la pêche.....	40
VIII. Conclusion et discussion.....	40
Conclusion	40
Discussion.....	41
IX. Retour d'expérience	42
X. Annexes	51

Tables des figures

Figure 1 : Situation géographique de la ville d'Analalava, district d'Analalava, Région Sofia, Province de Mahajanga, Nord-ouest de Madagascar	10
Figure 2 : Le poulpe dans son réseau trophique	12
Figure 3 : Octopus macropus	12
Figure 4 : Octopus cyanea	12
Figure 5 : Octopus aeginae	13
Figure 6 : Œufs de poulpe suspendus	13
Figure 7 : Panulirus ornatus	14
Figure 8 : Œufs de langouste agglutinés à l'abdomen de la femelle	14
Figure 9 : Pêche à pied du poulpe, technique pratiquée à Madagascar	15
Figure 10 : Pêcheur de poulpe au harpon	15
Figure 11 : pêcheur de poulpe depuis une pirogue armé de sa lance	15
Figure 12 : Bassin de réserve pour les langoustes vivantes	16
Figure 13 : Bassin annexe permettant la filtration de l'eau	16
Figure 14 : Localisation des sites d'étude, Antangerina, Ampasipitily et Nosy Ilagne	18
Figure 15 : Modèle en béton d'habitat artificiel pour poulpe	19
Figure 16 : Montage et installation des habitats en bommies	20
Figure 17 : Habitat artificiel pour poulpe en forme d'urne	20
Figures 18 et 19 : Modèles d'habitats artificiels, en forme de pyramide et de croix	22
Figure 20 : Jar en terre cuite malgache	23
Figure 21 : Schéma d'une jar en terre cuite avec ses dimensions	23
Figure 22 : Image du module en forme de temple	24
Figure 23 : Groupe de travail réunissant 6 femmes et 2 hommes	25
Figure 24 : Matériel de plongée pour le Sentinelle de Lagon. De gauche à droite, masque, tuba, palmes, planche submersible, GPS, corde graduée, combinaison de plongée et chaussures d'eau	27
Figure 25 : Langoustes dans son habitat naturel	28
Figure 26 : Tridacna spp. Dans son habitat naturel	28
Figure 27 : Installation en profondeur des urnes pour les poulpes	32
Figure 28 : Modélisation du module en forme de temple	33
Figure 29 : Assemblage des parpaings emplis de sédiments constituant la base du module	33
Figure 30 : Localisation des habitats pour poulpes et langoustes pour la phase test à Antangerina ...	34
Figure 31 : Localisation des habitats pour poulpes et langoustes pour la phase test à Ampasipitily ...	34

Table des tableaux

Tableau 1 : Matrice AFOM du modèle n°1.....	21
Tableau 2 : Matrice AFOM du modèle n°2.....	21
Tableau 3 : Matrice AFOM du modèle n°3.....	21
Tableau 4 : Tableau synthétiques des coûts du projet	38
Tableau 5 : Modalités d'encadrement de la pêche (Latrouite, 2005)	40

Table des annexes

Annexe 1 : Conseil d'administration et organe exécutif de l'association Vahatra	51
Annexe 2 : Plan de la future Aire Marine Protégée Communautaire autour des villes d'Analalava et Amboloboza	51
Annexe 3 : Carte des LMMA's en 2021 dans le district d'Analalava, Madagascar	52
Annexe 4 : Fiche technique Octopus cyanea	53
Annexe 5 : Fiche technique Octopus macropus.....	54
Annexe 6 : Fiche technique Octopus aeginae.....	55
Annexe 7 : Fiche technique Panulirus ornatus.....	56
Annexe 8 : Planning de la mission.....	56
Annexe 9 : Légende de l'atelier cartographique	57
Annexe 10 : Légende de l'atelier cartographique, traduite en malgache	57
Annexe 11 : Script présentant le déroulé de l'atelier cartographique	58
Annexe 12 : Cartes du lagon résultant de l'atelier cartographique menée à Antangerina puis retranscrite sur QGIS.....	59
Annexe 13 : Carte du lagon d'Antangerina résultant du croisement entre celle produite à l'issu de l'atelier cartographique et l'expertise de notre binôme, technicien des lagons	60
Annexe 14 : Cartographie des substrats et milieux de Nosy Lava	61
Annexe 15 : Cartes du lagon résultant de l'atelier cartographique menée à Ampasipitily puis retranscrite sur QGIS.....	62
Annexe 16 : Cartes du lagon d'Ampasipitily résultant du croisement entre celle produite à l'issu de l'atelier cartographique et l'expertise de notre binôme, technicien des lagons	63
Annexe 17 : Planche Espèces d'intérêts pour le poulpe et la langouste	64
Annexe 18 : Fiche Sentinelles du Lagon.....	66
Annexe 19 : Planche submersible annotée pour le Sentinelle du Lagon.....	67
Annexe 20 : Carte QGIS des coordonnées des sites d'implantation des habitats, Antangerina	68
Annexe 21 : Fiche n°1 de suivi « Sentinelles du Lagon », 16/06/2023 Antangerina	69
Annexe 22 : Fiche n°2 de suivi « Sentinelles du Lagon », 16/06/2023 Antangerina	70
Annexe 23 : Fiche n°3 de suivi « Sentinelles du Lagon », 17/06/2023 Antangerina	71
Annexe 24 : Carte QGIS des coordonnées des sites d'implantation des habitats, Ampasipitily	72
Annexe 25 : Fiche n°4 et 5 de suivi « Sentinelles du Lagon », 23/06/2023 Ampasipitily	73
Annexe 26 : Représentation du transect linéaire pour la réalisation du protocole Reef Check.....	74
Annexe 28 : Budget prévisionnel du projet sur 2 ans	76
Annexe 29 : Bande dessinée « La gestion des poulpes » par Daniel Raberinary.....	77

I. Introduction

A Madagascar, le poulpe et la langouste figurent parmi les espèces les plus pêchées. D'après l'Economic Development Board of Madagascar (EDBM), 7,15 tonnes de poulpes et 0,19 tonnes de langoustes sont pêchées artisanalement à Madagascar en 2021 (EDBM, 2022). L'intensification de la pêche combinée au braconnage n'est évidemment pas sans conséquences : selon la technique de pêche les habitats de ces espèces sont détruits, certains individus sont pêchés alors qu'il ne devrait pas (femelles porteuses d'œufs, individus non matures). Ainsi ces deux conséquences majeures mènent progressivement à l'extinction de ces espèces, qui ne se renouvellent pas.

Dans certains villages malgaches notamment ceux de cette étude, Antangerina et Ampasipitily, les habitants ont exprimé la volonté de mettre en place une réserve pour leurs ressources marines. Depuis maintenant 2019, Vahatra soutenue par OpH réfléchit à une solution technique pour préserver certaines espèces, comme le poulpe et la langouste. Une fois l'idée d'habitats artificiels partagée, la Direction Régionale de la Pêche et de l'Economie bleue a formulé la demande de trois études d'impact qui seront menées dans les lagons d'Antangerina et Ampasipitily. Parmi celles-là, une traitera sur la réintroduction d'habitats pour les poulpes et langoustes.

Une étude d'impact vise « à prédire les conséquences environnementales d'un projet pour en limiter, atténuer ou compenser les impacts et ainsi façonner un projet respectueux vis à vis de l'environnement, du cadre de vie, de la culture, de l'économie et de la société. » (*Une étude d'impact, qu'est ce que c'est ? / Etudes d'impact / Formations / Environnement / Fenua Environnement, s. d.*). Appliqué aux poulpes et langoustes, cette étude permettra de savoir si la réintroduction d'habitats pourrait être néfaste pour d'autres espèces qui partageraient cet habitat. Leur réintroduction pourrait-elle engendrer la disparition d'autres espèces ? L'étude d'impact permettra de répondre à ce genre de questions.

Ainsi cette étude est menée selon trois objectifs. Tout d'abord, l'enjeu est écologique face à la disparition de la ressource en poulpes et langoustes et la destruction de leur habitat. Ensuite, il est économique puisqu'une pêche durable pour le milieu marin est une pêche rentable pour les pêcheurs et pêcheuses. Enfin, l'objectif est social. Avec l'envie d'intégrer les acteurs de la pêche dans un projet qui a la volonté de préserver leurs ressources primaires. Ainsi, la participation citoyenne détiendra une place déterminante dans le projet.

Dans le cadre de ma formation en « Génie de l'Aménagement et de l'Environnement » à l'école d'ingénieur Polytech Tours, j'effectue un stage d'une durée de trois mois. Bien différent du stage d'observation de troisième année, cette expérience a pour vocation d'accomplir des missions sous la casquette d'un apprenti ingénieur. Ces 3 mois sont l'opportunité de découvrir réellement les métiers de l'aménagement du territoire. Cette expérience s'inscrit dans la continuité de nos enseignements mais permet également aux étudiants de découvrir d'autres spécialités internes à l'aménagement du territoire. Cette année, ma spécialité Ingénierie Territoriale Internationale m'a permis d'étudier d'autres modèles d'aménagement et de rencontrer nouvelles problématiques. C'est dans cette optique que je réalise cette étude à Madagascar.

II. Cadre et acteurs du stage

a. Genèse du projet

C'est en faisant partie de l'association Ingénieurs Sans Frontière (ISF) que j'ai pu réaliser cette incroyable expérience.

Crée en 1982, Ingénieurs Sans Frontières est la première organisation de solidarité internationale initiée par des écoles d'ingénieurs. Implantée dans cinq continents et treize pays, l'association œuvre dans les pays du sud selon cinq thématiques : accès à l'eau et à l'assainissement ; le développement agricole et souveraineté ; accès à l'énergie et sobriété énergétique ; industries extractives ; formation citoyenne des ingénieurs. En France, ISF est présente dans 30 écoles dont Polytech Tours. Au sein de chaque antenne locale, c'est également le cas pour celle de Tours, une équipe « Mission Internationale » construit chaque année un projet de mission de solidarité Internationale. Cette année, l'équipe dont je fais partie a choisi Madagascar pour faire la différence. Notre équipe se compose de 6 étudiants de l'école Polytech Tours : Romane Freland, Eléa Chaillot, Thibaut Chabasse, Léo Bonnin, Paul Bonhomme et moi-même.

Ce projet, qui est à la fois une mission et un stage a débuté il y a maintenant un an. Depuis le mois d'avril 2022, nous construisons cette mission avec les différents acteurs du projet en effectuant diverses actions : des réunions techniques pour la construction du sujet de stage, la réalisation d'actions pour le financement du voyage (ventes de viennoiseries, de chouchous et réalisations de dossier de subventions), des formations d'interculturalité.

Dans le cadre de cette mission, chacun des étudiants réalisera son stage à Madagascar sur des thématiques différentes. Alors que mon stage porte sur la réalisation d'une étude d'impact pour la réintroduction d'habitats pour les poulpes et langoustes, les autres étudiants travailleront en parallèle sur les thématiques suivantes :

- Thibaut travaillera sur la réalisation d'une étude d'impact pour la réimplantation de pépinières de coraux et la réintroduction du bivalve *Anadara antiquata*.
- Romane et Léo travailleront sur la caractérisation des unités paysagères dans un objectif de reforestation.
- Eléa et Paul travailleront sur l'amélioration de l'étude de sites de restauration de mangroves

b. Acteurs du projet

Réunissant la France et Madagascar sur un projet commun, ce stage rassemble une multitude d'acteurs, tous essentiels pour la réussite des missions confiées.

Tout d'abord, ce stage est possible grâce à l'association malgache VAHATRA. Association régie par la loi du 3 août 1960, Vahatra a pour objectif de « *défendre les intérêts généraux, les biens communs présents et futurs des communautés ayant une implication citoyenne* » (Procès-verbal de l'assemblée générale constitutive du 02 octobre 2022, 2022). Pour répondre aux réels besoins de la population, les projets s'articulent autour de divers domaines comme l'artisanat, l'éducation, la recherche scientifique ou encore le tourisme tout en préservant un fonctionnement démocratique et transparent et en préservant un caractère désintéressé de sa gestion. L'association rassemble quinze membres constituant le bureau, le conseil d'administration et l'organe exécutif, sans compter les populations qui aide occasionnellement l'association sur des projets ciblés. (voir annexe 1)

Ce travail est également réalisé en partenariat avec l'association réunionnaise Opti'pousse Haie (OpH) dont le co-fondateur est mon maître de stage, Anthony Bracke. OpH est une association de la loi 1901 agissant dans différents pays du monde et territoires d'outre-mer comme La Réunion, Madagascar, le Kenya... autour de différentes thématiques : la gestion des déchets, le développement durable, la valorisation des ressources naturelles ou encore la protection de la biodiversité. Au quotidien OpH apporte un soutien technique et financier à l'association Vahatra.

Tout au long de ce stage, deux hommes malgaches ont travaillé avec moi sur l'étude : Edinot Ralainandrasana, technicien lagon et Marcel Vorianarivelo, en formation avec Edinot. Ils étaient présents à la fois en tant qu'expert, guide et traducteur dans cette expérience.

Finalement, ce stage est possible grâce à Ingénieurs Sans Frontières – Tours, Opti'Pousse haie et VAHATRA. Mais ce stage s'inscrit dans un projet bien plus grand : la mise en place d'une Aire Marine Protégée Communautaire (AMPC) dans le district d'Analalava à Madagascar.

III. Présentation de l'étude

a. Localisation et contexte de l'étude

Madagascar possède une biodiversité unique au monde : ce pays de 587 000 km² concentre 5 % des espèces de la planète, et 80 % de ces dernières sont endémiques. Le pays possède plus d'espèces endémiques que l'ensemble du continent africain. Son climat tropical s'exprime par une saison des pluies humide de novembre à mars et une saison sèche d'avril à octobre.

Madagascar est également l'un des pays le plus pauvre au monde. En 2012, 80 % de la population du pays vit sous le seuil de pauvreté, soit avec moins de 1.90 \$ par jour et par personne (*World Bank Open Data*, s. d.). Cette pauvreté extrême combinée à un taux de natalité élevé pousse la population à une déforestation toujours plus sauvage au profit de l'agriculture pour subvenir à leurs besoins : en 2017, Madagascar se classe 4^{ème} pays en termes de déforestation avec 510 000 hectares détruits en une année (Deltour, 2019). Les forêts ne sont pas les seuls écosystèmes à souffrir de cette démographie croissante. Ajouté à cela, les milieux marins malgaches sont victimes de la pollution, de la pêche intensive et du braconnage. Toutes ces ressources sont amenées à disparaître et pour certaines elles n'existent déjà plus. Selon le dernier rapport du GIEC, d'ici 2050 seul 99% des coraux disparaîtront sous la pression du dérèglement climatique.

Au Nord-Ouest de Madagascar, dans la province de Mahajanga et la région Sofia se situe la commune d'Analalava (voir figure 1). Commune de 4000 habitants, Analalava et quatorze autres communes forme le district d'Analalava. Pendant longtemps, la commune a été une plaque tournante dans le commerce des produits de la mer mais aujourd'hui, ses infrastructures et son réseau routier lui fait défaut. Malgré cela, la biodiversité marine a fait naître de nombreuses associations de pêcheurs, qui souhaitent protéger cette ressource naturelle très convoitée par les étrangers dans la Baie de Narinda. C'est face à ce constat terrifiant que des projets comme l'AMPGC d'Analalava voient le jour.



Figure 1 : Situation géographique de la ville d'Analalava, district d'Analalava, Région Sofia, Province de Mahajanga, Nord-ouest de Madagascar (Source : d-maps)

Depuis le début du siècle, l'île de Madagascar est ciblée par les institutions internationales et grandes ONG pour des projets de conservation de la nature. En 2003, lors du Congrès mondial des parcs, le président malgache s'est engagé à convertir 10% de son territoire en espaces naturels protégés (Amelot, 2013).

Dans l'optique d'une gestion durable des ressources naturelles, la population d'Analalava a exprimé son envie d'intégrer le réseau d'Aire Marine Protégée malgache. En 2014, l'association Analalava Tia Fondrosoana (ATF) est créée pour proposer à la communauté d'Analalava un soutien technique et scientifique pour la création d'une Aire Marine Protégée Communautaire (AMPC) (Opti'Pousse Haie, s. d.). D'après l'UICN (Union Internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources), une AMP est « *un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services éco systémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés* » (Borrini-feyerabend et al., 2010). Une AMPC est une AMP en « *gouvernance partagée dans lesquelles les communautés ont une place importante au sein des organes décisionnels* » (Borrini-feyerabend et al., 2010).

Actuellement l'AMPGC d'Analalava est encore au stade de l'étude. Elle s'étend jusqu'à la Baie de Naridran et de la Loza comprenant les îles de Nosy Lava, Nosy Soy, Nosy Iahna et Nosy Ifaho (voir annexe 2). Dans cette zone, les écosystèmes marins et côtiers abritent de nombreuses activités économiques liées aux services écosystémiques de ces milieux : l'extraction de minerais, l'exploitation des forêts de mangrove pour la production de bois de chauffe, la pêche industrielle intensive pour l'exportation... Cette AMPGC a pour objectif le suivi écologique des différents écosystèmes de la zone : estuaire, mangrove, herbiers, récifs coralliens, haut fond et île rocheuse ; qui permettra par la suite de mettre en place des règles de gestion et une valorisation des ressources. (Opti'Pousse Haie, s. d.)

Plus localement, on retrouve des Aires Marines Gérées Localement, Locally Managed Marine Area en anglais (LMMA). Selon le réseau LMMA du Pacifique, une LMMA est « *une zone principalement marine et/ou côtière qui est largement ou entièrement gérée au niveau local par des communautés riveraines, des organisations partenaires (ONG, Associations, Groupements...), et/ou des représentants de l'Etat qui y résident ou sont basés dans la zone en question.* » (MIHARI, 2017). Au contraire d'une AMPC, une LMMA n'est pas encore défini légalement parlant. En 2021, OpH et ATF ont créé des LMMA dans le Nord de la baie de Naridran et le Nord de la baie de la Loza. La carte est l'outil visuel permettant de voir l'étendue géographique de notre travail. (voir annexe 3)

Dans le cadre de ce stage, ces deux outils sont essentiels pour la compréhension des règles de gestion des ressources marines et côtières des zones d'étude.

b. Cycle de vie du poulpe et de la langouste

À la suite d'échanges avec les acteurs de la pêche, le directeur de la pêche d'Analalava par exemple, il est ressorti que le nom des espèces pêchées n'était pas forcément connu. L'identification de ces espèces s'est donc faite à partir de photos d'individus capturées ou lors d'une visite d'un bassin de stockage de langoustes. Les espèces ou « qualités » (terme employé à Madagascar) présentées dans cette partie sont les espèces identifiées comme majoritairement présentes dans le Nord-Ouest de Madagascar. Cependant elles n'excluent pas pour autant toutes les autres espèces.

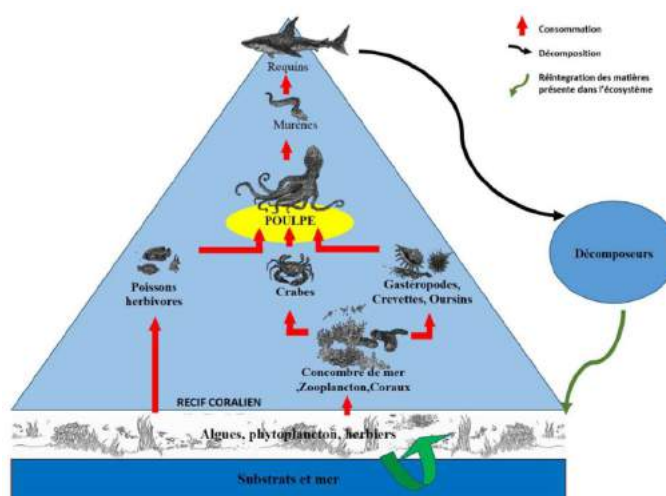
Le poulpe

(voir annexes 4, 5, 6)

A Madagascar, on retrouve 3 espèces de poulpe de la famille des Octopodidés (Octopodidae) : *Octopus cyanea*, *Octopus aeginae*, *Octopus macropus*. Espèces des milieux benthiques, Horita (poulpe en malgache) vit dans les fonds marins sableux ou vaseux des mers chaudes et tempérées (*Définition / Poulpe - Octopoda | Futura Planète*, s. d.). Le poulpe se loge dans les anfractuosités des récifs coralliens et rocheux, jusqu'à des profondeurs variables selon son espèce. On retrouve à proximité de son biotope du coralligène, un milieu marin constitué d'algues agglomérées, des herbiers marins que l'on associe à des prairies sous-marines ou des prairies posidonies (*Octopus vulgaris | DORIS*, s. d.).

Le poulpe est carnivore. Ils mangent des crabes et crevettes, des céphalopodes et bivalves (molluscivore), des poissons de petite taille (piscivore) et des petits poulpes (cannibale). Il se nourrit principalement la nuit ou au lever du soleil. Son principal prédateur est la famille des Muridés (Muraedinae) autrement dit les murènes (RASETA, 2020). Enfin le principal prédateur du poulpe, en règle générale est la murène. (voir figure 2).

Figure 2 : Le poulpe dans son réseau trophique (RASETA, 2020)



Octopus macropus possède un corps rouge vif à rouge brique ponctué de taches blanches phosphorescentes alignées sur ses bras. Sa taille moyenne est de 13 cm avec des bras 5 à 8 fois la longueur de son manteau (*Callistoctopus macropus | DORIS*, s. d.).

Figure 3 : *Octopus macropus* (source : Octolab)



Octopus cyanea a un corps brun violacé parcouru de points blancs. Les ocelles (œil simple) pourpres à brun foncé cerclés de clair et bordés de brun le rendent très reconnaissable. Son corps mesure une quarantaine de centimètres avec des bras 4x plus long que son manteau (*Octopus cyanea | DORIS*, s. d.).

Figure 4 : *Octopus cyanea* (source : Doris)

Octopus aeginae est vert brunâtre dorsalement et blanc pâle ventralement. On retrouve des taches rondes régulières avec des rainures distinctes sur la surface dorsale du manteau, de la tête et des bras. Les bras sont 2 à 3 fois plus long que le manteau (*Amphioctopus aegina*, s. d.).



Figure 5 : *Octopus aeginae* ([source](#) : Conchology)

Le poulpe ne vit pas plus de 2 ans. Voici les quelques étapes de sa vie qui caractérisent ce genre. Les poulpes, mâles et femelles atteignent leur maturité quelques mois après leur installation sur un récif (pour *Octopus cyanea*, 6 à 7 mois pour les mâles et 10 à 12 mois pour les femelles). Ensuite vient la période d'accouplement. Pour reconnaître le sexe de son partenaire, non visible, le mâle effectue une première approche. Le mâle est alors de couleur bordeaux à marques claires et la femelle en livrée camouflage. Le mâle enroule sur lui-même son bras droit de sa troisième paire, celui portant les spermatophores pour ensuite le dérouler jusqu'à la cavité palléale puis l'oviducte de la femelle si elle est réceptive. L'accouplement peut durer quelques minutes à 3 heures. Pendant l'acte, la femelle peut être mobile ou en contact avec le mâle. La température de l'eau et la disponibilité en nourriture conditionne notamment cette période. Ensuite vient la période de ponte, à son pic pendant la saison chaude. La femelle pond jusqu'à 700 000 œufs (variable selon l'espèce) réunis en plusieurs grappes reliées par un cordon et fixés ensuite au plafond de l'abri de la femelle (voir figure 6). Par la suite, la femelle ventiler sa ponte jusqu'à l'éclosion (de quelques semaines à deux mois suivant la température de l'eau), sans s'alimenter durant toute cette période (approximativement deux semaines avant la ponte) (*Octopus cyanea* | DORIS, s. d.).

Figure 6 : Œufs de poulpe suspendus ([source](#) : [Aqua Plongée](#))



Le stade para larvaire qui suit sonne le grand départ de la portée. Grâce à la propulsion créée par des contractions de son manteau, le juvénile nage immédiatement en pleine eau et rejoint le large. Il ressemble alors à un petit poulpe de 3-4 mm de long. Durant 30 à 40 jours, il mène une vie planctonique en se nourrissant uniquement de zooplancton (larves de crustacés) (*Octopus cyanea* | DORIS, s. d.).

Une fois cette période terminée, le juvénile se laisse tomber sur le substrat : c'est le début de son existence benthique. Alors que les petits ont pris leur envol, les parents se laissent mourir. Alors qu'elle s'est arrêtée de manger, la femelle meurt en général 10 jours après la dernière éclosion. Si elle recommence à se nourrir, elle finira tout de même par mourir de senescence comme les mâles. La mort du poulpe est génétiquement programmée par les sécrétions endocriniennes issues des glandes optiques (*Octopus cyanea* | DORIS, s. d.).

La langouste

(voir annexe 7)

Panulirus ornatus ou langouste porcelaine appartient à la famille des Palinuridae. On la retrouve à Madagascar dans les mers des plateaux tropicaux où à proximité d'îles au sous-sol solide (« Palinuridae », 2022). La langouste porcelaine vit dans les zones peu profondes sous les rochers et récifs là où il trouve sa nourriture : des échinodermes tels que les étoiles de mer et oursins, des mollusques dont il broie la coquille et parfois des algues, vers marins et petits crustacés. Tout comme le poulpe, la langouste est prédatée par les murènes.

La langouste porcelaine possède des pattes ambulateurs transversalement striées en noir et blanc, de la même couleur que sa première paire d'antennes. Elle peut mesurer jusqu'à 55 cm mais a en moyenne un corps (*Panulirus ornatus* (Langouste du Kenya), s. d.).



Figure 7 : *Panulirus ornatus* ([source](#) : Seaunseen)

L'accouplement de la langouste a lieu ventre à ventre. Le mâle dépose sa semence à la base du sternum de la femelle, sous la forme de spermatophores, sorte de capsules renfermant des spermatozoïdes. En déchirant l'enveloppe des spermatophores, la femelle libère les spermatozoïdes qui fécondent les ovules qu'elle émet (*Langouste rouge - Encyclopédie des espèces*, s. d.)

Figure 8 : Œufs de langouste agglutinés à l'abdomen de la femelle
(source : [Réserve de La Réunion](#))



Par la suite, les œufs s'agglutinent au niveau de l'abdomen de la femelle (voir figure 8). L'incubation dure de 5 à 8 mois selon la température de l'eau. À l'éclosion, la larve fait 3 à 4 mm et ressemble à une feuille transparente : elle est appelée phyllosome (« organisme en forme de feuille » en grec). Elle va ensuite se laisser dériver dans les courants. La durée de la vie larvaire des langoustes est de plusieurs mois, voire deux ans pour certaines espèces, mais pour une espèce donnée elle varie en fonction des conditions environnementales. Après quelques mois et métamorphoses, elle prend l'aspect d'une langouste transparente de 2 cm de long. La phase océanique est achevée. Nageant mieux à la verticale qu'à l'horizontal, le *puerulus* (« petit garçon » en grec) se dépose dans les fonds marins. Quelques jours ou semaines après son établissement, le *puerulus* mue à nouveau pour donner le premier stade juvénile. Au cours de sa vie, la langouste va effectuer de nombreuses mues pour se développer, plusieurs fois par an avant d'atteindre la maturité puis une fois par an à l'âge adulte. Elle atteint sa maturité à l'âge de 4 ans. Son espérance de vie dépend de son poids : 4 à 6 ans pour les langoustes de 400 à 500g et 7 à 10 ans pour les espèces de 1 kg (Latrouite, 2005).

Comme présenté plus haut, le poulpe et la langouste se nourrissent tous les deux de mollusques. Ils détiennent une relation interspécifique qu'est la compétition. Ces deux espèces convoitent les mêmes ressources alimentaires, ici le mollusque. Par conséquent, c'est l'espèce la plus adaptée qui tirera profit des ressources disponibles dans le milieu. (*Les relations interspécifiques et intraspécifiques*, s. d.)

c. Différentes techniques de pêche

Le poulpe

Les méthodes de pêche du poulpe sont nombreuses et certaines plus destructrices que d'autres.

Tout d'abord, le glanage ou pêche à pied (*Mihaka* en malgache). Cette technique est pratiquée à la fois par les hommes et les femmes. A marée basse, le long du platier récifal, sur la pente externe le pêcheur utilise un harpon pour déloger les poulpes de leur trou. Lors de leur passage, les pêcheurs détruisent les coraux en marchant dessus (Raberinary & Peabody, s. d.).



Figure 9 : Pêche à pied du poulpe, technique pratiquée à Madagascar ([source](#) : Blue Ventures)



Ensuite, la pêche par plongeon (*Mijebiky* en malgache) uniquement pratiquée par les hommes. Muni d'un masque, d'un tuba et de palmes, les pêcheurs plongent dans les zones profondes des platiers récifaux comme la pente externe du récif (RASETA, 2020) ou à marée haute et chassent le poulpe au harpon et à la lance (Raberinary & Peabody, s. d.).

Figure 10 : Pêcheur de poulpe au harpon ([source](#) : Mongabay)

Enfin, le maraudage (*Mamintana* en malgache) effectué par les hommes. Depuis une pirogue, quand l'eau est claire, le pêcheur plonge dans l'eau avec une lance.

En plus de leur outil de pêche (lance ou harpon), les pêcheurs utilisent un pique pour casser les coraux et faciliter la sortie des poulpes (Raberinary & Peabody, s. d.). Cette pratique est notamment courante dans le sud de Madagascar.



Figure 11 : pêcheur de poulpe depuis une pirogue armé de sa lance ([source](#) : Mongabay)

A Madagascar, une fois l'espèce capturée par les pêcheurs, vivante ou morte, elle est vendue à des établissements de vente, de transformation ou des mareyeurs. D'après l'article 6 du décret 2017-532 portant organisation générale des activités de commercialisation et de la valorisation des produits de

la pêche et de l'aquaculture, « les activités du mareyage consistent à l'achat des produits de la pêche et d'aquaculture à l'état vivant ou mis sous glace ou transformés, sous-produits de la pêche et de l'aquaculture auprès des pêcheurs et/ou de tout établissement de vente ou de transformation des produits de la pêche et de l'aquaculture ou des aquaculteurs à l'intérieur d'une zone de collecte, en vue de les revendre dans le même zone de collecte. » (Decret N° 2017-532 Portant organisation générale des activités de commercialisation et de la valorisation des produits de la pêche et de l'aquaculture, 2017). Par la suite ce stock peut être acheté par les collecteurs. D'après l'article 4 de ce même décret, les activités du collecteur comprennent « l'achat des produits de la pêche et d'aquaculture à l'état vivant ou mis sous glace ou transformés, des sous-produits de la pêche et de l'aquaculture auprès des pêcheurs et/ou des mareyeurs et/ou de tout établissement de vente ou de transformation des produits de la pêche et de l'aquaculture et/ou des aquaculteurs, à l'intérieur d'une zone de collecte, en vue de les revendre sur le marché. » (Decret N° 2017-532 Portant organisation générale des activités de commercialisation et de la valorisation des produits de la pêche et de l'aquaculture, 2017).

La langouste

Il existe deux techniques de pêche répandues à Madagascar. La plus répandue est la pêche plongée avec un harpon. Elle consiste à capturer la langouste morte afin de la consommer rapidement sur place.

La seconde technique est la pêche avec un filet pour capturer les langoustes vivantes. Les filets sont positionnés devant les récifs rocheux mesurant plusieurs centaines de mètres. Certains pêcheurs peuvent laisser jusqu'à dix jours leur filet en position pour être certain de tout collecter. Ils répètent cette technique encore et encore jusqu'à parcourir tout le littoral. Cette pratique est moins courante et utilisée pour l'exportation de l'espèce, en Chine principalement. Une fois pêchées, les langoustes sont entreposées dans des bassins pour les conserver avant leur exportation (voir figure 12). L'eau salée du bassin est alimentée par un circuit fermé grâce à une pompe. Avant d'être réinjectée, l'eau est filtrée dans un bassin annexe (voir figure 13). On retrouve au fond, de la roche, surmontée de poudre de charbon et d'une éponge sur le dessus. Lorsque le bassin est trop rempli, de l'oxygène est réinjecté.



Figure 12 : Bassin de réserve pour les langoustes vivantes (source personnelle)



Figure 13 : Bassin annexe permettant la filtration de l'eau (source personnelle)

IV. Matériel et Méthode

a. Recherches bibliographiques

Afin de constituer une base solide de connaissances sur le sujet, la recherche bibliographique détient une part importante dans ce travail. Cette phase de recherche a notamment commencé quelques mois avant le début de ce stage. Pendant cette période, de nombreuses fiches de lecture ont été réalisées afin d'établir une base de connaissances sourcée et exploitable par le corps scientifique sur place. Sur la base d'un article scientifique, d'un rapport de mémoire, d'une étude de faisabilité... ces fiches sont construites de manière à servir l'étude d'impact réalisée. Ainsi chacune des fiches seront la source principale d'information avant le travail mené sur le terrain. Enfin ces documents seront archivés dans les bases de données de Vahatra et OpH pour capitaliser les informations qu'elles contiennent.

Par la suite, les ressources dont dispose OpH ont été une source additionnelle d'informations notamment de nombreux travaux réalisés par des étudiants bénévoles en écologie marine. Au fil des articles étudiés, il était fort de constater que les données scientifiques au sujet du poulpe et de la langouste à Madagascar étaient parfois insuffisantes pour établir un diagnostic précis et juste. Le savoir des pêcheurs et techniciens/écologue malgaches sont apparus alors indispensable pour se faire une réelle idée de l'état écologique du lagon et du stock des deux espèces étudiées ici. Les travaux réalisés par les différents étudiants et scientifiques jusqu'à maintenant à Analalava sont très récents. Très peu d'études ont été menées sur le territoire et le travail en matière de gestion durable des ressources naturelles est d'envergure. Pour cette raison, cette étude est le point de départ d'un nouveau mode de fonctionnement pour les populations locales.

Les premières recherches bibliographiques ont montré que peu d'études d'impact existaient quant à la réintroduction d'habitats artificiels pour poulpes et langoustes, que ce soit à Madagascar ou dans le monde plus largement. Cependant des études préliminaires sont couramment réalisées avant la mise en place d'un projet comme l'implantation d'un habitat artificiel dans un lagon. D'autres analyses présentent le succès ou non de la méthode exécutée. Cependant très peu de travaux traitent de l'impact qu'il peut avoir sur l'environnement dans lequel il est implanté ou sur le réseau trophique des espèces qui vivront dans ce nouvel habitat. A partir de ce constat, il fallait donc élargir le champ de recherches.

En connaissance de la définition d'une étude d'impact et de la publication « *Biohab : implantation d'habitats artificiels légers* » (Chalifour, 2014), les différentes étapes de l'étude sont présentées ci-dessous :

Etape 1 : Contextualisation et localisation de l'étude

Etape 2 : Présentation du projet sous ses aspects opérationnel et technique

- Déterminer les caractéristiques d'un site d'accueil adapté
- Sélectionner le matériel adapté à l'édification de l'habitat
- Déterminer les modèles de structures les mieux adaptées à l'espèce d'intérêt

Etape 3 : Sélection des sites d'immersion test et évaluation de l'état du milieu à t0

Etape 4 : Evaluation de l'état du milieu à t0 bis

Etape 5 : Phase test d'implantation :

- Implantation des structures test
- Suivi de l'évolution du comportement des structures immergées sur 2 ans
- Suivi de la colonisation des modules sur 2 ans

Etape 6 : Elaborer des notices techniques à destination des futurs gestionnaires des structures et de la population locales pour la mise en place des habitats artificiels.

b. Sites d'étude

L'étude s'est portée sur deux sites d'étude, Antangerina et Ampasipitily (voir figure 14). Les habitants de ces deux communes pratiquent l'un comme l'autre la pêche au poulpe et la langouste. Pour protéger cette ressource et favoriser durablement la pêche de ces espèces, des habitats pourraient être implantés dans les lagons de ces deux sites. Pour le troisième site Nosy Ilagne, les protocoles seront testés pour la première fois lors d'une mission test de 2 jours dans cette commune.



Figure 14 : Localisation des sites d'étude, Antangerina, Ampasipitily et Nosy Ilagne (source : Google Earth)

c. Habitats artificiels

Grâce à la littérature scientifique, issue des travaux et projets menés par plusieurs organismes dans différents lagons du monde, plusieurs modèles d'habitats pour les poulpes et langoustes ont été étudiés dans le cadre de cette étude. Pour chacune des méthodes, les atouts, faiblesses, opportunités et menaces ont été identifiés afin de proposer la version la plus performante de l'habitat artificiel.

Etude préliminaires des modèles existants

Afin d'implanter un habitat durable, sept objectifs intermédiaires ont été définis par la Réserve Naturelle Nationale de Saint Martin (Chalifour, 2014) :

- Déterminer les caractéristiques d'un site d'accueil adapté
- Sélectionner le matériel adapté à l'édification du récif artificiel
- Déterminer les modèles de structures les mieux adaptées à tels ou tels groupe d'espèces
- Sélectionner 2 sites d'immersion test devant accueillir 9 modules/structures chacun
- Suivre l'évolution du comportement des structures immergées sur 1 an
- Suivre la colonisation des modules sur 1 an (biodiversité, densité, biomasse)
- Elaborer des notices techniques à destination des gestionnaires d'AMP pour la mise en place de récifs artificiels légers (faible coût financier et capacités logistiques limitées).

La réserve a également défini les critères que doivent remplir un site d'implantation pour l'accueil d'habitats artificiels (Chalifour, 2014) :

- Un site ne bénéficiant pas initialement d'habitats rocheux ou récifaux naturels
- Une exposition aux courants mesurée pour le bon renouvellement de l'eau et éviter une trop forte exposition à la houle
- Une profondeur permettant une disponibilité en lumière suffisante pour les coraux
- Un site isolé de certaines perturbations : pollution, fréquentation du public, pêche...
- Un site accessible : dans le cas du projet pilote, accessible par 4 plongeurs via 2 navires hors-bord de 10m max

Poulpe

Au total, trois modèles d'habitats artificiels et modes de gestion pour poulpes ont été étudiés dans cette étude.

Modèle n°1 : Habitat pour poulpes en bloc de béton

Le premier modèle est issu d'une publication, « *A new artificial reef design for octopus (*Octopus vulgaris* cuvier, 1797) in the Aegean Sea and preliminary results* » écrite par 4 scientifiques turques de la Ege University. L'étude a été réalisée dans la mer d'Egée pour l'espèce *Octopus vulgaris* cuvier. L'enjeu principal de ce projet est la protection d'*Octopus vulgaris* cuvier afin de voir sa population accroître à nouveau.

La conception de l'habitat s'est déroulée en 3 étapes. Tout d'abord, l'évaluation des caractéristiques physiques du poulpe et de son habitat (poids, longueur, largeur, type de fond et profondeur). Ensuite, l'extraction de ces caractéristiques les caractéristiques techniques du futur habitat. Enfin, la construction de l'habitat sera possible (Ulas et al., 2010).

Pour cet habitat, 80 blocs de béton de 100x100x25cm ont été modelés avec une base pyramidale de 60x60cm. Chaque face du bloc abrite un nid de 5000 cm³ pour poulpe (voir figure 15).

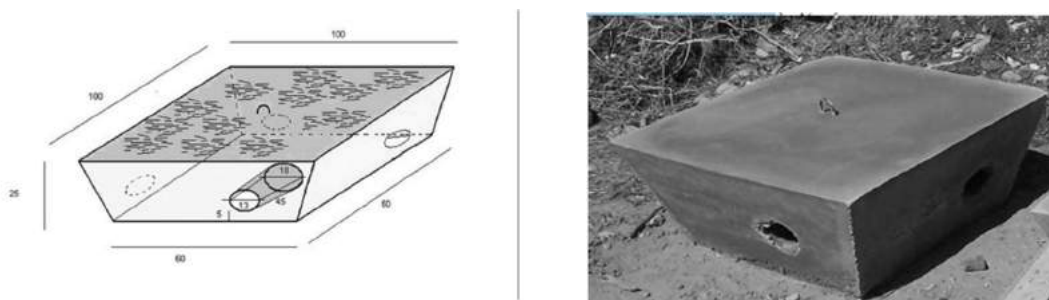


Figure 15 : Modèle en béton d'habitat artificiel pour poulpe (Ulas et al., 2010)

Ces habitats ont été implantés 15 m de profondeur là où l'on retrouve les espèces de gastéropodes et bivalves mangés par les poulpes. On retrouve à proximité de ces habitats des prairies sous-marines et des récifs.

Un nombre limité d'habitats est associé à chaque pêcheur permettant de limiter le nombre de prises par habitat. Au total, 28 individus ont été observés sur les deux sites montrant une augmentation du stock passant par période de ponte plus importante.

Modèle 2 : Habitat pour poulpes en bommies

Le second modèle est issu du travail réalisé par l'ONG Reef Doctor. Ce modèle a été conçu pour recréer des habitats colonisables par les algues et invertébrés dans des zones dépourvues de récifs coralliens ;

pour créer des sites de pêche alternatifs et ainsi détourner la pression de la pêche des récifs coralliens surexploités ; et enfin régénérer les habitats de récifs sur des îlots de récifs dégradés.

Ce second habitat est fait à base de blocs de calcaire, idéals pour la colonisation des organismes récifaux et de tubes en béton servant d'habitats pour les poulpes et homards (voir figure 16). On les retrouve dans les herbiers marins.

Ce prototype a déjà été expérimenté à Madagascar et est qualifié de « *structures simples* » et « *à un prix abordable* » par ses créateurs. Il est construit suivant le modèle d'un récif en bommie. En bommie caractérise un « *affleurement de récifs coralliens, ressemblant souvent à une colonne, qui est plus haut que la plate-forme environnante de récif et qui peut être partiellement exposé à marée basse* » (BOMMIE - Définition et synonymes de bommie dans le dictionnaire anglais, s. d.).



Figure 16 : Montage et installation des habitats en bommies (source : Reef Doctor)

Les structures visibles sur les images ci-dessus, ont été implantées proche d'une réserve pour encourager un effet de propagation des espèces via un couloir de nouveau substrat, entre le réseau de bommies et les herbiers marins à proximité, à l'image d'un corridor écologique.

Modèle 3 : Habitat pour poulpes en forme d'urne

Ce dernier modèle est issu d'un projet mauricien intitulé « *The Re-construction of artificial reefs for octopus using discarded electric poles* ». Sur cette île, les activités grandissantes d'extraction de sable détruisent l'écosystème marin. Couplé à la surexploitation, les habitats de poissons et poulpes disparaissent entraînant la chute du stock de ces espèces.

Cet habitat prend la forme d'une urne faite à partir d'un ancien poteau électrique. Un dôme de 8 cm de diamètre est ajouté au sommet du poteau pour former l'ouverture (voir figure 17).

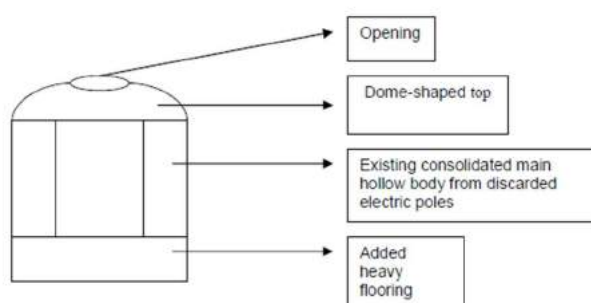


Figure 17 : Habitat artificiel pour poulpe en forme d'urne (Moonoosamy et al., 2008)

Une fois la structure créée, l'urne est descendue en profondeur depuis un bateau avec une corde. Une fois au fond de l'eau l'habitat se trouvera entre 1 et 5 m de profondeur à l'intérieur de la barrière récifale. Ce projet comporte 240 habitats artificiel sur une surface de 10m² de lagon.

Afin de tester la structure, une période d'essai a été réalisé avec 40 terriers subaquatique. Sur l'ensemble de ces 40 terriers, 5 pêcheurs sont responsables de 8 terriers chacun et doivent réaliser un suivi de la structure et du nombre de poulpes qu'ils ont capturé tout au long de la période d'essai.

A la suite de cette période, 60% des habitats artificiels était occupés contre 45% pour les habitats naturels de référence. En parallèle, il a été conseillé aux pêcheurs de ne pas pêcher de poulpes de moins de 2 kg pour permettre le renouvellement du stock. Également pour favoriser le recrutement et la disponibilité des larves une « No Take Zone » autrement dit une réserve a été mise en place.

L'étude de ces 3 modèles a permis d'identifier les atouts, faiblesses, opportunités et menaces des méthodes au vu du contexte malgache de l'étude. Des matrices AFOM (atouts, faiblesses, opportunités, menaces) pour chacun des modèles est présentée ci-dessous. Cette synthèse permettra d'extraire des trois modèles, le design d'habitat le plus adapté à l'étude.

Tableau 1 : Matrice AFOM du modèle n°1

Atout	Opportunité
Augmentation du stock de poulpes Très bonne résistance aux courants marins	Activité génératrice de revenus pour les pêcheurs Projet duplicable à grande échelle
Faiblesse	Menace
Structure imposante Pas d'informations sur la méthode d'implantation et de suivi Pas d'estimation du coût du projet Pas d'informations sur la densité d'habitats	Braconnage Concentration des espèces dans les habitats artificiels

Tableau 2 : Matrice AFOM du modèle n°2

Atout	Opportunité
Structure simple et prix de construction abordable Structure réalisable avec les habitants	Intégration des populations au processus de création des habitats Projet duplicable à grande échelle
Faiblesse	Menace
Les résultats du projet ne sont pas communiqués Pas d'information sur la méthode d'implantation et de suivi Pas d'informations sur la densité d'habitats	Braconnage Courant qui pourrait détruire cet empilement de roche et sphères Concentration des espèces dans les habitats artificiels

Tableau 3 : Matrice AFOM du modèle n°3

Atout	Opportunité
Importante résistance au braconnage Facile à installer Matériel de récupération Taux d'occupation plus élevée dans les récifs artificiels que les récifs naturels	Activité génératrice de revenus pour les pêcheurs Projet duplicable à grande échelle
Faiblesse	Menace
Pas d'estimation du coût du projet	Braconnage Concentration des espèces dans les habitats artificiels

Langouste

Pour la langouste, un modèle d'habitat artificiel a été trouvé dans une publication de la Réserve Naturelle Nationale de Saint Martin. Aujourd'hui, on retrouve dans plus de 35 pays cette solution

technique qui a fait ses preuves. L'objectif de cet aménagement est d'augmenter la disponibilité en habitats pour différentes espèces et dont notamment la langouste. Ce nouvel habitat permettra de favoriser le recrutement larvaire de la langouste, c'est-à-dire protéger les femelles pendant la période de reproduction et ainsi accroître le taux de survie de l'espèce.

Parmi les 4 fonctions identifiées de ces habitats, deux sont intéressantes pour atteindre les objectifs de cette étude. La première est la fonction agrégatif. L'objectif est d'attirer des espèces mobiles facilitant l'exploitation d'une ressource identifiée, ici la langouste. Elle permet de collecter des post-larves leur de lors installation sur les fonds ou récifs en offrant des niches, habitats disponibles pour le recrutement. La deuxième fonction est la restauration du milieu naturel. En attirant les géniteurs et en accueillant les juvéniles, l'espèce se conserve mieux et cela même au-delà du site à travers le processus de dérive larvaire (Chalifour, 2014).

Une fois le site choisi, les structures pourront être créées à base de matériaux stable dans l'eau de mer, biologisable, colonisable, à un prix abordable et facilement transportable. L'ensemble de la structure est essentiellement fait avec des parpaings à bancher, des fers à béton en forme de sardines, du mortier et du scellement sous-marin.

Voici quelques illustrations des modèles d'habitat (voir figure 18 et 19) :



Figures 18 et 19 : Modèles d'habitats artificiels, en forme de pyramide et de croix (Chalifour, 2014)

Une fois la structure implantée, un suivi de colonisation sera mis en place selon 3 paramètres. Les mesures se feront tous les mois pendant 1 an. A l'aide de photos, vidéos et relevés de terrain, la richesse spécifique, la densité de population ainsi que la biomasse aux abords des structures implantées seront calculées.

Après 10 mois de suivi et cela malgré un épisode de braconnage, la densité de langoustes *Panulirus argus* a atteint 63 individus / 100m² dans les habitats artificiels (Chalifour, 2014).

Création du modèle final

Poulpe

Afin de proposer un habitat peu onéreux, répondant aux fonctions d'un habitat naturel pour poulpe et respectueux des fonds marins, la version finale de l'habitat pour cette étude est inspirée des 3 modèles précédemment présentés.

Sur l'ensemble des modèles étudiés, le matériau sélectionné pour l'habitat était soit un matériau de récupération (Moonosamy et al., 2008) soit du ciment associé à du béton (Team, 2018; Ulas et al., 2010). Pour notre étude, le matériau doit répondre à différents critères. Il doit être résistant au milieu dans lequel il sera déposé c'est-à-dire dans une eau salée et exposé aux courants marins. Au-delà de sa résistance, il ne devra pas être susceptible de contaminer les milieux marins. Il doit être léger pour pouvoir être transporté facilement lors de son installation et son entretien. Le matériau doit être également disponible à un prix abordable à Madagascar.

Pour toutes ces raisons, le choix de la terre cuite comme matériau principal est apparu le plus audacieux. La terre cuite est reconnue pour être un matériau peu onéreux, facilement modelable et ayant une très bonne résistance dans l'eau. A Madagascar, les jars en terre cuite sont utilisés pour le stockage des aliments et de l'eau. La production de ces habitats sera donc une activité génératrice de revenus.

L'habitat prendra donc la forme d'une jar en terre cuite. Tout comme le modèle n°3, l'ouverture de la jar sera étroite, mesurant 13 cm. Sa hauteur sera de 45 cm, similaire à la profondeur du trou du modèle n°1 pour une largeur de 40 cm.

Tout comme le modèle n°2, la forme arrondie de l'habitat permettra au poulpe et notamment aux femelles de suspendre les cordons d'œufs le moment de la ponte venue. La longueur du cordon s'adaptant à la hauteur sous-plafond de l'habitat (*Octopus vulgaris* / DORIS, s. d.), la hauteur de 45 cm ne sera pas problématique.

La figure 20 ci-dessous est une jar en terre cuite, confectionnée localement. La figure 21 quant à elle reprend les dimensions de celle-ci sous la forme d'un schéma.



Figure 20 : Jar en terre cuite malgache (source : personnelle)

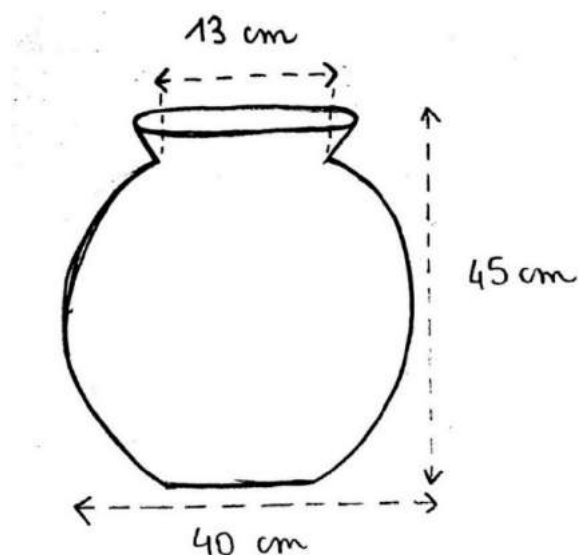


Figure 21 : Schéma d'une jar en terre cuite avec ses dimensions (source : personnelle)

Dans le modèle présenté dans l'article « *The Re-construction of artificial reefs for octopus using discarded electric pôles* », l'urne est déposée sur le sol à la verticale, l'ouverture orientée vers le haut. Au contraire, l'ouverture du terrier est à l'horizontale dans l'article « *A new artificial reef design for*

octopus (Octopus vulgaris cuvier, 1797) in the Aegean Sea and preliminary results ». Pour offrir une surface plus importante aux femelles pendant la période de ponte, les jars seront renversées et fixées à l'aide d'une sardine faite à partir d'un fer à béton.

Langouste

Le modèle d'habitat pour langoustes sera sélectionné parmi ceux présentés précédemment dans l'article « *BioHab : Implantation d'habitats artificiels légers* ». Sur les 7 modules proposés dans l'article, un seul habitat a été retenu (voir figure 22). Pour limiter la prise au courant, les modèles les plus haut (de 160 cm) ont été éliminés (Pyramide, tour, mikado, cube). Ensuite, la structure gratte-ciel était présentée comme « *plus fragile que les précédentes* » (Chalifour, 2014) par sa grande verticalité. Pour cette raison, il n'a pas été choisi. Enfin, le temple et ses nombreuses ouvertures devaient « *faciliter la pénétration des animaux benthiques* » (Chalifour, 2014). Ajouté à cela « *le comptage des animaux est rendu plus difficile* » (Chalifour, 2014) par les nombreuses cachettes offertes par le module en croix. C'est pour cette raison que le choix final s'est porté sur le module de type temple.



Figure 22 : Image du module en forme de temple (Chalifour, 2014)

Le module de type temple est qualifié de « *taille réduite et plus aérée* » (Chalifour, 2014) en comparaison à la structure en forme de pyramide. Cela permettra une meilleure circulation de la faune nageuse. Également, les nombreuses ouvertures seront idéales pour loger les animaux benthiques dont la langouste fait partie (Chalifour, 2014).

La structure sera composée de 54 parpaings à bancher aux dimensions 40 x 20 x 20 cm, formant une base de 160 par 120 cm pour une hauteur de 140 cm. Les parpaings qualifiés de blocs à bancher sont creux et sans fond avec des alvéoles internes. Ils sont assemblés entre eux avec du Sikament 100 SC. Le Sikament® 100 SC est un adjuvant unique bi-polymère anti-lessivage pour les applications sous-marines de bétons et coulis (*Fiche technique : Sikament 100 SC*, 2012). Les sardines en fers à béton à la base de chaque structure permettront l'ancrage au sol et la cohésion des blocs. Deux sardines par parpaings à la base seront nécessaires, soit au total 28 sardines.

V. Sélection des sites d'implantation : Mission de terrain

a. Planning

Après un mois et demi de recherches, d'élaboration de protocoles et deux jours de mission test sur l'île de Nosy Ilagna, la partie terrain de l'étude était programmée. Le départ était annoncé pour le jeudi 15 juillet 2023 et le retour le vendredi 30 juillet. Sur les deux semaines de mission annoncée, une semaine dans le lagon d'Antangerina et Amboanio sur l'île de Nosy Lava et 1 semaine dans le lagon d'Ampasipitily seront nécessaires. Afin de faciliter la mise en place des protocoles et limiter les frais liés aux déplacements, le planning (voir annexe 8) rassemble deux missions en une ; celle portée sur

les habitats artificiels et celle menée par Thibaut Chabasse dans le cadre de la réintroduction d'un bivalve et l'implantation de pépinières de coraux. Pour cette raison, les journées terrain « Pépinières » et « Sea Grass Watch (SGW) » ne concernent pas cette étude.

Les deux communes étant des villes côtières et pour des raisons économiques, les déplacements réalisés entre les lieux d'étude ont été effectués en mer (pirogue ou bateau à moteur appelé « tuftuf »). Sur les deux sites, les campements ont pu être installés en lisière de la plage et une femme a été rémunérée pour la préparation des repas.

b. Cartographie participative

La cartographie participative est un outil préférentiel dans les « *projets de développement local et de gestion des ressources naturelles* » (Amelot, 2013). D'après Arnstein, il existe différents niveaux de participation citoyenne. Cette échelle rassemble huit niveaux dont l'objectif de ce projet est de se placer dans le dernier palier nommé « Degrees of citizen power » qui regroupe les 3 derniers niveaux. Le 6^{ème} rang est « le partenariat » qui donne la capacité aux citoyens de négocier et partager la responsabilité des décisions. Le 7^{ème} est la « Délégation de pouvoir » qui permet au citoyen de détenir un rôle central dans la prise de décision, par exemple en faisant partie d'un comité. Le dernier rang est le « Contrôle citoyen » où le citoyen participe pleinement à la gestion comme l'accès aux sources de financement (Amelot, 2013).

Dans le cadre de la cartographie participative, le niveau de participation citoyenne atteint ici est la consultation. A Madagascar, le déficit d'information géographique disponible oblige les différents organismes à consulter les populations locales pour définir les milieux naturels et localiser les ressources (Amelot, 2013).

L'objectif de cet atelier est de construire une carte du lagon référençant les différentes espèces, milieux/substrats, hauteurs d'eau pendant les grandes marées et les courants marins à l'aide des connaissances des acteurs locaux de la pêche. Cet atelier sera réalisé avec les populations locales de chaque commune dans lesquelles l'étude sera menée. Par petit groupe de 10 personnes maximum pour chaque carte, il sera possible d'échanger avec les pêcheurs/pêcheuses, le directeur de la pêche et le chef du village (Chef *fokontany* en malgache). Pour mener à bien cet exercice, le matériel nécessaire est le suivant : du matériel de papeterie (feutres, papier calque), les images satellites des lieux d'étude, une légende des éléments à placer sur la carte (voir annexes 9 et 10)

Etant donné que les locaux ne parlent pas couramment français pour la plupart, un script présentant le déroulé de l'atelier (voir annexe 11) a été rédigé afin que les techniciens malgaches puissent le traduire et savoir exactement quoi dire aux populations. Ce support a ainsi permis de présenter les enjeux de l'atelier et les différents paramètres du lagon à cartographier.

Résultats de l'atelier cartographique

1^{er} atelier cartographique, Antangerina :

Cet exercice a rassemblé 16 participants, avec un ratio homme/femme de 1:1. Des groupes de travail mixtes dans lesquels toutes les classes d'âge étaient représentées ont été formés (voir figure 23). Chaque groupe était encadré par un malgache de notre équipe et un étudiant. Au total, l'atelier a duré 45 min.

Figure 23 : Groupe de travail réunissant 6 femmes et 2 hommes (source : personnelle)



A l'issu de cet atelier deux cartes ont été produites sur les calques qui ont par la suite été retranscrites en une sur QGIS pour une représentation plus précise (voir annexe 12). Dans l'ensemble, concernant la localisation des espèces et des zones de pêche, les participants ont expliqué pêcher là où la ressource se trouve. Pour eux la mise en place d'une réserve ne serait donc pas contraignante puisque les sources sont nombreuses. Pour les courants marins, les habitants n'ont pas su les tracer, ils ne figurent donc pas sur cette première carte. Enfin, les différents milieux et substrats n'ont pas tous été nommés par les habitants, laissant la carte avec de nombreuses zones non identifiées. Pour ces raisons, les résultats de cette cartographie ont été croisés avec les connaissances de notre technicien lagon qui fréquente les sites depuis cinq ans. Son savoir a permis de rendre la carte exploitable pour l'étude (voir annexe 13). Parmi les travaux réalisés par les bénévoles, un travail de cartographie a été mené à Nosy Lava comprenant le village d'Antangerina. La carte produite présente les différents substrats et milieux du lagon de l'île (voir annexe 14). En comparant cette carte avec celle de l'étude, on constate que les espaces ne concordent pas toujours. Ce résultat montre que seule une cartographie réalisée sur le terrain peut refléter justement le milieu et qu'il faut prendre du recul sur toute carte produite.

2^{ème} atelier cartographique, Ampasipitily

Ce second atelier a réuni 12 participants, dont 9 hommes et 3 femmes. Tout comme le premier exercice, des groupes mixtes ont été formés cependant ici la majorité des habitants étaient des jeunes adultes. Au total, l'atelier a duré 30 min. Ici les conclusions sont similaires. Les espèces sont pêchées dans chacune des zones où elles se trouvent, les milieux ne sont qualifiés sur l'entièreté de la zone et les courants ne sont pas connus. Une première carte représente le travail produit par les habitants sous la forme d'une carte QGIS (voir annexe 15). Une seconde carte remet en perspective les résultats de la première carte face aux connaissances de notre technicien lagon (voir annexe 16).

Ce premier travail a constitué la première étape de notre mission sur le terrain, précédant le protocole « Sentinelles du lagon ».

c. Sentinelles du Lagon

L'objectif premier de cette mission de terrain est la prospection sous-marine en vue de sélectionner des sites d'implantation pour les habitats artificiels de poulpe et langouste. Pour cette raison le protocole Sentinelles du lagon est inspiré de deux protocoles : le protocole « *Sentinelles du Récif* » créé par la Réserve Naturelle de La Réunion et le suivi mondial « *Reef Check* ».

Les objectifs de cette deuxième étape de mission sont donc les suivants :

1^{er} objectif : Réaliser un rapide constat de l'état biologique du milieu, un t0 en ciblant les espèces d'intérêt du poulpe et la langouste (proies, prédateurs, espèces bioindicatrices)

2^{ème} objectif : Repérer des sites potentiels d'implantation des habitats selon les critères établis

Il est important de noter et cela notamment pour la suite de l'étude, que ce protocole n'a pas pour objectif de cartographier les fonds marins mais seulement d'attester de la présence de certaines espèces et des critères indispensables pour la sélection des sites.

En amont de la phase terrain, les critères de sélection des sites d'implantation ont été établis à partir de la bibliographie. Tout d'abord, le substrat. Le site devra fournir une ou plusieurs zones sableuses stables assez grandes pour accueillir les divers habitats. Le milieu devra abriter les espèces bioindicatrices de la zone Indopacifique identifiées par le protocole Reef Check (*Manuel d'étude Reef Check : le guide des suivis Reef Check des récifs coralliens*, 2011) ainsi que les proies du poulpe et de la langouste. « Un bioindicateur, ou bio-indicateur, est un taxon biologique, une population ou une

association de taxons dont la présence ou l'absence est significatif d'un état du milieu » (Bioindicateur, s. d.). Ces espèces vivants dans les herbiers et récifs, la présence de ces milieux est incontournable. La zone devra être à l'abri du courant pour préserver la structure et favoriser la présence des deux espèces. Enfin, en période de grande marée, les sites repérés devront être à une profondeur suffisante pour les habitats soient toujours submergés.

La fiche Sentinelles du Lagon est scindée en 5 parties. La première recense les informations du plongeur (Nom et prénom), la date et l'heure de la sortie ainsi que les conditions de plongée (Jour/Nuit, matériel). Ensuite un encadré est dédié à toutes les caractéristiques du milieu observé et sélectionné pour l'implantation des habitats (secteur, profondeur, visibilité, type d'habitat dominant, passage de pirogue, description du site). Les coordonnées GPS et la position du site par rapport à notre lieu de départ sur la plage sont renseignés dans l'encadré suivant. Ensuite, toutes les espèces d'intérêt sont listées afin d'annoter leur occurrence lors de la sortie. Elles rassemblent les espèces de notre étude (*Octopus aeginae*, *Octopus cyanea*, *Octopus macropus*, *Panulirus ornatus*), les espèces d'invertébrés bioindicateurs du milieu et proies du poulpe et de la langouste (*Tridacna Spp*, *Charonia tritonis*, *Thelenota ananas*, *Stichopus chloronotus*, *Holothuria edulis*, *Acanthaster planci*, *Heterocentrus mammilatus*) et les prédateurs (Famille des Muraedinae). Pour chacune des espèces est noté entre parenthèses un code, faisant souvent référence aux initiales de l'espèce, pour faciliter la prise de notes sur le terrain. Enfin un dernier encadré est pour les espèces observées sur le terrain n'apparaissant pas dans celles nommées précédemment.

Protocole Sentinelles du lagon :

Avant de se rendre en mer, les cartes produites par l'atelier cartographique permettront de délimiter les zones à prospecter. Un parcours permettant de prospecter les sites efficacement sera défini. En effet le travail à marée basse est assez contraignant puisque que le travail doit être réalisé en deux heures avant que la marée soit à nouveau montante. Une fois la marée descendante proche de l'étape, il sera temps de se rendre dans les zones ciblées, à pied, à la nage ou en pirogue. En parcourant les zones choisies à la nage, les fiches espèces (voir annexe 17) permettront de visualiser les espèces d'intérêt à repérer dans le milieu ; la fiche « Sentinelles du lagon » (voir annexe 18) permettra de rassembler l'ensemble des données de terrain sur un même document (pour un gain de temps, les données déjà connues ont été inscrites sur la fiche avant la sortie en mer) ; la planche submersible (voir annexe 19) permettra d'annoter sous l'eau les données de terrain ; le GPS, rangé dans une pochette imperméable permettra de relever les coordonnées GPS de la zone enfin une corde graduée permettra de mesurer la profondeur d'eau du milieu à marée basse (voir figure 24)



Figure 24 : Matériel de plongée pour le Sentinelle de Lagon. De gauche à droite, masque, tuba, palmes, planche submersible, GPS, corde graduée, combinaison de plongée et chaussures d'eau (source : personne)

Résultats et REX Sentinelles du Lagon

Sentinelles du Lagon, Antangerina

Au total, trois points GPS ont été relevés à Antangerina correspondant aux trois zones où seront implantés les habitats pour la phase test. Ces points ont été replacés sur une carte à l'aide du logiciel QGIS (voir annexe 20). Pour chacun des points est associée une fiche « Sentinelles du Lagon ».

La première zone (voir annexe 21) est une zone sableuse à proximité des récifs coralliens et herbiers. La seconde zone (voir annexe 22) est une zone partiellement sableuse avec des récifs coralliens en patch. Pour cette zone, la profondeur n'a pas été relevée car la marée était déjà montante à ce moment-là. La hauteur d'eau était déjà supérieure à 5m.

La troisième zone (voir annexe 23) est une zone sableuse où de gros patches de coraux et des petits îlots d'herbiers sont alternés.

Sentinelles du Lagon, Ampasipitily

2 sites ont été sélectionnés à Ampasipitily pour les habitats artificiels. Ces sites ont été replacés sur une carte à l'aide du logiciel QGIS (voir annexe 24). Tout comme pour Antangerina, chacun des points est associé à une fiche « Sentinelles du Lagon ».

La première zone (voir annexe 25) est une vaste zone sableuse où l'on retrouve de nombreux îlots de coraux en bordure de la zone émergée et une profondeur bien plus importante de l'autre côté.

La seconde zone (voir annexe 25) est une zone sableuse abritée du courant se trouvant à l'opposé de la zone précédente par rapport à la zone émergée. Une alternance d'herbiers et de patch de coraux est observable.

Sur l'ensemble des six sites prospectés, aucun poulpe n'a été observé. Pour cause le poulpe est caché dans son terrier en journée et sans l'aide d'un pêcheur, il est difficile de les observer. Pour la langouste, seuls les antennes de celles-ci dépassant des coraux massifs et submassifs ont été observées (voir figure 25). Ces antennes étant blanches, elles ne correspondaient pas à celles de *Panulirus ornatus*.



Figure 25 : Langoustes dans son habitat naturel (source : personnelle)



Figure 26 : *Tridacna* spp. Dans son habitat naturel (source : personnelle)

Pour les espèces bioindicatrices, elles n'étaient pas toutes présentes à chaque sortie. *Tridacna* spp. et *Stichopus chloronotus* étaient les espèces les plus abondantes (voir figure 26). Pour *Charonia tritonis*, *Thelenota ananas* et *Holothuria edulis*, ces espèces n'ont pas toujours été observés sur les sites. Les espèces *Acanthaster planci* et *Heterocentrus mammilatus* n'ont pas été observées cependant des espèces de la même famille, l'étoile de mer coussin (*Culcita schmideliana*), l'étoile de mer à bosses rouges (*Protoreaster lincki*) et l'oursin diadème (*Diadema setosum*) ont été aperçus. Enfin aucune murène n'a été observée.

La fiche Sentinelles du Lagon ne contient pas les poissons bioindicateurs de la zone Indopacifique. Cependant, de nombreuses espèces qui peuplaient le milieu et notamment la multitude de poissons qui vivaient dans les récifs et herbiers ont été observés. Parmi eux, le poisson papillon (*Chaetodontidae*) et le poisson perroquet (*Scaridae*) ont été vus à de multiples reprises.

VI. Mise en place du projet

a. Etat écologique du milieu avant la mise en place du projet

Première évaluation lors de la mission de terrain : t0

Dans un premier temps, l'état écologique du milieu, nommé t0 sera déterminé à partir des résultats des différents protocoles réalisés pendant la phase terrain ; à l'issu des échanges avec la population, de l'atelier cartographique et du Sentinelle du Lagon. Cette évaluation écologique du milieu est qualitative et non quantitative. Aucun comptage des espèces, aucune mesure dans le milieu n'a été réalisée en vue d'établir la qualité du milieu selon des critères physique, chimique et biologique.

L'atelier cartographique et les discussions qui en sont ressorties ont été le point de départ de cette analyse. En cartographiant les milieux sous-marins, une première évaluation a été réalisée. Dès lors une sélection des milieux les plus riches, c'est-à-dire les milieux en présence d'herbiers, récifs et colonisés par les espèces d'intérêt a été faite. Pour augmenter les chances de réussite du projet, seul des sites de bonne qualité où la faune et la flore était abondante pouvaient être étudiés.

Une fois cette première sélection réalisée, il fallait préciser et réduire l'étendue des zones en réalisant le protocole Sentinelles du Lagon. Ce protocole observatoire permettait d'attester de l'occurrence des espèces d'intérêt et bioindicatrices du milieu ; de qualifier le substrat du milieu ; d'évaluer la visibilité dans le milieu et indirectement la force du courant et la qualité de l'eau. En sélectionnant les sites selon les critères préétablis, les zones choisies pour la phase suivante étaient celles pouvant favoriser la colonisation des poulpes et langoustes.

Finalement cette première évaluation du milieu s'est faite en dehors de tout protocole existant. Au-delà du manque évident d'études menées à ce sujet, le contexte de cette mission de solidarité internationale place un doute quant à la faisabilité, la concrétisation du projet. La temporalité est incertaine et les fonds ne sont pas assurés. Ne sachant quand les habitats pouvaient être implantaient, ce t0 est resté qualitatif et avait pour seul objectif la sélection des sites d'implantation. Par la suite, lorsque le projet sera assuré d'être réalisé, un t0 bis attestant quantitativement de la qualité du milieu sera effectué.

Protocole d'évaluation une fois les sites sélectionnés : t0 bis

Pour estimer l'état de santé du milieu avant l'implantation des habitats, nommé t0 bis, le Reef Check (RC) a été choisi pour cet étude. Protocole de suivi des récifs coralliens adopté dans plus de 80 pays et territoires, le Reef Check est idéal pour évaluer la qualité du milieu dans un lagon. Les techniques et méthodes sont simples à réaliser et une variété de supports sont disponibles pour mener à bien l'étude. (*Manuel d'étude Reef Check : le guide des suivis Reef Check des récifs coralliens*, 2011).

Si ce protocole est si répandu c'est qu'il peut être réalisé par des scientifiques comme des non-scientifiques. En effet, le RC est « centré sur l'abondance d'organismes particuliers des récifs, qui reflètent le mieux les conditions de l'écosystème » (*Manuel d'étude Reef Check : le guide des suivis Reef Check des récifs coralliens*, 2011).

Est présenté ici une version synthétique de la méthode Reef Check. Pour en savoir plus à ce sujet, la consultation du Manuel d'étude Reef Check ou du site internet www.reefcheck.org est nécessaire. Dans le cadre de cette étude, le suivi Reef Check réalisé ne sera pas authentifié par la communauté Reef Check pour des raisons financières. En effet, l'officialisation d'un organisme dans le cadre d'un protocole Reef Check à un coût financier qui n'est pas envisageable dans cette étude.

Etape préalable : Mise en place des sites Reef Check

Pour que le travail effectué dans le cadre du protocole Reef Check soit éligible auprès de la communauté Reef Check, une équipe doit être constituée selon les conditions imposés par cette même communauté. Une fois l'équipe sélectionné et formée, la sélection du site d'étude pourra alors débutée.

Parmi les nombreux critères de sélection, le site doit être le moins exposé aux activités humaines, avoir un fort recouvrement en corail dur vivant et des densités importantes en poissons et invertébrés mobiles. Puisqu'il s'agit d'un suivi d'échantillonnage de l'environnement des récifs coralliens, le site doit également être représentatif de ce type d'environnement.

Une fois le site repéré, il faut alors mettre en place les transects, permanent ou aléatoire. Alors que le premier permet d'une année à l'autre de comparer les échantillons, le second est plus représentatif de l'ensemble de la zone du récif. Sur chaque site, deux profils matérialisés par deux transects à deux profondeurs différentes devront être étudiées : un premier entre 2 et 6 m et un second entre 6 et 12 m. La longueur de 100 m du transect est découpée en 4 segments de 20m espacés de 5m (voir annexe 26)

Après avoir réparti les différentes missions à réaliser en mer au sein de l'équipe et rassemblé la matériel nécessaire au protocole, le suivi peut alors débuter. Le suivi se décompose en quatre étapes.

Première étape : Description du site

La première étape est la description du site récifal basée sur 30 mesures des conditions environnementales, socio-économique et le niveau d'impact anthropique. Ces données peuvent être récoltées hors de l'eau et permettront d'interpréter les observations sous-marines (voir annexe 27).

Deuxième étape : Comptage des poissons

Le comptage des poissons est la première étape à réaliser sous l'eau puisque que les poissons sont les plus susceptibles de fuir face à la présence des plongeurs. Les espèces indicatrices à observer dans chaque zone sont celles traditionnellement pêchées. Ces espèces sont répartis en cinq zones géographiques tout comme pour la troisième étape : Zone Indo-Pacifique, Hawaii, Atlantique, Golfe Arabique, Mer rouge. Dans un contexte malgache, seule la zone Indo-Pacifique est intéressante pour l'étude. Pour retrouver la liste des poissons constitutifs de cette zone, se référer au Manuel d'étude Reef Check. Cette étape est réalisée par un premier binôme.

Troisième étape : Comptage des invertébrés

Tout comme pour l'étape précédente, les invertébrés à compter sont ceux de la zone Indo-Pacifique mais également ceux communs à toutes les zones. Une zone nommée « Tous sites » rassemble les espèces que l'on peut retrouver dans les cinq zones géographiques. Également, les plongeurs doivent relever le degré de blanchiment, la présence de maladies du corail et les coraux morts. C'est un second binôme qui se chargera de cette deuxième étape sous l'eau. Pour retrouver la liste des invertébrés constitutifs de cette zone, se référer au Manuel d'étude Reef Check.

Quatrième étape : Mesure du pourcentage de recouvrement du fond par les différents types de substrats

Enfin, il est temps pour la dernière équipe de répertorier le substrat le long du milieu. Neuf substrats sont enregistrés dans la base de données Reef Check. La méthode « d'échantillonnage par point » permettra de relever 40 entrées par section, soit au total 160 données. Pour retrouver la liste des substrats, se référer au Manuel d'étude Reef Check.

Traitement des données

Une fois le protocole réalisé, les données doivent être vérifiées par les scientifiques de l'équipe puis saisies dans les feuilles de calcul d'un Excel fourni dans le Manuel Reef Check. Ces feuilles de données permettent une première analyse statistique grâce aux formules de base déjà saisies dans le modèle. Une seconde vérification doit être effectuée par la suite avant de les envoyer au siège Reef Check.

Au-delà d'être le point de départ de tout projet mené autour d'un récif corallien, les données collectées lors de ce protocole étofferont la base de données Reef Check. Ainsi, plus les différents organismes utiliseront cette méthode, plus il sera possible d'obtenir une image globale et complète de l'état de santé des récifs coralliens dans le monde.

b. Phase test d'implantation et suivi

Cette étude étant « novatrice » dans la région, une phase test est nécessaire pour perfectionner le protocole avant d'étendre le projet à d'autres communes.

Localisation des habitats artificiels

Comme présenté précédemment, le projet sera implanté dans deux communes de la région dits sites, Antangerina et Ampasipitily.

A Antangerina, 48 habitats pour poulpes et cinq habitats pour langoustes seront installés. L'ensemble des habitats seront implantés sur une surface de 8,6 hectares. A Ampasipitily, également 48 habitats pour poulpes et cinq habitats pour langoustes seront mis en place. Une surface de 8,5 hectares sera nécessaire pour mettre en place les habitats. Dans les deux cas, le nombre d'habitats pour poulpe a été choisi en fonction du nombre de pêcheurs potentiels pouvant intégrer le projet. Pour cette phase test, six pêcheurs ont été sélectionnés et seront chacun responsable des habitats qui leur sont attribués. Afin de garantir un bonus de salaire et de limiter une délocalisation de la ressource, du milieu naturel vers le milieu artificiel, le nombre d'habitats par pêcheurs sera limité à huit (Moonosamy et al., 2008). Avec ce quota-là, un revenu supplémentaire de 1/5 du revenu de base a été constaté à Maurice (Moonosamy et al., 2008). Pour les habitats de langoustes, le nombre de structures est bien moindre que celui pour les poulpes. Les modules peuvent accueillir plusieurs langoustes au contraire d'une urne pour poulpes. De plus les structures sont imposantes et dans les cas où le projet ne fonctionnerait pas, le démontage serait plus difficile que pour les urnes.

La mise en place des habitats suit trois stratégies. Tout d'abord, afin de mesurer réellement l'impact que pourraient avoir la création de nouveaux habitats dans le lagon, une seule zone a été choisie par site sur 2 ou 3 sélectionné pendant la phase terrain pour concentrer les habitats. Ainsi, tout en respectant les densités associées à chaque type d'habitat, la zone d'emprise sera optimale. Ensuite, sur chacun des sites, la moitié des habitats de poulpe reposeront sur du sable et l'autre sur des herbiers. L'objectif est ici de déterminer quel substrat, milieu est optimal pour la pérennité des habitats. En ce qui concerne les habitats pour langouste, la question ne se pose pas puisque les structures doivent reposer sur un substrat sableux stable. Enfin, pour faciliter la surveillance des habitats face au braconnage, les habitats devront être implantés dans une zone visible depuis le village.

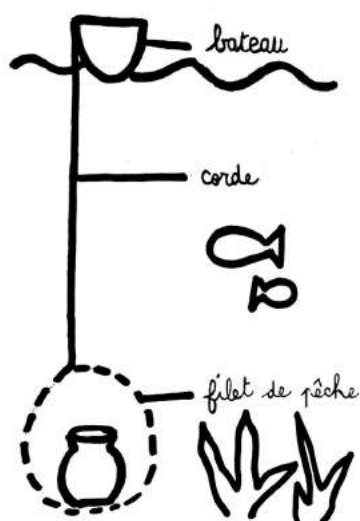
A l'aide des différentes cartes des milieux et substrats produites et les images satellites, les habitats ont été placés autour des points GPS associés à chaque site. Dans l'ensemble, les habitats se trouvent le long des récifs coralliens sur les zones sableuses et à proximité des herbiers. Cependant ces deux cartes sont à prendre avec du recul. Tout d'abord, la précision des cartes faites en collaboration avec la population et la résolution des images satellites ne permettent pas de rassembler précisément les critères pour la mise en place des habitats ; c'est-à-dire la hauteur d'eau à marée basse en tout point,

la stabilité du substrat ; la distance entre chaque habitat. Également, ces mêmes cartes ne sont pas précises. Dans l'ensemble, les zones délimitées sont homogénéisées. Par exemple, un polygone représentant une zone de récif corallien pourrait correspondre à des récifs en patch. Dans ce cas-là, des zones sableuses entre les récifs pourraient accueillir des habitats.

Pour ces raisons, les cartes devront être adaptées à la suite d'une mission de reconnaissance. Celle-ci permettra de vérifier et valider l'emplacement des habitats qui figurent sur la carte et de marquer leur position sur le terrain. Une bouée lestée permettra par exemple de baliser l'emplacement de l'habitat depuis la surface de l'eau. En pratique, cette bouée sera un objet en plastique récupéré comme une tong.

Habitat pour poulpes

Le poulpe par son comportement territorial et solitaire passe sa vie dans un même terrier. Pour cette raison, les urnes ont été espacées de 23m chacune pour permettre à chaque poulpe d'avoir une emprise équivalente à un disque de 415m². Cette aire associée à chaque habitat correspond à l'aire dont dispose chaque urne dans l'article « *The Re-construction of Artificial Reefs for octopus using discarded electric pôles* » (Moonosamy et al., 2008).



En ce qui concerne l'installation des urnes, la mise en place se fera en deux temps. Tout d'abord, les urnes seront transportées en bateau jusqu'au site d'implantation marqué par un repère, une bouée par exemple puis déposées dans les fonds marins à l'aide d'une corde et d'un filet de pêche. La figure ci-contre schématise le processus d'installation des urnes depuis un bateau (voir figure 27). Selon les conditions météo et le nombre d'urnes à transporter, le bateau pourra être motorisé ou une pirogue. L'utilisation de la corde et du filet de pêche, deux matériaux peu onéreux permettront de contrôler la descente et de larguer facilement l'urne en profondeur. Si besoin, un plongeur pourra accompagner la descente. Une fois l'urne sortie du filet, elle sera fixée par deux plongeurs sur le substrat. Elle sera installée sur le côté afin que l'ouverture soit positionnée à la verticale et fixée à l'aide d'une sardine pour ne pas être emportée par le courant.

Figure 27 : Installation en profondeur des urnes pour les poulpes

Habitat pour langoustes

Contrairement aux habitats pour poulpes, le temple pour langoustes nécessite une tout autre organisation. Le protocole d'installation de ce modèle est grandement inspiré de la méthode proposée par La réserve Naturelle de la Réunion dans son projet pilote « *BioHab : Implantation d'habitats artificiels légers* ».

Tout d'abord, sachant que les modules mesurent 140 cm de haut, un premier montage de la structure doit être réalisé sur terre. Des blocs de 2 à 3 parpaings seront préassemblés afin de faciliter l'assemblage des différents niveaux puis la structure dans sa totalité sous l'eau (Chalifour, 2014). En ce qui concerne les blocs à la base de la structure, leurs alvéoles seront préalablement remplis de sédiments. La figure ci-dessous présente une modélisation des différents étages qui composent la structure (voir figure 28).

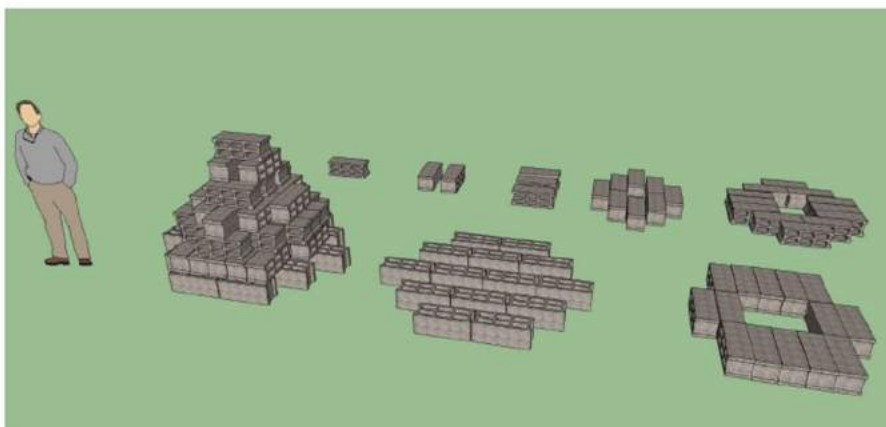


Figure 28 : Modélisation du module en forme de temple (Chalifour, 2014)

Cette étape permettra également aux équipes d'appréhender l'assemblage en immersion en se familiarisant avec la structure hors de l'eau. Ce sera également le moment de constater la présence d'éventuelles fragilités sur la structure. Toujours dans l'idée de faciliter la manutention en immersion et pour gagner du temps, des plans détaillés des différents niveaux seront rendus imperméables afin d'être utilisés par les plongeurs (Chalifour, 2014).

L'étape suivante est l'immersion des éléments pour l'assemblage final. La présence d'une bouée en surface permettra de savoir précisément où larguer les parpaings pour éviter de perdre du temps en déplaçant les différents éléments. Une corde attachée à trois bidons de 20 L, flottants à la surface de l'eau permettra d'assurer la descente des parpaings qui seront accrochés à l'autre extrémité de la corde. Un plongeur pourra assister à la descente des éléments pour éviter toute casse. Les habitats pour langoustes seront espacés les uns des autres de 100m minimum offrant à chacun une emprise d'un disque de 1962 m². Cette valeur a été choisie arbitrairement puisqu'aucune contrainte, comme pour les urnes n'est apparue lors des recherches. Cette distance de 100m permettra cependant de faciliter le comptage lors du suivi. Les espèces ne pourront pas être comptées en double, d'une structure à l'autre. Pour cette même raison, les habitats pour langoustes seront espacés de 50 des urnes pour poulpes, 100 m étant trop contraignants pour nos sites d'étude.



Une fois au fond de l'eau, l'équipe de plongeur pourra assembler l'ensemble (Chalifour, 2014). La base sera fixée au substrat avec des sardines en fer à béton.

La figure ci-contre montre les parpaings remplis de sédiments formant la base de la structure (voir figure 29).

Figure 29 : Assemblage des parpaings emplis de sédiments constituant la base du module (Chalifour, 2014)

Les cartes ci-dessous illustrent l'emplacement des habitats pour poulpes et langoustes sur les deux sites d'étude (voir figures 30 et 31). Les habitats pour poulpes sont regroupés par huit et associé à un pêcheur pour assurer le suivi, présenté dans la partie *suivi des espèces*.

Localisation des habitats pour poulpes et langoustes pour la phase test d'implantation à Antangerina

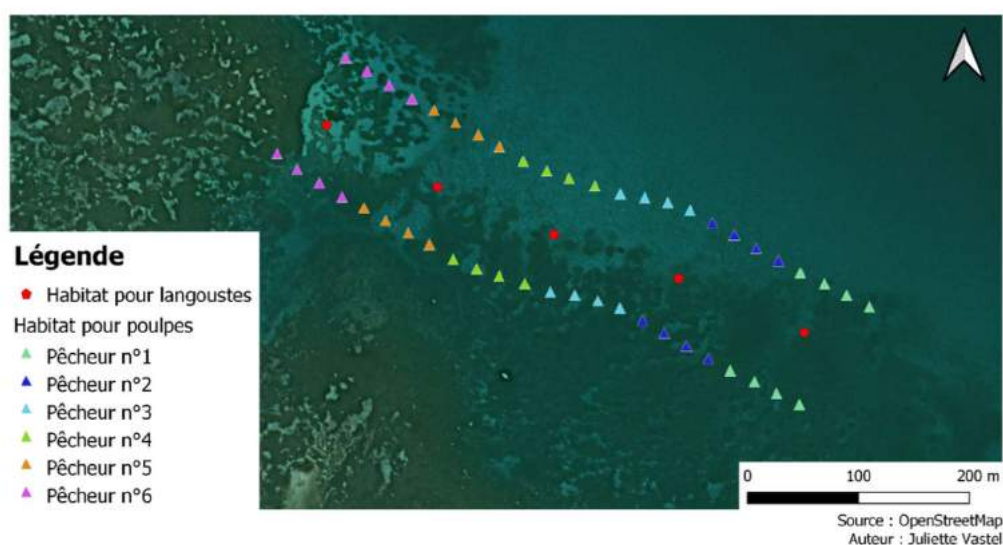


Figure 30 : Localisation des habitats pour poulpes et langoustes pour la phase test à Antangerina

Localisation des habitats pour poulpes et langoustes pour la phase test d'implantation à Ampasipitily

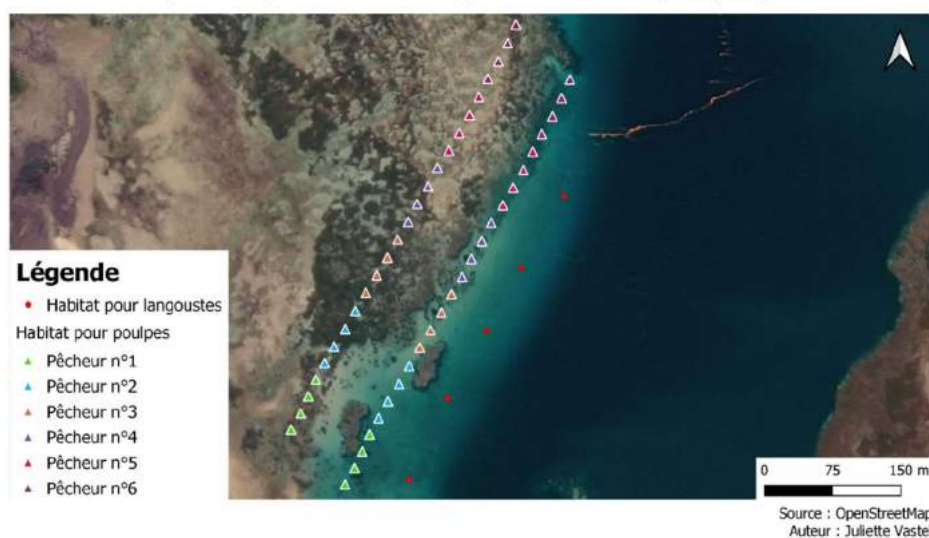


Figure 31 : Localisation des habitats pour poulpes et langoustes pour la phase test à Ampasipitily

Suivi des espèces

Les habitats étant désormais installés, le suivi des structures et des espèces permettra de voir comment évolue le projet dans le temps. Ce suivi est primordial pour attester de la réussite ou non du projet. Le suivi des deux types d'habitat est bien différent. Cependant, dans la continuité du Reef Check réalisé à t0 bis.

Poulpe

Afin de garantir l'intégrité de la structure et quantifier l'évolution du stock de poulpe, chaque pêcheur détenant l'urne devra s'assurer du suivi de pêche. Ce processus permettra de responsabiliser et d'intégrer pleinement les pêcheurs dans le projet. Pour faciliter ce suivi, les urnes détenues par un même pêcheur ont été placées dans une même zone, dite station. Les urnes seront numérotées afin d'être différenciées les unes des autres selon son propriétaire.

Ses missions sont triples. Tout d'abord, le pêcheur devra se cantonner à ses habitats pour la pêche afin d'éviter tout conflit avec les autres participants sur la ressource en poulpe. Il pourra évidemment pêcher au-delà des habitats artificiels. Ensuite, le pêcheur devra surveiller ses structures face au braconnage et au vol. Dans ces cas de figure, il devra faire remonter l'information auprès des autorités du village (chef fokontany, directeur de la pêche) afin d'envisager une sanction adaptée en fonction du délit. L'aspect réglementaire de ces habitats sera traité dans la partie *Levier réglementaire : réserve et réglementation* de ce rapport. Enfin, l'activité de pêche du participant permettra de mettre en place un suivi de pêche des habitats. Chacune de ces prises devra être comptabilisée afin d'établir un bilan mensuel sur l'année suivant l'installation des habitats. (Moonoosamy et al., 2008)

Au-delà de ces missions, les pêcheurs seront encouragés à pratiquer une pêche durable. Dans l'optique de leur garantir un revenu de base sur le long terme, ils seront encouragés à pêcher seulement des poulpes à taille adulte ayant un poids de 1,5 kg minimum. (Moonoosamy et al., 2008). Ils seront également sensibilisés à l'enjeu du recrutement des juvéniles et de la protection des femelles et de leur couvée.

Sur le long terme, le nombre d'habitats attribué par pêcheur pourra évoluer afin de devenir une source de revenus suffisante pour assurer un revenu de base tout en adoptant une gestion raisonnée de la ressource. A cette étape du projet, la participation citoyenne atteint un niveau bien plus élevé que la consultation citoyenne selon l'échelle de la participation citoyenne de S. Arnstein. En intégrant les pêcheurs au suivi de pêche et en leur permettant de percevoir un revenu, le plus haut niveau de participation est atteint. Le citoyen participe pleinement et de manière autonome à la gestion du projet, tout en percevant un retour sur investissement de temps à travers la pêche.

Langouste

Inspiré du suivi « *BioHab : Implantation d'habitats artificiels légers* » mis en place par la Réserve Naturelle Nationale de Saint Martin, le protocole est constitué d'un suivi de colonisation de la structure et d'un suivi de l'état de la structure. En ce qui concerne le suivi de colonisation, l'échantillonnage sera mené sur trois des cinq modules, en sélectionnant spatialement une structure sur deux.

Tout d'abord, il s'agira de réaliser un suivi de colonisation. Après l'implantation du projet, une équipe de plongeurs réalisera mensuellement des missions de terrain afin de mesurer l'évolution des espèces colonisatrices de l'habitat. Les espèces répertoriées in situ appartiennent à l'ichtyofaune, aux crustacés, aux échinodermes et mollusques macroscopiques (visible à l'œil nu et d'au moins 0,5 cm). Ces données quantitatives récoltées permettront de calculer trois paramètres indicateurs de la richesse du milieu. Tout d'abord, la richesse spécifique du milieu est une mesure de la biodiversité se traduisant par le nombre d'espèces présentes dans un milieu donné. Parmi les indices de diversité employés, l'indice de Shannon Weaver est le plus courant (Vanpeene-Bruhier, 1998). Ensuite, la densité des espèces/familles d'espèces dans ce même milieu, c'est-à-dire le nombre d'individus d'une même espèce ou même famille pour une surface donnée. Enfin, la biomasse est l'ensemble des matières organiques pouvant devenir des sources d'énergie (*Définition - Biomasse / Insee, s. d.*). Dans le cas de cette étude, elle se définit par la masse pour chaque espèce pour une surface donnée. Elle se base sur une biomasse théorique à travers une relation taille/poids standard établie. Enfin, la prise de

photos et de vidéos permettra de visualiser qualitativement l'évolution de la colonisation sur/dans la structure. (Chalifour, 2014)

En parallèle et à l'occasion de ces mêmes missions de terrain, un suivi de l'état de la structure sera réalisé afin d'évaluer l'intégrité de la structure. Si de potentielles dégradations des matériaux sont constatés, l'équipe de plongeurs pourra alors se charger de réparer la structure.

Au-delà de ces suivis, tout événement exceptionnel tels qu'un épisode de braconnage ou une catastrophe climatique ayant lieu au cours de cette période de suivi devra être indiqué dans le rapport.

Pour cet habitat, le suivi est plus complexe qu'un suivi de pêche. Un référent par village et un technicien, Marcel dans le cas de cette étude seront en charge de ce suivi. Le rôle du référent sera également de communiquer toutes les mesures, observations faites durant les protocoles aux membres de sa communauté.

VII. Enjeux, risques et mesures de prévention

a. Impacts issus de la mise en place du projet

Impact écologique

L'objectif d'une étude d'impact est de mesurer, comme son nom l'indique les impact qu'un projet peut avoir sur l'environnement, l'économie, la société. Les études d'impact pour un projet écologique se faisant rares dans la communauté scientifique, les impacts potentiels identifiés sont une conséquence indirecte de la mise en place des habitats. Il est difficile de s'imaginer une détérioration de la biodiversité lorsque le projet a pour ambition de la protéger. Cependant, le projet détient tout de même ici un enjeu économique qui pourrait avoir un réel impact sur l'environnement si les intentions changent dans le temps.

Sur le long terme et dans le cas où l'introduction d'habitats permettrait une croissance de la population de poulpes, la pêche de cette espèce s'intensifierait. D'après une étude préliminaire menée par Saverio Bertin Raseta, la pêche au poulpe n'affecterait pas le stock de proies et prédateurs du poulpe. Le conditionnel est employé puisque que l'étude a été menée sur une période d'un mois, trop courte pour mener une étude de peuplement des proies et prédateurs principaux. Au cours du mois de février 2019, le suivi de capture et les prélèvements stomacaux ont également permis de déterminer les proies et prédateurs du poulpe. En effet, la vulnérabilité d'une espèce liée à la pression anthropique qu'elle subit est déterminée par sa valeur commerciale. Si une espèce n'a pas d'intérêt pour la consommation humaine, elle n'est pas menacée par la pêche d'une espèce de son réseau trophique. (RASETA, 2020)

Ensuite se pose la question de la toxicité des matériaux dans un milieu marin. Ainsi le choix des matériaux est un levier considérable pour diminuer son impact environnemental.

Pour ce qui est de la construction des habitats pour langoustes, des parpaings, du ciment et un scellement chimique sont nécessaires. Un parpaing résulte de la cuisson de calcaire, d'argile, de sable et de minerai de fer. Le ciment quant à lui est également fait à partir de calcaire et argile. Certains ciments dit chromé sont constitués de chrome par leur matière première le calcaire (Services cantonaux des produits chimiques, 2022). Sous sa forme hexavalente (Chrome (VI)), le chrome est soluble et nocif pour la santé de l'Homme par son caractère corrosif et allergène. En Tunisie, une étude a été menée sur la toxicité du chrome constitutif du ciment (VI) sur la macrofaune et les bactéries indigènes de la Lagune de Bizerte. Après une analyse comparée entre le ciment chromé et déchromé, l'étude a montré que la teneur en chrome dans l'eau est supérieure pour un milieu contaminé avec un ciment chromé

qu'avec un ciment déchromé. Cependant la toxicité reste élevée. Une étude de la mortalité des palourdes, bioindicateurs de pollution a montré que la mortalité était totale pour les palourdes vivant dans un microcosme contaminé par le ciment chromé et déchromé. (Ben Khelil et al., 2012) Ce travail alerte sur le devenir du métal dans l'écosystème et encourage l'initiation de nouvelles études sur la toxicité de ces éléments dans l'écosystème. Dans le cadre de cette étude d'impact, le choix des matériaux devra être fait en connaissances de cause. L'emploi du ciment déchromé devra être favorisé.

Concernant les habitats pour poulpes, les urnes sont faites en terre cuite c'est-à-dire à partir de sédiments et d'argile. Pour ces deux matériaux, la composition est naturelle puisque que chacun des élément est extrait du milieu naturel. La terre cuite n'a aucun impact négatif sur le milieu marin.

Enfin, certains impacts sur la biodiversité, qu'ils soient positifs ou non peuvent être difficile à identifier. La mise en place d'un récif artificiel peut permettre d'accroître la disponibilité de la ressource en favorisant la colonisation larvaire, la croissance des juvéniles et la réduction du taux de mortalité des juvéniles. En introduisant de nouveaux habitats, les espèces ont désormais la possibilité de se loger dans un habitat artificiel ou naturel. Ainsi la colonisation des récifs artificiels peut traduire 3 résultats. Des habitats artificiels colonisés peut indiquer la redistribution spatiale de la ressource, sans augmentation ou diminution du stock total. Cela peut aussi indiquer la concentration de la ressource au niveau des ces nouveaux habitats avec un abandon des habitats naturels. Enfin, ce résultat peut traduire une augmentation du stock lorsque la capacité du milieu naturelle est insuffisante (Polovina, 1991). Cette dernière possibilité est le résultat escompté pour ce travail. Une observation de la colonisation des habitats n'est donc pas suffisant pour attester de l'augmentation du stock. Pour cela, d'avantage d'étude doivent être menées. Elles doivent prendre en compte la mortalité par pêche, le taux de déplacement de la ressource, le rendement du récif artificiel... pour expliquer les impacts biologiques du récif sur le milieu marin.

Impact socio-économique

Chaque projet, de quelque nature qu'il soit, détient un enjeu socio-économique. Cette étude est née de l'expression d'un besoin par la population et se construit pour servir les intérêts de cette même population. Dans les deux communes de l'étude, l'économie de la pêche est la principale activité de subsistance. Les populations se nourrissent presque exclusivement de produits de la mer. En créant de nouveaux habitats pour ces espèces pêchées, ce projet est une opportunité pour eux de renforcer cette économie de la pêche et ainsi de permettre aux pêcheurs et pêcheuses de stabiliser leurs revenus. Au-delà de ces enjeux clairement exprimés, le projet est également une opportunité d'emploi pour les populations locales que ce soit au niveau de la production des habitats, la mise en place et le suivi. Chaque étape du projet sera menée par les populations formées et les techniciens Vahatra.

Afin de se rendre compte de la faisabilité économique du projet, une budgétisation du projet à été réalisée. Cette estimation est construite en 6 parties et réunit tous les coups humains et matériel du projet :

- Production et installation des habitats pour langoustes : production des parpaings, transport jusqu'au port, livraison aux communes, pré-assemblage des structures, immersion des structures.
- Production et installation des habitats pour poulpes : production des parpaings, transport jusqu'au port, livraison aux communes, pré-assemblage des structures, immersion des structures.
- Suivis et mission de prospection : technicien lagon, per diem, référent site, indemnité stagiaire, transport du technicien sur les sites, coordination projet
- Matériel de suivi : matériel de plongée, matériel de saisie de données
- Evènementiel : cérémonies d'ouverture et de fermeture

- Frais de gestion : loyer, abonnements, secrétariat, frais bancaire, imprévu

Voici un tableau synthétique réunissant le coût total en Malgache Ariary de chaque composante du projet (voir tableau 4). L'estimation détaillée est consultable en annexe 28.

Tableau 4 : Tableau synthétiques des coûts du projet

	Coût en MGA
Habitat Langouste	4 750 000,00
Habitat Poulpe	4 750 000,00
Suivi et mission de prospection	93 900 000,00
Matériel de suivi	33 100 000,00
Evènementiel	9 300 000,00
Frais de gestion	13 992 800,00
TOTAL	159 792 800,00
En euros	32 610,78

b. Levier réglementaire : réserve et réglementation

Une fois les structures créées et les sites sélectionnés, il est possible d'implanter de nombreux habitats mais cela sans garantir la préservation de l'espèce. Au-delà de l'implantation de nouvelles niches écologiques pour des espèces comme le poulpe et la langouste, ces structures sont également des opportunités pour la pêche non contrôlée et le braconnage. Pour éviter que ces espèces soient surexploitées davantage, les habitats doivent être associés une réglementation pour impacter positivement le stock de poulpes et langoustes.

Plusieurs solutions existent à Madagascar en termes de réglementation de la pêche mais elles ne sont le plus souvent pas mises en place ou pas respectées (Daniel, responsable du service pêche d'Analalava). Cependant certaines communes sensibles à la préservation de leurs ressources ont partagé l'envie de mettre en place des réserves pour la préservation des espèces, tout comme les communes de notre étude.

Réglementation en place actuellement

D'après l'article 44 de la loi n° 2015 – 053 portant Code de la pêche et de l'aquaculture, « *dans les eaux continentales du domaine public, toute personne physique ou morale exerçant la pêche continentale à des fins commerciales doit être titulaire d'une autorisation de pêche délivrée par le Ministère en charge de la Pêche et de l'aquaculture* ». Par exemple, à Analalava il suffit de détenir une carte de pêcheur et d'appartenir à une association de pêcheur pour avoir le droit de pêcher sans limite de prises.

Selon les tribus et leurs croyances, traditions, certaines zones sacrées sont interdites à la pêche. Les interdits se nomment *fady* à Madagascar. Dans le nord-ouest de Madagascar, la pêche est interdite le jeudi. Également selon le village, certaines techniques de pêche sont proscrites, étant jugées destructrice comme la pêche plongée à Ampasipitily. Sur le territoire malgache, selon l'espèce et la zone géographique, il existe une période de fermeture de la pêche qui dure entre un et deux mois. Dans l'ouest de Madagascar, la période de fermeture pour le poulpe du 15 décembre au 31 janvier et pour la langouste, du 1 décembre du 28 février (MIHARI, 2019).

Tout comme pour les engins de pêche, il existe des restrictions quant à la taille des prises. Pour le poulpe, seuls les poulpes de plus de 350g peuvent être pêchés (Portant réglementation de la pêche aux poulpes, 2005). Pour la langouste, c'est la taille qui est réglementée, les langoustes de moins de 25 cm ne peuvent pas être pêchées.

La réserve marine

Une réserve marine ne peut imposer des restrictions aux pêcheurs que sur l'utilisation du matériel de pêche, sur la taille ou sur le quota des prises. Les réserves de poulpes sont généralement saisonnières, durant trois à six mois. Mais des réserves de longue période, voire permanentes sont également possibles (Raberinary & Peabody, s. d.). Dans le cas du poulpe, il existe deux types de réserve, les réserves de couvaison et de recrutement. La première permet de protéger les femelles pendant la période de ponte. En général, la période de fermeture a lieu entre octobre et mi-février, pendant le pic de reproduction. La réserve de recrutement permet aux juvéniles de se développer à faible profondeur loin des prédateurs. A l'issue de cette période, les juvéniles auront atteint leur taille adulte et les captures lors de la réouverture de la réserve seront de plus grande taille. (Raberinary & Peabody, s. d.).

Pour qu'une réserve fonctionne, plusieurs éléments primordiaux sont à prendre en compte. La période de fermeture doit être choisie selon les besoins établis, soit suivant la période de reproduction soit pendant la période de développement du « futur adulte ». Une réserve dure en général 2 à 6 mois pour qu'elle ait un réel impact positif sur le milieu tout conservant l'adhésion des pêcheurs. La profondeur, le substrat et la surface de la réserve sont des critères biologiques et physiques du milieu qu'il faut choisir avec précision et justesse. Des vastes zones peu profondes au niveau d'un platier dégradé sont idéales pour favoriser le développement corallien. Enfin, il faut s'assurer qu'il n'y ait pas eu de braconnage dans la zone avant la mise en place de la réserve. (Raberinary & Peabody, s. d.)

Au-delà de tous ces aspects techniques, la réserve ne pourra pas fonctionner si sa gestion n'est pas assurée par une équipe formée à cet usage. C'est pour cette raison qu'un comité de réserve, constitué de différents représentants du village, hommes comme femmes est élu. Son rôle sera d'enquêter sur les plaintes de braconnage, de communiquer les règles de la réserve, d'organiser une cérémonie le jour de l'ouverture de celle-ci et d'assurer la concertation entre les habitants. Dans certains villages malgaches et notamment ceux faisant parties des LMMA, des lois traditionnelles dites *dina* sont de rigueur. Un comité de *dina*, homologué aux yeux de la loi est constitué pour faire appliquer ces *dinas*. L'une de ces missions est notamment de collecter les amendes payées qui contribueront au développement du village. Un gardien sera engagé pour surveiller la zone, des bouées marqueront les limites de la réserve. (Raberinary & Peabody, s. d.)

D'après l'ONG Blue Ventures, en interdisant la pêche sur 20% de la zone de pêche du village de Ambatomilo, les habitants ont augmenté de 90% leurs revenus au cours du mois suivant la réouverture (*Chasseur de poulpe à Madagascar - Thalassa*, s. d.). A court terme, les restrictions de pêche liées à la réserve peuvent paraître désavantageuse pour les pêcheurs qui ne sont pas libres de leur pratique. C'est pour cela que la sensibilisation, l'éducation à l'écologie marine a une place importante dans ce genre de projet.

D'après le rapport « *The Global Coral Reef Crisis : Trends and Solutions* » produit par le suivi Reef Check, cinq des dix poissons et un des dix invertébrés indicateurs étaient significativement plus abondants dans l'enceinte des Aires Marines Protégées des pays en voie de développement qu'à l'extérieur de celles-ci (*Manuel d'étude Reef Check : le guide des suivis Reef Check des récifs coralliens*, 2011). Inscrite dans la dynamique des AMP, la réserve marine est un outil qui a fait ses preuves et qu'il faut inclure dans tout projet d'écologie marine désormais.

Mesures et contrôle de la pêche

De nombreuses réglementations sont possibles en ce qui concerne les modalités de pêche sur les engins, les embarcations et le dimensionnement des captures, laissant ainsi une palette de modalités d'encadrement aux gestionnaires (Latrouite, 2005). Voici un tableau rassemblant les différentes modalités d'encadrement de la pêche à la langouste :

Tableau 5 : Modalités d'encadrement de la pêche (Latrouite, 2005)

	Mesures sur les individus pêchés	Contrôle sur les captures	Contrôle sur les captures
Modalités d'encadrement	Taille minimale au débarquement Rejet des femelles ovigères pour maintenir une biomasse féconde Rejet des individus mous détenant une faible probabilité de survie en dehors de l'eau Imposer une taille maximale pour exclure les femelles portant les œufs	Total Autorisé de Captures (TAC) Quotas (défini pour un groupe de pêcheur, bateau...) Quotas individuels (droit de propriété sur la ressource)	Flottille : nombre de bateaux et taille limités Engins (interdiction de certaines techniques) Fermeture saisonnière de pêche : fermer la pêche quand les captures sont faibles a moins d'impact que lorsqu'elles sont fortes

L'enjeu de toutes ces modalités est ici de restaurer la biomasse féconde face à une faiblesse du stock reproducteur affectant le recrutement. Pour rappel, le recrutement est le processus d'ajout de nouveaux individus à la population d'une espèce par la naissance, l'immigration ou l'implantation de graines. L'accroissement du potentiel reproducteur passe nécessairement par une réduction des prélèvements de géniteurs et en particulier des femelles (Latrouite, 2005).

En connaissance de l'importance d'une gestion durable induite par une réglementation de la pêche, les mesures présentées précédemment ne seront pas mises en place dès l'installation des habitats. En dehors de l'application de la période de fermeture qui est généralement respectée par les populations, la sensibilisation des pêcheurs et pêcheuses a son importance dans la gestion durable de la ressource. Dans un second temps, lorsque les différents acteurs de la pêche seront ouverts et demandeur de la mise en place de règles, il sera alors possible de répondre à leur demande. De cette manière, les chances de réussite du projet sont optimales.

VIII. Conclusion et discussion

Conclusion

Etude préliminaire à un projet, l'étude d'impact permet d'évaluer les différents risques et opportunités initiés par la mise en place d'un projet. Dans le cadre de la mise en place d'habitats pour poulpes et

langoustes, trois objectifs soit trois impacts positifs sont espérés. Face à une disponibilité de la ressource déclinante, ces structures seraient de nouvelles niches pour le poulpe et la langouste. L'objectif étant d'augmenter la disponibilité des habitats et ainsi accroître la ressource exploitable pour la pêche sans conforter le déclin de l'espèce. Ce dispositif serait également une opportunité pour les pêcheurs et pêcheuses malgaches d'augmenter leurs revenus issus de la pêche. Sans entraver l'enjeu écologique du projet, la mise en place d'un mode de pêche durable serait à la fois bénéfique pour le lagon et les habitants. Enfin, ce projet s'est construit pour les communautés malgaches et sera conduit par ces mêmes acteurs. Ce projet est avant tout une opportunité pour les habitants de conduire un projet qui servent leur cause et leur environnement.

A travers la recherche bibliographique, certains impacts écologiques ont pu être identifiés. Cependant, très peu d'étude d'impact concluante n'a été menée dans le cadre de la mise en place d'habitats artificiels marins. Pour le poulpe, les lacunes scientifiques en matière de définition du stock, de compréhension des caractéristiques biologiques et de distribution de l'espèce (Raberinary, 2015) n'ont pas permis la caractérisation de l'état de santé des espèces dans les zones d'étude. Pour les langoustes, le rapport « The Global Coral Reef Crisis : Trends and Solutions » produit par le suivi Reef Check a présenté un constat écologique très inquiétant. « *A une échelle globale, aucune langouste ne fut enregistrée dans 83 % des récifs frangeants, ce qui indique une importante surpêche* » (Manuel d'étude Reef Check : le guide des suivis Reef Check des récifs coralliens, 2011). Dans les deux cas, des études d'évaluation du stock de ces espèces doivent être menées avant la mise en place des habitats. Afin d'évaluer le réel impact de ce projet, la connaissance de l'état du milieu et de sa biodiversité sera la prochaine étape de cette étude.

Finalement cette étude d'impact s'est révélée être une mission de prospection pour la sélection des sites d'implantation. Le travail mené durant ce stage constitue les prémices de ce projet. Les protocoles, méthodes et stratégies sont identifiés. La phase terrain est la prochaine étape.

Discussion

Si les ressources naturelles viennent à disparaître, c'est parce que l'homme, son principal consommateur les exploite, utilise abusivement sans penser à leur renouvellement. Si les ressources naturelles viennent à disparaître, c'est parce que l'homme, son principal pollueur contamine les milieux naturels, entre déchets et gaz rejetés. Tel est le cas pour les coraux qui sont le premier indicateur d'une dégradation des lagons. Si cette faune disparaît, c'est le début d'une extinction de masse des autres espèces marines. Ce constat alarmant se fait partout dans le monde. A Madagascar, là où les espèces endémiques se bousculent et attirent la convoitise des pays les plus développés, la pauvreté extrême entraîne la population dans une spirale infernale de consommation et d'exportation (« La Protection de La Faune à Madagascar », s. d.). Les modèles de gestion des ressources sont insoutenables.

Localement, certaines populations ont la volonté de protéger ces ressources si précieuses. Seulement les connaissances et les moyens viennent à manquer pour concrétiser cette ambition. A travers leur pratique de la pêche, les populations savent dans quel milieu vivent les espèces, ce qu'elles mangent et savent les différencier par leur apparence. Cependant certaines connaissances, qui expliquent une mauvaise connaissance du stock des espèces, ne sont pas acquises par tous. Connaître le cycle de reproduction des espèces que l'on pêche, savoir reconnaître une femelle en période de gestation ou un juvénile est essentiel pour gérer durablement le stock d'une ressource animale. Pour palier cela, la sensibilisation est une méthode reconnue pour renforcer le savoir des populations sur leur milieu et

leurs ressources. Dans le cas où ce savoir scientifique s'avérerait être pointu, la vulgarisation est un outil permettant à tout acteur de comprendre les enjeux d'un projet et d'apprendre. Raberinary a produit dans son ouvrage « *La gestion de la pêche aux poulpes* », une bande dessinée explicative sur le cycle de vie du poulpe, sa pêche et sa préservation (Raberinary, 2015) (voir annexe 29).

Finalement la meilleure manière de donner l'opportunité, les moyens aux populations de préserver leurs ressources, est de les intégrer au projet, de sa construction à sa gestion sur le long terme. La participation citoyenne a son plus haut niveau est la meilleure manière de produire un projet réussi qui réponde aux besoins de la population. A terme, les différents acteurs locaux du projet pourront être complètement autonomes et maître du projet. Mais pour en arriver là, ils doivent être concerter à chaque étape du projet (Moonosamy et al., 2008) et former dès que cela est nécessaire. La participation citoyenne est également une manière de convertir les plus réticents, de les sensibiliser aux causes environnementales. 2. « *If we want the fishing community to respect the artificial reef, they need to understand what the goals are, how it works and how they will benefit from it* » (Team, 2018). Si la réglementation ne suffit pas à les raisonner, la sensibilisation à travers la participation citoyenne pourrait en convaincre certains.

IX. Retour d'expérience

Le travail effectué pendant la stage s'est déroulé en quatre grandes étapes ; la recherche bibliographique, l'élaboration de protocoles, la collecte de données et le traitement de données.

La recherche bibliographique a composé la majorité du travail effectué pendant ce stage. Grâce aux enseignements délivrés pendant ma formation à Polytech, cette première étape s'est déroulée sereinement. Malgré une connexion internet très instable et une disponibilité en courant électrique très limitée, chaque instant a été exploité, alternant la rédaction de fiches de lecture et la recherche d'articles sur internet. Avec du recul, cette phase d'acquisition de données aurait pu débuter avant la réalisation du stage, comme un travail préparatoire. Ainsi dans ce contexte international où le temps passé sur place doit être utilisé judicieusement, le temps alloué à la phase terrain aurait pu être d'envergure. En parallèle de cette phase de recherche, les protocoles de terrain ont été élaborés. Aucune méthode n'existant spécialement pour le sujet de notre étude d'impact, il a fallu croiser les protocoles existants pour les adapter au contexte local et aux objectifs de notre travail. Ce nouvel aspect du travail a su développer mes compétences d'analyse et de rigueur scientifique. Ces deux premières parties ont été réalisées en totale autonomie, à l'image d'une qualité primordiale pour un futur ingénieur.

Une fois les méthodes et documents de terrain prêts à l'emploi, la mission de terrain a pu débuter. Cette étape incontournable d'une durée de 10 jours s'est déroulée en équipe, deux étudiants et deux techniciens malgaches au contraire de la phase recherche où j'étais en total autonomie. Le premier atelier de cartographie nous a confronté aux populations locales, à leurs connaissances et à leur méthodes de travail. La barrière de la langue ne nous permettant pas d'animer l'atelier de cartographie, cette tâche a été confiée à nos binômes de travail malgaches. En connaissances de cet aspect, le déroulé de l'atelier a été construit en amont avec l'ensemble de l'équipe. Dans l'ensemble, les consignes ont été comprises par tous les participants et toutes les cartes ont été produites. Cependant, lorsqu'il a fallu traiter les cartes, elles se sont avérées être incomplètes. Une partie de la légende manquait et la carte n'était pas traitée entièrement. Pour cet atelier, les participants ont été dédommagés pour ce temps passé avec nous. Cependant, il était tout de même difficile pour nous de nous imposer sachant que nous étions en visite dans leur commune. Avec du recul, nous aurions pu être plus attentifs pendant l'atelier et interrompre les participants lorsque cela était nécessaire dans l'objectif d'obtenir une carte complète et exploitable tel quel. En ce qui concerne le protocole

Sentinelles du lagon, les conditions météorologiques ont permis la mise en œuvre intégrale du protocole.

Enfin la dernière étape de ce travail était le traitement des données acquises pendant la phase terrain. Dans un premier temps, il fallait compléter et retranscrire les cartes issues de l'atelier. Pour cette tâche, l'expertise de nos binômes était nécessaire pour ajuster leurs contenus. Sans remettre en question leurs connaissances et celles des pêcheurs, les différentes versions des cartes ont été faites en dehors de l'eau et à une échelle très peu précise de 1 : 14700.

Sur l'ensemble du travail, les moyens techniques et la temporalité du projet, ont modifier à de multiples reprises les objectifs de la mission. Initialement la mission de terrain se voulait être l'opportunité d'établir l'état de santé du milieu correspondant aux zones de pêche de chaque commune. Finalement il a été question de sélectionner les sites d'implantation selon des critères qualitatifs et de réaliser un état des lieux quantitatif lorsque le projet sera assuré de se réaliser.

Au-delà des compétences professionnelles que j'ai pu acquise pendant ce stage, l'expérience a été un choc culturel. J'ai découvert la culture du « Mora Mora », terme malgache que l'on peut traduire par « doucement doucement ». J'ai été en immersion pendant trois mois dans un pays où les ressources ne sont pas acquises de droit, où les enjeux écologiques sont de taille face à une vulnérabilité sans précédent. Cette expérience professionnelle et humaine a incontestablement fait évoluer mes considérations écologiques et mes ambitions pour mon projet professionnel. Aujourd'hui je ne peux me projeter dans un métier mais je sais vouloir évoluer dans un milieu où la condition humaine et écologique sont au cœur des préoccupations.

Bibliographie

- Amelot, X. (2013). Cartographie participative pour le développement local et la gestion de l'environnement à Madagascar : Empowerment, impérialisme numérique ou illusion participative ? *L'Information géographique*, 77(4), 47-67.
<https://doi.org/10.3917/lig.774.0047>
- Amphioctopus aegina*. (s. d.). Consulté 24 mai 2023, à l'adresse
<http://www.keralamarinelife.in/view.aspx?searchid=1218>
- Artificial Reefs*. (s. d.). Reef Doctor - Marine Conservation. Consulté 26 mai 2023, à l'adresse
<https://www.reefdoctor.org/projects/conservation/coral-reefs/artificial-reefs/>
- Ben Khelil, M., Ben Said, O., Nefzi, R., Ben Abdelmalek, J., & Aïss, P. (2012). Étude expérimentale de l'évolution en microcosme du chrome (VI) dans l'eau de mer et de ses effets sur la macrofaune et les bactéries indigènes de la Lagune de Bizerte (Tunisie). *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 25(3), 221-234. <https://doi.org/10.7202/1013104ar>
- Bioindicateur : Définition et explications* 🇲🇦. (s. d.). AquaPortail. Consulté 6 juillet 2023, à l'adresse <https://www.aquaportail.com/definition-411-bioindicateur.html>
- Blanc, E. (2020). *Description de la petite pêche et mise en place de son suivi participatif au sein de l'aire marine protégée communautaire d'Analalava (Madagascar)* (p. 74).
- BOMMIE - Définition et synonymes de bommie dans le dictionnaire anglais*. (s. d.). Consulté 26 mai 2023, à l'adresse <https://educalingo.com/fr/dic-en/bommie>
- Borrini-feyerabend, G., Chatelain, C., & Hosch, G. (2010). ... *En gouvernance partagée : Un guide pratique pour les aires marines protégées d'Afrique de l'Ouest* (PRCM, UICN, CEESP).
- Callistoctopus macropus* | DORIS. (s. d.). Consulté 23 mai 2023, à l'adresse
<https://doris.ffesm.fr/Especies/Callistoctopus-macropus-Poulpe-tachete-848>
- Chalifour, J. (2014). *BioHab : Implantation d'habitats artificiels légers* (p. 29).

Chasseur de poulpe à Madagascar—Thalassa. (s. d.).

<https://www.youtube.com/watch?v=mQfiTF8cFyE>

Christian, R., Steimle, F., & Stone, R. (1998). Evolution of Marine Artificial Reef Development—A Philosophical Review of Management Strategies. *Gulf of Mexico Science*, 16(1).

<https://doi.org/10.18785/goms.1601.06>

Ciment—La nature détruite pour des déserts de béton. (s. d.). Consulté 13 juillet 2023, à l'adresse

<https://www.sauvonslaforet.org/themes/ciment-et-beton>

Cinner, J. (2008). Le rôle des tabous dans la conservation des ressources côtières à Madagascar.

Ressources marines et traditions, Bulletin de la CPS, 22, 9.

Coralligène | Parc national des Calanques. (s. d.). Consulté 16 mai 2023, à l'adresse

<http://www.calanques-parcnational.fr/fr/coralligene>

Définition | Poulpe—Octopoda | Futura Planète. (s. d.). Consulté 16 mai 2023, à l'adresse

<https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/zoologie-poulpe-9551/>

Définition—Biomasse | Insee. (s. d.). Consulté 17 juillet 2023, à l'adresse

<https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1706>

Deltour, G. (2019, septembre 2). *La déforestation à Madagascar.* Naturevolution.

<https://www.naturevolution.org/deforestation-madagascar-massif-makay/>

EDBM. (2022). *Pêche artisanale et traditionnelle.* [https://etoolia.edbm.mg/wp-](https://etoolia.edbm.mg/wp-content/uploads/2022/07/PECHE-ARTISANALE-ET-TRADITIONNELLE_FR_L2_03082022.pdf)

[content/uploads/2022/07/PECHE-ARTISANALE-ET-TRADITIONNELLE_FR_L2_03082022.pdf](https://etoolia.edbm.mg/wp-content/uploads/2022/07/PECHE-ARTISANALE-ET-TRADITIONNELLE_FR_L2_03082022.pdf)

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

[biodiversite.ofb.fr/erc/procedures-concernees/methodes-outils/etude-dimpact](https://erc-biodiversite.ofb.fr/erc/procedures-concernees/methodes-outils/etude-dimpact)

Fiche de données de sécurité : Sikament 100 SC. (2017).

<https://can.sika.com/content/dam/dms/ca01/a/Sikament%20100%20SC-F.pdf>

Fiche technique : Sikament 100 SC. (2012). https://can.sika.com/dms/getdocument.get/9a0a689f-5102-3c7b-afbc-e5a10877e1e7/Sikament100SC_pds-fr.pdf

Genre *Panulirus*. (s. d.). AquaPortail. Consulté 16 mai 2023, à l'adresse

<https://www.aquaportail.com/genre-panulirus-410.html>

Gouérec, L. (2016). *Réalisation de l'inventaire d'une zone de récif corallien, évaluation de son état écologique et cartographie des écosystèmes lagunaires* (p. 34).

La protection de la faune à Madagascar. (s. d.). *Ong Madagascar*. Consulté 20 juillet 2023, à

l'adresse <https://www.ong-madagascar.org/richesse-biodiversite/protection-faune/>

Langouste rouge—Encyclopédie des espèces. (s. d.). Aquarium La Rochelle. Consulté 16 mai 2023,

à l'adresse <https://www.aquarium-larochelle.com/encyclopedie-des-especes/langouste-rouge/>

Larousse, É. (s. d.). *pieuvre ou poulpe—LAROUSSE*. Consulté 29 juin 2023, à l'adresse

https://www.larousse.fr/encyclopedie/vie-sauvage/pieuvre_ou_poulpe/184019

Latrouite, D. (2005). *Etude préparatoire a une reconquete des niveaux de ressource en langouste royale (Palinurus elephas) en mer d'Iroise*. 33.

Le cycle de reproduction d'Octopus cyanea dans le sud-ouest de Madagascar et implications pour la gestion des pêches. (s. d.). Blue Ventures. Consulté 23 mai 2023, à l'adresse

<https://blueventures.org/fr/publications/cycle-de-reproduction-octopus-cyanea-sud-ouest-de-madagascar-implications-gestion-des-p%C3%A4ches/>

Le poulpe commun de récif. (s. d.). Éleau.org. Consulté 16 mai 2023, à l'adresse

<https://eleau.org/faune-et-flore/le-poulpe-commun-de-recif/>

Les relations interspécifiques et intraspécifiques. (s. d.). Alloprof. Consulté 2 juin 2023, à l'adresse

<https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/sciences/les-relations-entre-les-individus-d-une-communaut-s1194>

Les sentinelles du récif. (s. d.). Compteur de biodiversité Outre-mer. Consulté 25 mai 2023, à

l'adresse <https://biodiversite-outre-mer.fr/programmes/sentinelles-recif-reunion>

L'Haridon, L. (2006). *Evolution de la collecte de poulpe sur la côte Sud Ouest de Madagascar :*

Elements de réflexion pour une meilleure gestion des ressources. Blue Ventures.

Loi n° 2015—053 portant Code de la pêche et de l'aquaculture, 48.

Manuel d'étude Reef Check : Le guide des suivis Reef Check des récifs coralliens (M. Laurent & F.

Mazéas, Trad.). (2011). DEAL Guadeloupe traduction.

MIHARI. (2017). *Guide de définition d'une LMMA (Aires marines gérées localement à*

Madagascar).

MIHARI. (2019). *Calendrier de pêche, ouest Madagascar*.

Portant réglementation de la pêche aux poulpes, Arrêté n°16376/2005 1 (2005).

Decret N° 2017-532 Portant organisation générale des activités de commercialisation et de la

valorisation des produits de la pêche et de l'aquaculture, 15 (2017) (testimony of Ministère

des ressources halieutiques et de la pêche). <https://faolex.fao.org/docs/pdf/Mad179722.pdf>

Moonosamy, K., Narrainen, S., & Panray, B. (2008). *The Re-construction of Artificial Reefs for*

Octopus using Discarded Electric Poles. <https://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/handle/10535/193>

Naturelle, M. national d'Histoire. (s. d.). *Octopus cyanea Gray, 1849*. Inventaire National du

Patrimoine Naturel. Consulté 16 mai 2023, à l'adresse

https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/527348

Octopus aegina Gray, 1849. (s. d.). Consulté 16 mai 2023, à l'adresse

<https://www.gbif.org/fr/species/176599124>

Octopus cyanea / DORIS. (s. d.). Consulté 23 mai 2023, à l'adresse

<https://doris.ffesmm.fr/Especies/Octopus-cyanea-Poulpe-de-recif-2192>

Octopus cyanea—Faits, Alimentation, Habitat & Photos sur *Animalia.bio*. (s. d.). Consulté 23 mai

2023, à l'adresse <https://animalia.bio/fr/octopus-cyanea>

Octopus vulgaris | DORIS. (s. d.). Consulté 16 mai 2023, à l'adresse

<https://doris.ffesm.fr/Especies/Octopus-vulgaris-Poulpe-commun-847>

Opti'Pousse Haie (Éd.). (s. d.). *Présentation du projet d'Aire Marien Protégée Communautaire à Analalava, Sofia, Madagascar*.

Opti'Pousse Haie, & ATF. (2021). *LMMA gérées par des VOIs en 2021* [Map].

Palinuridae. (2022). In *Wikipédia*.

<https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Palinuridae&oldid=197391719>

Panulirus ornatus (Fabricius, 1798)—Grosse langouste porcelaine (La), Langouste ornée (La)-

Description, fiches détaillées. (s. d.). Consulté 16 mai 2023, à l'adresse

https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/350528/tab/fiche

Panulirus ornatus (Langouste du Kenya). (s. d.). AquaPortail. Consulté 16 mai 2023, à l'adresse

<https://www.aquaportail.com/fiche-invertebre-1004-panulirus-ornatus.html>

Pêche aux langoustes : Fermée du 1er Octobre au 31 Décembre | Direction Générale du Trésor.

(s. d.). Consulté 16 mai 2023, à l'adresse <http://www.tresorpublic.mg/?p=24021>

Polovina, J. (1991). *Assesment of biological impacts of artificial reefs and fads*. 6.

<https://www.academia.edu/download/46546921/9156.pdf>

Poulpe tacheté • *Callistoctopus macropus* • Fiche mollusque. (s. d.). *Fishipedia*. Consulté 23 mai

2023, à l'adresse <https://www.fishipedia.fr/fr/mollusques/callistoctopus-macropus>

Raberinary, D. (2015). *Evaluation de stock de poulpe : Octopus cyanea dans la Région Sud-Ouest de Madagascar*. [Université de Toliara]. <https://aquadocs.org/handle/1834/9463>

Raberinary, D., & Peabody, S. (s. d.). *La gestion de la pêche aux poulpes*. Blue Ventures.

RASETA, S. B. (2020). *Etude préliminaire de l'impact de la pêche au poulpe sur son réseau trophique dans la zone de Velondriake : Aperçu des proies principales et du prédateur principal du poulpe Octopus cyanea au niveau de sa pêcherie, cas du village d'Andavadoaka et de Belavenoka* (p. 27).

https://fisheryprogress.org/sites/default/files/documents_actions/Rapport%20de%20Consultance_Final_22_07_2020.pdf

reefcheckdev. (2002, août 15). *Reef Check Releases 5 Year Report - The Global Coral Reef Crisis : Trends and Solutions*. Reef Check. <https://www.reefcheck.org/reef-check-releases-5-year-report-the-global-coral-reef-crisis-trends-and-solutions/>

Services cantonaux des produits chimiques. (2022). *Ciment et produits contenant du ciment*. <https://www.infociments.fr/ciments/ciments-causticite-allergenes-et-chrome-vi>

Stein-Rostaing, V. (2016, octobre 9). *The Rock That Gives Life*. Reef Doctor - Marine Conservation. <https://www.reefdoctor.org/rock-gives-life/>

Team, R. C. (2018a, janvier 5). *Building Artificial Reefs in the Villages of Beheloke, Besambay and Tariboly*. Reef Doctor - Marine Conservation. <https://www.reefdoctor.org/building-artificial-reefs-villages-beheloke-besambay-tariboly/>

Team, R. C. (2018b, janvier 5). *Building Artificial Reefs in the Villages of Beheloke, Besambay and Tariboly*. Reef Doctor - Marine Conservation. <https://www.reefdoctor.org/building-artificial-reefs-villages-beheloke-besambay-tariboly/>

Team, R. C. (2018c, février 27). *Artificial Reef Establishment : Providing a Low-cost, Reproducible Solution to a Practical Problem*. Reef Doctor - Marine Conservation. <https://www.reefdoctor.org/artificial-reef-establishment-providing-low-cost-reproducible-solution-practical-problem/>

Ulas, A., Düsbastilar, F. O., Lök, A., & Özgül, A. (2010). *A new artificial reef design for octopus (Octopus vulgaris cuvier, 1797) in the Aegean Sea and preliminary results*. 6.

<https://doi.org/10.1590/S1679-87592011000500004>

Une étude d'impact, qu'est ce que c'est ? | Etudes d'impact | Formations | Environnement |

Fenua Environnement. (s. d.). Consulté 22 mai 2023, à l'adresse <https://www.fenua-environnement.com/actualites/une-etude-dimpact-quest-ce-que-cest>

Procès-verbal de l'assemblée générale constitutive du 02 octobre 2022, (2022).

Vanpeene-Bruhier, S. (1998). *La richesse spécifique : Un outil pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace* -.

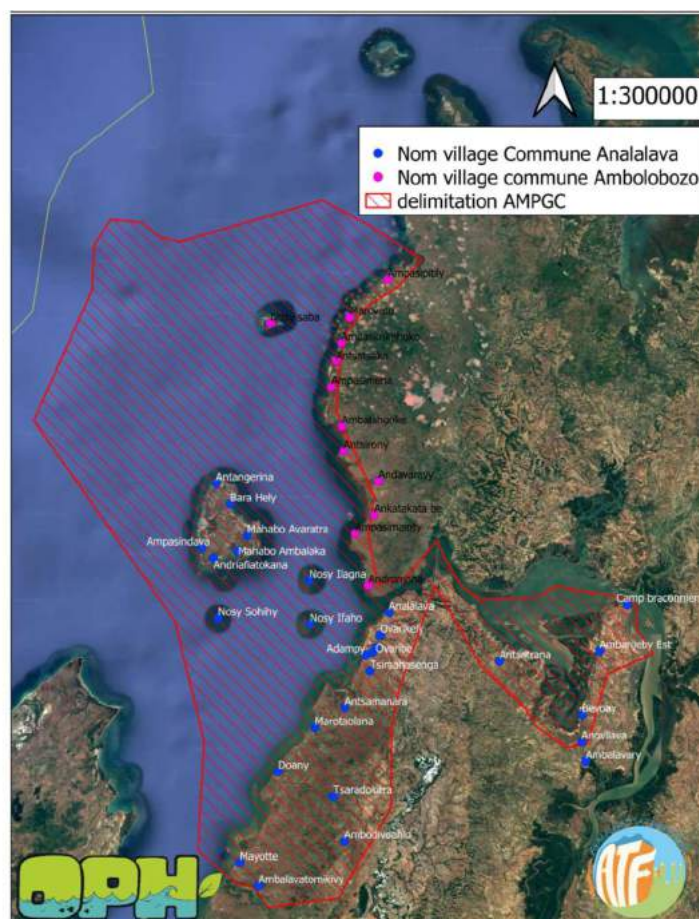
World Bank Open Data. (s. d.). World Bank Open Data. Consulté 18 juillet 2023, à l'adresse <https://data.worldbank.org>

Annexes

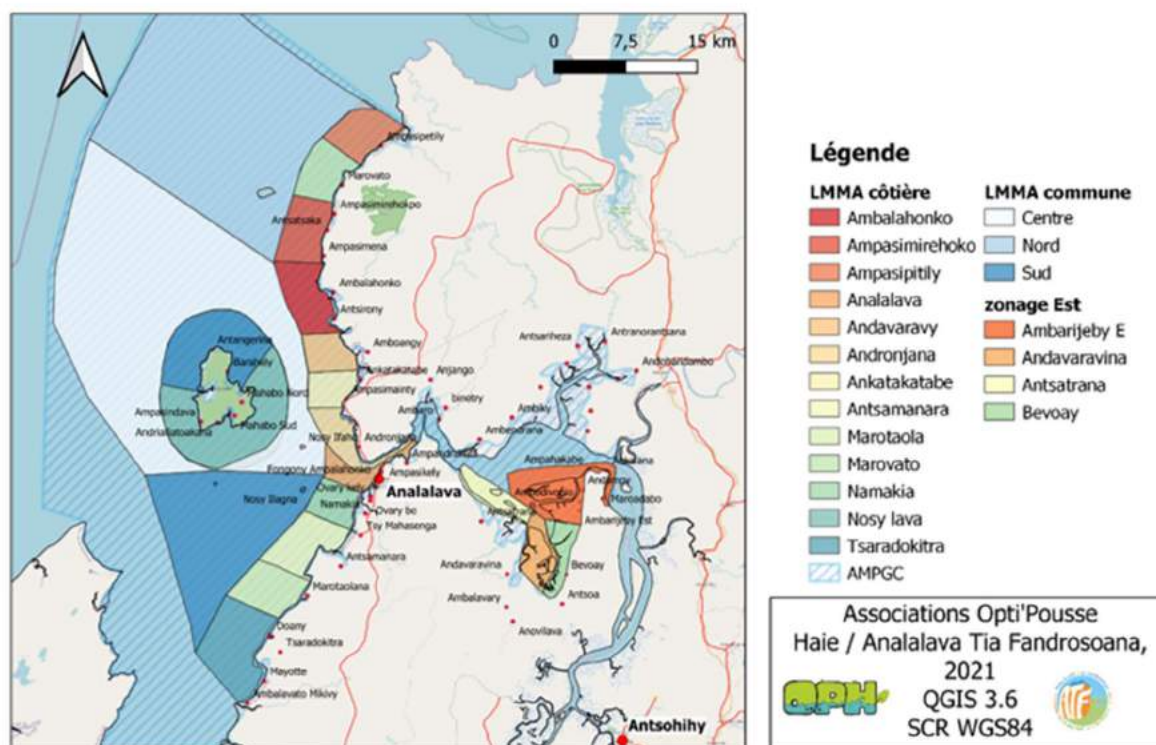
Annexe 1 : Conseil d'administration et organe exécutif de l'association Vahatra

Nom	Prénom	Rôle dans l'association
Télé Odilon	Hevitry	Président
Ralainandrasana	Edinot	Vice-Président
Fandanja	Corinne	Secrétaire
Rambeloarivony	Liantsoa	Vice-Secrétaire
Raherimanana	Manoline	Trésorière
Rabetokotany	Georges	Vice-Trésorier
Falimanagna	Randria	Conseiller
Zafitody	Hortensia	Conseillère
Soatsrara Guyomar	Juliette	Conseiller
Maherinarivo	Equelon	Conseiller
Bracke	Anthony	Conseiller socio-environnemental
Velomanana	Parfait	Conseiller socio-environnemental
Mananjara	Salimo	Conseiller socio-environnemental
Rasolofoniaina	Herman	Conseiller socio-environnemental
Ratovoson	Elijah	Professeur de français

Annexe 2 : Plan de la future Aire Marine Protégée Communautaire autour des villes d'Analalava et Amboloboza (Carte réalisée par OpH et ATF)



Annexe 3 : Carte des LMMA's en 2021 dans le district d'Analalava, Madagascar (Carte réalisée par OpH et ATF)



Note : pour les annexes 5 et 6, les données quantitatives en rouge ont pour référence l'espèce *Octopus cyanea*. Ces données n'ont pas été trouvées pour les espèces *Octopus macropus* et *Octopus aeginae*.

Annexe 4 : Fiche technique Octopus cyanea

Poulpe de récif	
Nom vernaculaire	Octopus cyanea
Taxonomie	Cephalopoda (Classe) – Octopoda (Ordre) – Octopodidae (Famille) – Octopus (Genre) – Octopus cyanea (Espèce)
Apparence physique	Corps brun violacé parcouru de points blancs. Il peut devenir rouge avec une bande blanche entre les yeux lorsqu'il souhaite être intimidant. Les ocelles (œil simple) pourpres à brun foncé cerclés de clair et bordés de brun le rendent très reconnaissable Pas de dimorphisme et dichromatisme sexuel
Mensurations	Taille moyenne : tentacules étendus, il peut mesurer jusqu'à 1,40m de diamètre (manteau) avec un corps d'une quarantaine de centimètres. Les bras mesurent en général 4x la longueur du manteau Poids : 2 kg pour la femelle et 600 g pour le mâle
Comportement et fonctionnement	Faculté d'homochromie : adaptation de sa posture, structure cutanée, couleur et position en mouvement en fonction de l'environnement dans lequel il est et de son humeur Défense : Lorsqu'il se sent menacé, il projette de l'eau au travers de ses siphons pour se propulser et une nuée d'encre noire pour se dissimuler Chasse : il contracte son manteau afin de chasser l'eau contenue dans la cavité palléale, par un entonnoir, le siphon En danger : Autophagie et autonomie (peut détacher son bras si sa vie est en péril). Il a également la capacité de régénération Rythme de vie : Espèce nocturne, il passe ses journées enfouies dans le sable ou dans des cavités. Il sort chasser la nuit tombée ou au crépuscule. Espèce territoriale, chaque individu a son propre terrier. Manteau : Les muscles du manteau permettent l'oxygénation et la propulsion lorsqu'il projette de l'eau
Comportement d'accouplement	Polygyne/polygame : union simultanée d'un homme avec plusieurs femmes
Reproduction	Maturité : Les mâles sont matures 6 à 7 mois après leur installation sur un récif et les femelles, 10 à 12 mois. Accouplement : première approche pour reconnaître le sexe du partenaire, non visible. Le mâle est alors de couleur bordeaux à marques claires et la femelle en livrée camouflage. Le mâle enroule le bras droit de sa troisième paire, celui portant les spermatophores puis le déroule jusqu'à la cavité palléale et l'oviducte de la femelle si elle est réceptive. L'accouplement peut durer une minute à 3 heures. La femelle peut être mobile ou en contact avec le mâle pendant la reproduction. Période de ponte : Pic de ponte au début de la saison chaude (novembre/janvier) et second pic, moins important au milieu de la saison froide (juillet/août). La femelle pond une seule fois dans sa vie, un mois après l'accouplement. Elle pond jusqu'à 700 000 œufs en plusieurs grappes reliées par un cordon et sont fixés au plafond de l'abri de la femelle. Incubation : La femelle ventilerait sa ponte jusqu'à l'éclosion (de 24 à 36 jours suivant la température de l'eau), sans s'alimenter durant toute cette période.
Devenir de la portée	Il n'y a pas de stade larvaire, le juvénile sort de son œuf sous la forme d'un petit poulpe de 3mm de long. Grâce à la propulsion créée par des contractions du manteau, le juvénile nage immédiatement en pleine eau et rejoint le large. Pendant son stade paralarvaire durant 30 à 40 jours, il mène une vie planctonique en se nourrissant uniquement de zooplancton (larves de crustacés). Une fois cette période terminée, le juvénile se laisse tomber sur le substrat : c'est le début de son existence benthique.
Espérance de vie	Mort du mâle : Une fois la maturité sexuelle atteinte, le mâle entre en sénescence. La mort du poulpe est génétiquement programmée par les sécrétions endocriniennes issues des glandes optiques. Mort de la femelle : Jusqu'à deux semaines avant la ponte, elle arrête de se nourrir. En général, elle meurt dans les 10 jours suivant la dernière éclosion mais elle peut aussi se remettre à manger. Si elle survit, elle finira comme le mâle, en sénescence. L'espèce vit entre 12 et 15 mois.
Biotope	Milieux benthiques (fond des eaux sableux ou vaseux) des mers chaudes et tempérées. Le poulpe se loge dans les anfractuosités rocheuses, jusqu'à 60 cm de profondeur. On retrouve autour de son habitat du coralligène (milieu marin constitué d'une accumulation d'algues calcaires) et des herbiers marins
Régime alimentaire	Carnivore (Crabes et crevettes), Piscivore (petite murène), molluscivore (gastéropode) Se nourrit au lever et coucher de soleil
Statut de préservation	Monde : Le poulpe commun est inscrit depuis 2018 dans la Liste rouge mondiale de l'UICN au statut LC (Least Concern, soit préoccupation mineure) Madagascar : période de fermeture de la pêche sur la côte Ouest du 15 décembre au 31 janvier et sur la côte Est du 1 ^{er} juin au 15 juillet.
Réglementation Madagascar	Selon l'article 2 de l'arrêté n°16376/2005 portant sur la réglementation de la pêche aux poulpes, « Tout individu ayant un poids minimal de 350 grammes doit obligatoirement être rejeté à l'eau dès sa capture à l'état vivant ou mort »

Annexe 5 : Fiche technique Octopus macropus

Poulpe tacheté	
Nom vernaculaire	Octopus macropus ou Callistocopus macropus
Taxonomie	Cephalopoda (Classe) – Octopoda (Ordre) – Octopodidae (Famille) – Octopus (Genre) – Octopus macropus
Apparence physique	Corps rouge vif à rouge brique ponctué de taches blanches phosphorescentes alignées sur les bras Pas de dimorphisme et dichromatisme sexuel
Mensurations	<u>Taille moyenne à grande</u> : Taille moyenne de 13 cm et pouvant atteindre 20 cm avec des bras d'une longueur de 5 à 8 fois la longueur du manteau. <u>Poids</u> : 400 g
Comportement et fonctionnement	<u>Faculté d'homochromie</u> : adaptation de sa posture, structure cutanée et couleur en fonction de l'environnement dans lequel il est et son humeur <u>Défense</u> : Lorsqu'il se sent menacé, il projette de l'eau au travers de ses siphons pour se propulser et une nuée d'encre noire pour se dissimuler <u>Chasse</u> : il contracte son manteau afin de chasser l'eau contenue dans la cavité palléale, par un entonnoir, le siphon <u>En danger</u> : Autophagie et autonomie (peut détacher son bras si sa vie est en péril). Il a également la capacité de régénération <u>Rythme de vie</u> : Espèce nocturne, il passe ses journées enfouies dans le sable ou dans des cavités. Il sort chasser la nuit tombée ou au crépuscule. Espèce territoriale, chaque individu a son propre terrier. <u>Manteau</u> : Les muscles du manteau permettent l'oxygénation et la propulsion lorsqu'il projette de l'eau
Reproduction	Maturité : Les mâles sont matures 6 à 7 mois après leur installation sur un récif et les femelles, 10 à 12 mois . Accouplement : première approche pour reconnaître le sexe du partenaire, non visible. Le mâle est alors de couleur bordeaux à marques claires et la femelle en livrée camouflage. Le mâle enroule le bras droit de sa troisième paire, celui portant les spermatophores puis le déroule jusqu'à la cavité palléale et l'oviducte de la femelle si elle est réceptive. L'accouplement peut durer une minute à 3 heures. La femelle peut être mobile ou en contact avec le mâle pendant la reproduction. Période de ponte : Pic de ponte au début de la saison chaude (novembre/janvier) et second pic, moins important au milieu de la saison froide (juillet/août). Elle pond jusqu'à 700 000 œufs en plusieurs grappes reliées par un cordon et sont fixés au plafond de l'abri de la femelle. Incubation : La femelle ventilerait sa ponte jusqu'à l'éclosion (environ 2 mois , variable selon la température de l'eau), sans s'alimenter durant toute cette période.
Devenir de la portée	Il n'y a pas de stade larvaire, le juvénile sort de son œuf sous la forme d'un petit poulpe de 4mm de long. Grâce à la propulsion créée par des contractions du manteau, le juvénile nage immédiatement en pleine eau et rejoint le large. Pendant son stade paralarvaire durant 30 à 40 jours, il mène une vie planctonique en se nourrissant uniquement de zooplancton (larves de crustacés). Une fois cette période terminée, le juvénile se laisse tomber sur le substrat : c'est le début de son existence benthique.
Comportement d'accouplement	Polygyne/polygame : union simultanée d'un homme avec plusieurs femmes
Espérance de vie	<u>Mort du mâle</u> : Une fois la maturité sexuelle atteinte, le mâle entre en sénescence. La mort du poulpe est génétiquement programmée par les sécrétions endocriniennes issues des glandes optiques. <u>Mort de la femelle</u> : Jusqu'à deux semaines avant la ponte, elle arrête de se nourrir. En général, elle meurt dans les 10 jours suivant la dernière éclosion mais elle peut aussi se remettre à manger. Si elle survie, elle finira comme le mâle, en sénescence. L'espèce vit entre 12 et 15 mois .
Biotope	Milieux benthiques (fond des eaux sableux ou vaseux et prairies posidonies) des mers chaudes et tempérées. Le poulpe se loge dans les anfractuosités rocheuses jusqu'à 100/200m de profondeur. On retrouve autour de son habitat du coralligène (milieu marin constitué d'une accumulation d'algues calcaires) et des herbiers marins.
Régime alimentaire	Carnivore (Crabes), Molluscivore (Céphalopodes et bivalves), piscivore et cannibale
Statut de préservation	Monde : Le poulpe commun est inscrit depuis 2018 dans la Liste rouge mondiale de l'UICN au statut LC (Least Concern, soit préoccupation mineure) Madagascar : période de fermeture de la pêche sur la côte Ouest du 15 décembre au 31 janvier et sur la côte Est du 1 ^{er} juin au 15 juillet.
Réglementation Madagascar	Selon l'article 2 de l'arrêté n°16376/2005 portant sur la réglementation de la pêche aux poulpes, « Tout individu ayant un poids minimal de 350 grammes doit obligatoirement être rejeté à l'eau dès sa capture à l'état vivant ou mort »

Annexe 6 : Fiche technique Octopus aeginae

Poulpe Marbré	
Nom vernaculaire	Octopus aeginae ou Amphioctopus aegina
Taxonomie	Cephalopoda (Classe) – Octopoda (Ordre) – Octopodidae (Famille) – Octopus (Genre) – Octopus aegina (Espèce)
Apparence physique	Vert brunâtre dorsalement et blanc pâle ventralement. On retrouve des taches rondes régulières avec des rainures distinctes sur la surface dorsale du manteau, de la tête et des bras. Les bras sont 2 à 3 fois plus long que le manteau
Mensurations	
Comportement et fonctionnement	<u>Faculté d'homochromie</u> : adaptation de sa posture, structure cutanée et couleur en fonction de l'environnement dans lequel il est et son humeur <u>Défense</u> : Lorsqu'il se sent menacé, il projette de l'eau au travers de ses siphons pour se propulser et une nuée d'encre noire pour se dissimuler <u>Chasse</u> : il contracte son manteau afin de chasser l'eau contenue dans la cavité palléale, par un entonnoir, le siphon <u>En danger</u> : Autoophagie et autonomie (peut détacher son bras si sa vie est en péril). Il a également la capacité de régénération <u>Rythme de vie</u> : Espèce nocturne, il passe ses journées enfouies dans le sable ou dans des cavités. Il sort chasser la nuit tombée ou au crépuscule. Espèce territoriale, chaque individu a son propre terrier. <u>Manteau</u> : Les muscles du manteau permettent l'oxygénation et la propulsion lorsqu'il projette de l'eau
Comportement d'accouplement	Polygyne/polygame : union simultanée d'un homme avec plusieurs femmes
Reproduction	Maturité : Les mâles sont matures 6 à 7 mois après leur installation sur un récif et les femelles 10 à 12 mois. Accouplement : première approche pour reconnaître le sexe du partenaire, non visible. Le mâle est alors de couleur bordeaux à marques claires et la femelle en livrée camouflage. Le mâle enroule le bras droit de sa troisième paire, celui portant les spermatophores puis le déroule jusqu'à la cavité palléale et l'oviducte de la femelle si elle est réceptive. L'accouplement peut durer une minute à 3 heures. La femelle peut être mobile ou en contact avec le mâle pendant la reproduction. Période de ponte : Pic de ponte au début de la saison chaude (novembre/janvier) et second pic, moins important au milieu de la saison froide (juillet/août). La femelle pond une seule fois dans sa vie, un mois après l'accouplement. Elle pond jusqu'à 700 000 œufs en plusieurs grappes reliées par un cordon et sont fixés au plafond de l'abri de la femelle. Incubation : La femelle ventilerait sa ponte jusqu'à l'éclosion (de 24 à 36 jours suivant la température de l'eau), sans s'alimenter durant toute cette période.
Devenir de la portée	Il n'y a pas de stade larvaire, le juvénile sort de son œuf sous la forme d'un petit poulpe de 3mm de long. Grâce à la propulsion créée par des contractions du manteau, le juvénile nage immédiatement en pleine eau et rejoint le large. Pendant son stade paralarvaire durant 30 à 40 jours, il mène une vie planctonique en se nourrissant uniquement de zooplancton (larves de crustacés). Une fois cette période terminée, le juvénile se laisse tomber sur le substrat : c'est le début de son existence benthique.
Espérance de vie	<u>Mort du mâle</u> : Une fois la maturité sexuelle atteinte, le mâle entre en sénescence. La mort du poulpe est génétiquement programmée par les sécrétions endocriniennes issues des glanes optiques. <u>Mort de la femelle</u> : Jusqu'à deux semaines avant la ponte, elle arrête de se nourrir. En général, elle meurt dans les 10 jours suivant la dernière éclosion mais elle peut aussi se remettre à manger. Si elle survie, elle finira comme le mâle, en sénescence. L'espèce vit entre 12 et 15 mois.
Biotope	Milieus benthiques (fond des eaux sableux ou vaseux) des mers chaudes et tempérées. Le poulpe se loge dans les anfractuosités rocheuses. On retrouve autour de son habitat du coralligène (milieu marin constitué d'une accumulation d'algues calcaires) et des herbiers marins.
Régime alimentaire	Carnivore (Crabes) et Molluscivore (Céphalopodes et bivalves)
Statut de préservation	Monde : Le poulpe commun est inscrit depuis 2018 dans la Liste rouge mondiale de l'UICN au statut LC (Least Concern, soit préoccupation mineure) Madagascar : période de fermeture de la pêche sur la côte Ouest du 15 décembre au 31 janvier et sur la côte Est du 1^{er} juin au 15 juillet.
Réglementation Madagascar	Selon l'article 2 de l'arrêté n°16376/2005 portant sur la réglementation de la pêche aux poulpes, « Tout individu ayant un poids minimal de 350 grammes doit obligatoirement être rejeté à l'eau dès sa capture à l'état vivant ou mort »

Annexe 7 : Fiche technique Panulirus ornatus

La Langouste porcelaine	
Nom vernaculaire	Panulirus Ornatus
Taxonomie	Malacostraca (Classe) – Decapoda (Ordre) – Palinuridae (Famille) – Panulirus (Genre) – Panulirus Ornatus (Espèce)
Caractéristiques physiques	Pattes ambulatrices transversalement striées en noir et blanc, de la même couleur que sa première paire d'antennes. Bonne vision nocturne et une bonne différenciation des couleurs jusqu'à la gamme UV Mensuration : longueur jusqu'à 55 cm mais en moyenne 30 centimètres
Comportement	Les langoustes effectuent régulièrement des mues, plusieurs fois par an lorsqu'elles sont jeunes et une fois par an à l'âge adulte. Elles vivent en groupe (comportement grégaire)
Reproduction	Maturité à 4 ans Accouplement période L'accouplement a lieu ventre à ventre. Le mâle dépose sa semence à la base du sternum de la femelle, sous la forme de spermatophores, sorte de capsules renfermant des spermatozoïdes. En déchirant l'enveloppe des spermatophores, la femelle libère les spermatozoïdes qui fécondent les ovules qu'elle émet. Fécondation Les œufs s'agglutinent au niveau de l'abdomen de la femelle. L'incubation dure de 5 à 8 mois selon la température de l'eau.
Devenir de la portée	A l'éclosion, la larve fait 3 à 4 mm et ressemble à une feuille transparente : elle est appelée phyllosome (« organisme en forme de feuille » en grec). Elle va ensuite se laisser dériver dans les courants. La durée de la vie larvaire des langoustes est de plusieurs mois, voire deux ans pour certaines espèces, mais pour une espèce donnée elle varie en fonction des conditions environnementales Après quelques mois et métamorphoses, elle prend l'aspect d'une langouste transparente de 2 cm de long. La phase océanique est achevée. Nageant mieux à la verticale qu'à l'horizontal, le puerulus (« petit garçon » en grec) se dépose dans les fonds marins. Quelques jours ou semaines après son établissement, le puerulus mue à nouveau pour donner le premier stade juvénile.
Espérance de vie	4 à 6 ans pour les langoustes de 400 à 500g et 7 à 10 ans pour les espèces de 1 kg
Biotope	Mers des plateaux tropicaux où à proximité d'îles au sous-sol solide. Zone d'eau peu profonde, jusqu'à 120 mètres pour les langoustes australiennes Sous les rochers ou les récifs
Régime alimentaire	Echinoderme (étoile de mer, oursin), mollusques (broyage des coquilles) Occasionnellement, des algues, vers et crustacés
Statut de préservation	Monde : L'espèce Panulirus Ornatus est inscrite dans la Liste rouge mondiale de l'UICN au statut LC (Least Concern, soit préoccupation mineure) Madagascar : période de fermeture de la pêche du 1 ^{er} octobre au 31 décembre
Réglementation Madagascar	Concernant la réglementation de la pêche aux langoustes, « Tout individu ayant un poids minimal de 20 grammes doit obligatoirement être rejeté à l'eau dès sa capture à l'état vivant ou mort »

Annexe 8 : Planning de la mission

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI	DIMANCHE
SEMAINE 1 12/06 - 18/06				Antangerina Trajet et campement	Antangerina Cartographie et repérage	Antangerina Sentinelles du lagon	Antangerina Sentinelles du lagon
SEMAINE 2 19/06 - 25/06	Antangerina Sentinelles du lagon	Amboanio Pépinières	Amboanio Pépinières	Ampasipitily Trajet et campement	Ampasipitily Cartographie et repérage	Ampasipitily Sentinelles du lagon	Ampasipitily Sentinelles du lagon
SEMAINE 3 26/06 - 2/07	Jour férié Fête de l'Indépendance	Ampasipitily Sentinelles du lagon	Ampasipitily SGW	Ampasipitily SGW	Ampasipitily SGW et trajet retour		

Annexe 9 : Légende de l'atelier cartographique

Légende Atelier cartographique

- Milieux et substrats**
 - Récif corallien
 - Récif rocheux
 - Herbier / Algues
 - Sable
 - Sable mouvant
- Espèces**
 - Poulpe
 - Langouste
 - Tekateka
- Courants marins**
Indiquer par des flèches, le courant marin généré par la marée montante
- Hauteur d'eau**
Localiser les profondeurs d'eau de 3 à 5m pendant les marées basses de la période de grandes marées
- Zone de pêche**
 - 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)

Annexe 10 : Légende de l'atelier cartographique, traduite en malgache

Maribolana Fanoiritana sarin-tany

- Toerana sy toerana ipetrahany**
 - Horoko
 - Vato
 - Ahitra/ Lomotra
 - Fasika
 - Fasika mihetsika
- Karazana**
 - Horita
 - Langosta
 - Tekateka
- Ren-drano**
Hamarinina amin'ny alalan'ny fiêche, ny lalan-drano miakatra
- Ahavony rano**
Jerevana ny ahavony rano 3 à 5m mandritrany rano maiky amin'ny rano samonta
- Toerana anjonoana**
 - Horita
 - Langosta
 - Tekateka

Tapany faharoa 2 :

- Hamarinina ny karazany raha misy
- Hamarinina ny fisiany karazanyamin'alalany

croix (x : tsy ampy ; xx : antonony ;
xxx : Betsaka)

Annexe 11 : Script présentant le déroulé de l'atelier cartographique

Bonjour,

Merci d'avoir répondu présent à notre appel et de nous accorder votre temps. Depuis 1 mois et pour encore 2 mois, les étudiants avec mon aide travaillent en collaboration avec les associations Vahatra et Opti'Pousse Haie d'Analalava. Nous souhaitons grâce à vos connaissances réaliser une carte du lagon d'Ampasipitily/Antangerina. Cette carte nous permettra par la suite de choisir des sites pour la réimplantation d'habitats pour les poulpes et langoustes, la réimplantation de pépinières de coraux et la réintroduction des Tekateka.

Pour réaliser cet atelier de cartographie, nous procéderons en deux groupes de 10 personnes maximum idéalement. Une image satellite du lagon sera à votre disposition pour réaliser les différents calques.

Une **première partie** vous permettra de replacer les différents milieux et substrats du lagon : Récifs coralliens, récifs rocheux, herbier/algueraie, sable, sable mouvant. Voici une légende qui liste ces éléments avec pour chacun une couleur associée (montrer la légende).

La **seconde partie** permettra de replacer les 3 espèces (associée chacune à une couleur) qui nous intéressent dans notre travail : le poulpe, la langouste et le Tekateka. Vous pourrez indiquer l'abondance des individus à l'aide de croix : 1 si l'espèce est en faible quantité dans ce milieu, deux croix si elle est moyennement présente et trois croix si elle très présente. Si vous connaissez l'espèce de ses individus, vous pourrez nous l'indiquer à l'oral.

La **troisième partie** sera pour retracer les courants marins à l'aide de flèches droites, courbées... Ici seuls les courants générés par la marée montante nous intéresse.

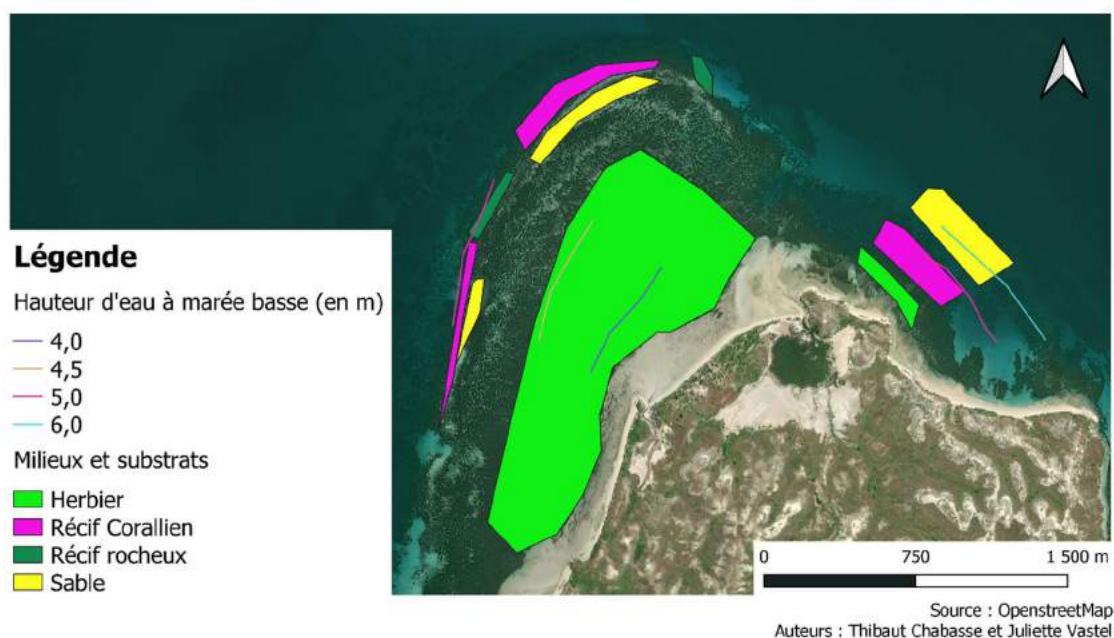
Sur la **quatrième partie**, vous pourrez localiser les hauteurs d'eau de 3 à 5 m pendant les grandes marées.

La **cinquième partie** sera pour situer les zones de pêche pour le poulpe, la langouste et le Tekateka selon le site d'étude.

NB : Pour ne pas déranger les populations trop longtemps, un premier groupe réalisera la partie 1 et 4 sur un même calque et le second groupe les parties 2, 3 et 5 sur un second calque.

Annexe 12 : Cartes du lagon résultant de l'atelier cartographique menée à Antangerina puis retranscrite sur QGIS

Cartographie des milieux, substrats et hauteurs d'eau par les habitants d'Antangerina, Nosy Lava

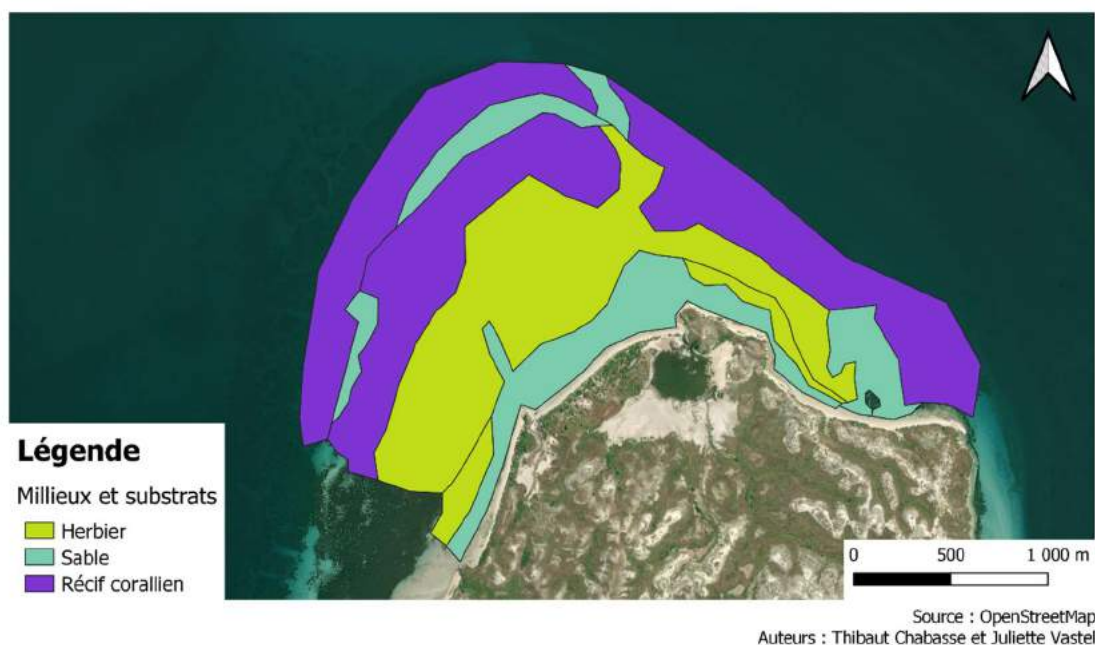


Cartographie des espèces et zones de pêche par les habitants d'Antangerina, Nosy Lava



Annexe 13 : Carte du lagon d'Antangerina résultant du croisement entre celle produite à l'issu de l'atelier cartographique et l'expertise de notre binôme, technicien des lagons

Milieux et substrats du lagon d'Antangerina

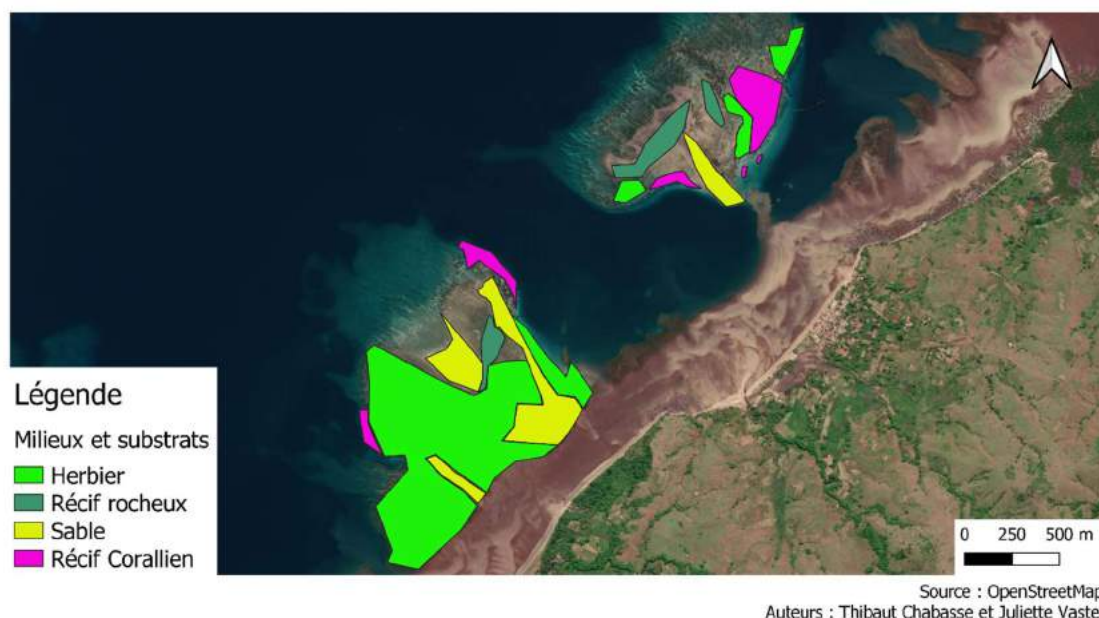


Annexe 14 : Cartographie des substrats et milieux de Nosy Lava ((Gouérec, 2016)



Annexe 15 : Cartes du lagon résultant de l'atelier cartographique menée à Ampasipitily puis retranscrite sur QGIS

Cartographie des milieux et substrats par les habitants d'Ampasipitily

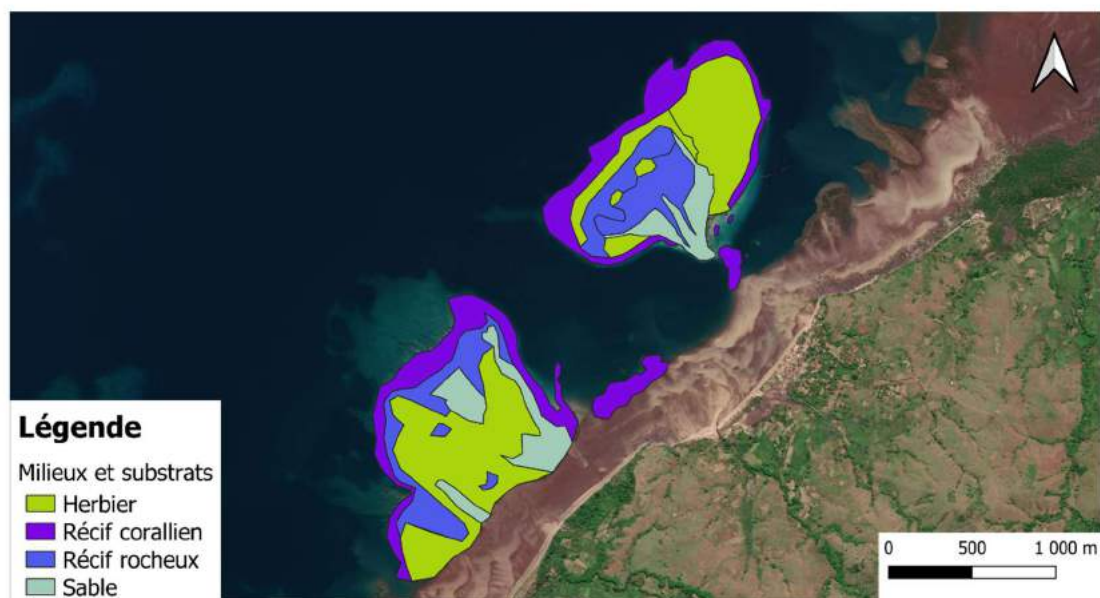


Cartographie des espèces et zones de pêche par les habitants d'Ampasipitily



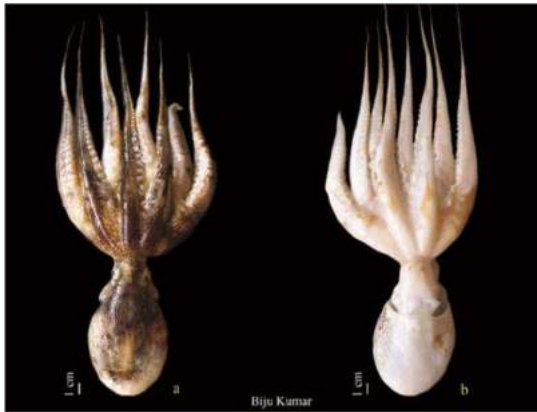
Annexe 16 : Cartes du lagon d'Ampasipitily résultant du croisement entre celle produite à l'issu de l'atelier cartographique et l'expertise de notre binôme, technicien des lagons

Milieux et substrats du lagon d'Ampasipitily



Source : OpenStreetMap
Auteurs : Thiabut Chabasse et Juliette Vastel

Annexe 17 : Planche Espèces d'intérêts pour le poulpe et la langouste



Marbré de poulpe - *Octopus aeginae* (OA)



Poulpe du récif - *Octopus cyanea* (OC)



Poulpe tacheté - *Octopus macropus* (OM)



Langouste Porcelaine - *Panulirus ornatus*



Bénitier – *Tridacna* spp. (B)



Triton – *Charonia tritonis* (T)



Holothurie – *Thelenota ananas* (CJ)



Holothurie – *Stichopus chloronotus*



[Holthurie](#) – *Holothuria edulis* (CR)



[Etoile de mer épineuse](#) – *Acanthaster planci* (E)



[Oursin crayon](#) – *Heterocentrus mammilatus* (OC)



[Murène](#) (Muraedinae) (M)

Annexe 18 : Fiche Sentinelles du Lagon

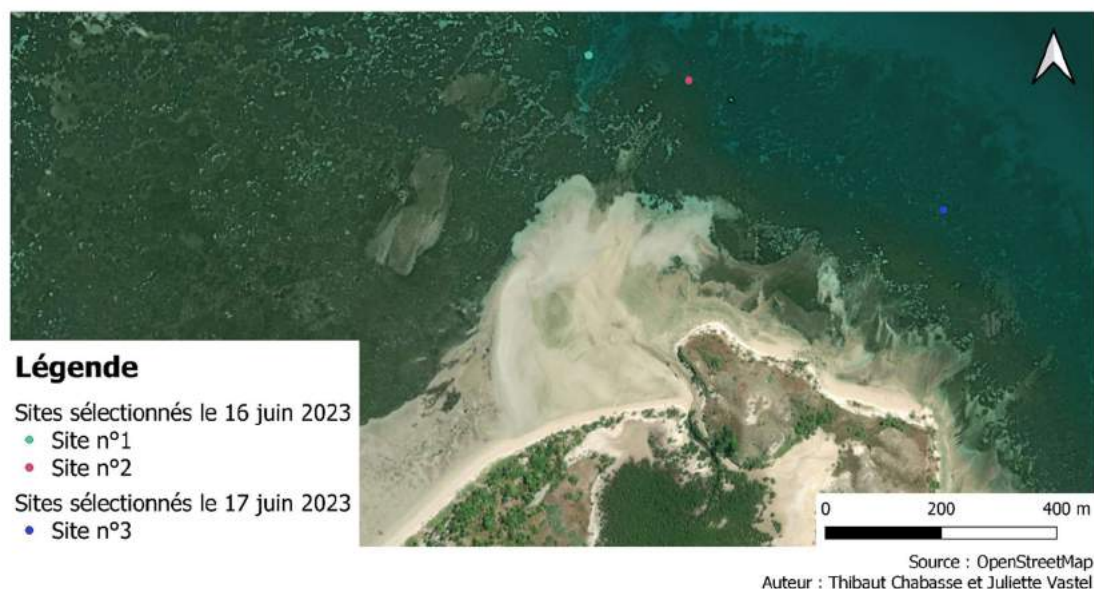
Les Sentinelles du lagon
Espèces d'intérêt de la poulpe et de la langouste - Localisation site d'implantation
Inspiré du Sentinelles du récif de la Réserve Naturelle de La Réunion

ESPECES D'INTERET	
Marbré de poulpe - Octopus aeginae (OA) Poulpe du récif - Octopus cyanea (OC) Poulpe tacheté - Octopus macropus (OM) Langouste Porcelaine - Panulirus ornatus (PO) Bénitier - Tridacna spp. (B) Triton - Charonia tritonis (T) Holothurie - Thelephota ananas (CI) Holothurie - Stichopus chloropodus (CM) Holothurie - Holothuria edulis (CR) Etoile de mer épineuse - Acanthaster planci (E) Ourcin crayon - Heterocentrus mammillatus (OC) Murène (Muraedinae) (M)	☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu ☐ Vu ☐ Pas vu
AUTRES ESPECES	
Coordonnées du site	
Point GPS : Coordonnées en X : Coordonnées en Y : Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) :	
Observateur(s) Date : Heure début : Heure de fin : Plongée : ☐ Jour ☐ Nuit ☐ Bouteille ☐ PMT	
Site Secteur (commune) : Profondeur moyenne lors de l'observation : Marée : ☐ Montante ☐ Etale ☐ descendante Vent : ☐ un peu ☐ beaucoup Direction : Courant : ☐ faible ☐ moyen ☐ fort Temps : ☐ clair ☐ couvert ☐ pluvieux Type d'habitat dominant : Visibilité : ☐ <5m ☐ 5-10m ☐ >10m Houle : ☐ <1m ☐ entre 1,50 et 2m ☐ > 2m Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit ? Description du site :	

Annexe 19 : Planche submersible annotée pour le Sentinelle du Lagon

Poissons de la lagune				
	S1	S2	S3	S4
Profondeur	5m			
Visibilité	5-10			
Marée	marée haute			
Vent	faible			
Houle	2-4m	4-6m		
Courant	Faible	Moy		
Temp	claire			
Prévision météo ?	petite			
Qualité de l'eau	sable	sable, corail		
GPS	S1	S2	S3	S4
Octo Aeg				
Octo CYA				
Octo Macro				
Langoustes				
Benitiers	✓	✓		
Con. Jaune				
Con. Noire	✓	✓		
Con. Rouge				
Etoile mer				
Ourcin	✓	✓		
Murène				
Harre				

Sites sélectionnés pour les habitats de poulpes et langoustes à Antangerina, Nosy Lava



Les Sentinelles du lagon

Espaces d'intérêt du poulpe et de la langouste - Localisation site d'implantation
Inspiré du Sentinelles du récif de la Réserve Naturelle de La Réunion

Observateur(s)	
Nom(s) Prénom(s) : VASTEL Juliette	Date : 16/06/2023
Plongée : ☐ Jour ☐ Nuit ☐ Bouteille ☐ PNT	Heure début : 9h30 Heure de fin : 12h30

Site	
Secteur (commune) : Antangerina	Visibilité : ☐ <5m ☐ 5-10m ☐ >10m
Profondeur moyenne lors de l'observation : 5m	
Marée : ☐ Montante ☐ Etale ☐ descendante	
Vent : ☐ un peu ☐ beaucoup Direction : EST	Houle : ☐ <1m ☐ entre 1,50 et 2m ☐ > 2m
Courant : ☐ faible ☐ moyen ☐ fort	Type d'habitat dominant : sable
Temps : ☐ clair ☐ couvert ☐ pluvieux	
Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit ? des petites pirogues traversent cette zone	
Description du site : proximité récifs coralliens et herbiers (voir GO PRO)	

Coordonnées du site	
Point GPS : Coordonnées en X : S 14° 30' 413' à 10h40	
Coordonnées en Y : E 047° 35' 521'	
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) : OUEST de l'île Nosy Lavan	

ESPECES D'INTERET	
Marbré de poulpe - Octopus aeginae (OA)	☐ Vu ☐ Pas vu
Poulpe du récif - Octopus cyanea (OC)	☐ Vu ☐ Pas vu
Poulpe tacheté - Octopus macropus (OM)	☐ Vu ☐ Pas vu
Langouste Porcelaine - Panulirus ornatus (PO)	☐ Vu ☐ Pas vu
Bénitier - Tridacna spp. (B)	☐ Vu ☐ Pas vu
Triton - Charonia tritonis (T)	☐ Vu ☐ Pas vu
Holothurie - Thelenota ananas (CI)	☐ Vu ☐ Pas vu
Holothurie - Stichopus chloronotus (CN)	☐ Vu ☐ Pas vu
Holothurie - Holothuria edulis (CR)	☐ Vu ☐ Pas vu
Etoile de mer épineuse - Acanthaster planci (E)	☐ Vu ☐ Pas vu
Ourcin crayon - Heterocentrus mammillatus (OC)	☐ Vu ☐ Pas vu
Murène (Muraedinae) (M)	☐ Vu ☐ Pas vu

AUTRES ESPECES	
petits poissons	

Les Sentinelles du lagon

Espèces d'intérêt du poulpe et de la langouste - Localisation site d'implantation
Inspiré du Sentinelles du récif de la Réserve Naturelle de La Réunion

Observateur(s)	
Nom(s) Prénom(s) : VASTEL Juliette	Date : 16/06/2023
Plongée : ☒ Jour ☐ Nuit ☐ Boutelle ☐ PMT	Heure début : 9h30 Heure de fin : 12h30

Site	
Secteur (commune) : Antangerina	Visibilité : ☐ <5m ☒ 5-10m ☐ >10m
Profondeur moyenne lors de l'observation : 1	
Marée : ☒ Montante ☐ Etale ☐ descendante	
Vent : ☒ un peu ☐ beaucoup Direction : ☐ fort	Houle ☒ <1m ☐ entre 1,50 et 2m ☐ > 2m
Courant : ☐ faible ☒ moyen ☐ fort	Type d'habitat dominant : Sable + (herminier et récif)
Temps : ☒ clair ☐ couvert ☐ pluvieux	
Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit ?	
Description du site : route zone avec des récifs coralliens en patch. (voir GoPro)	

Coordonnées du site	
Point GPS : Coordonnées en X : 5 44° 30' 137"	à 10h47
Coordonnées en Y : E 047° 35' 618"	
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) : OUEST de l'île	

ESPECES D'INTERET	
Marbré de poulpe - Octopus aeginae (OA)	☐ Vu ☒ Pas vu
Poulpe du récif - Octopus cyanea (OC)	☐ Vu ☒ Pas vu
Poulpe tacheté - Octopus macropus (OM)	☐ Vu ☒ Pas vu
Langouste Porcelaine - Panulirus ornatus (PO)	☐ Vu ☒ Pas vu
Bénitier - Tridacna spp. (B)	☐ Vu ☒ Pas vu
Triton - Charonia tritonis (T)	☐ Vu ☒ Pas vu
Holothurie - Thelenota ananas (CJ)	☐ Vu ☒ Pas vu
Holothurie - Stichopus chloronotus (CN)	☐ Vu ☒ Pas vu
Holothurie - Holothuria edulis (CR)	☐ Vu ☒ Pas vu
Etoile de mer épineuse - Acanthaster planci (E)	☐ Vu ☒ Pas vu
Ourcin crayon - Heterocentrus mammillatus (OC)	☐ Vu ☒ Pas vu
Murène (Muraedinae) (M)	☐ Vu ☒ Pas vu

AUTRES ESPECES

Les Sentinelles du lagon

Espèces d'intérêt du poulpe et de la langouste - Localisation site d'implantation
Inspiré du Sentinelles du récif de la Réserve Naturelle de La Réunion

Observateur(s)	
Nom(s) Prénom(s) : VASTEC Juliette	Date : 17/06/2023
Plongée : ☒ jour ☐ nuit ☐ PMT	Heure début : 9h00
	Heure de fin : 14h45

Site	
Secteur (commune) : Antangerina	Visibilité : ☒ < 5m ☐ 5-10m ☐ > 10m
Profondeur moyenne lors de l'observation : 5m	
Marée : ☐ Montante ☒ Ebb ☐ descendant	
Vent : ☒ un peu ☐ beaucoup Direction : Est	Houle ☒ < 1m ☐ entre 1.50 et 2m ☐ > 2m
Courant : ☐ faible ☒ moyen ☐ fort	
Temps : ☒ clair ☐ couvert ☐ pluvieux Est	Type d'habitat dominant : sable
Est-ce que les pirogues vont beaucoup à cet endroit ? passage de petites pirogues	
Description du site : de gros patchs de corail avec des petites zones d'herbier (Halimeda dendroica)	

Coordonnées du site	
Point GPS : Coordonnées en X : S 14° 30.257'	
Coordonnées en Y : E 047° 35.863'	
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) : Nord Ouest de l'île de Nosy Lauve	

ESPECES D'INTERET	
Marbré de poulpe - Octopus aeginae (OA)	☐ Vu ☒ Pas vu
Poulpe du récif - Octopus cyanea (OC)	☐ Vu ☒ Pas vu
Poulpe tacheté - Octopus macropus (OM)	☐ Vu ☒ Pas vu
Langouste Porcelaine - Penaeus ornatus (PO)	☒ Vu ☐ Pas vu
Bénitier - Tridacna spp. (B)	☐ Vu ☐ Pas vu
Triton - Charonia tritonis (T)	☐ Vu ☒ Pas vu
Holothurie - Thelenota ananas (CI)	☐ Vu ☒ Pas vu
Holothurie - Stichopus chloronotus (CN)	☐ Vu ☒ Pas vu
Holothurie - Holothuria edulis (CR)	☐ Vu ☒ Pas vu
Etoile de mer épineuse - Acanthaster planci (E)	☐ Vu ☒ Pas vu
Oursin crayon - Heterocentrus mammillatus (OC)	☒ Vu ☐ Pas vu
Murène (Muræidae) (M)	☐ Vu ☒ Pas vu

AUTRES ESPECES
beaucoup de poissons : perchoquet, poisson blanc, raie pastenague, chirurgien, sargat major, demoiselle, gattin, papillon, clown, ange

Sites sélectionnés pour les habitats de poulpes et langoustes à Ampasipitily



Les Sentinelles du lagon

Espèces d'intérêt du poulepe et de la langouste - Localisation site d'implantation
Inspiré du Sentinelles du récif de la Réserve Naturelle de La Réunion

Observateur(s)	
Nom(s) Prénom(s) : <i>YVES L. Joubert</i>	Date : 23/06/2023
Plongée : ☐ Jour ☐ Nuit ☐ Boutelle ☐ PMT	Heure début : 11h15 Heure de fin : 12h15

Secteur (commune) : *Amfougouilly* Site : *Amfougouilly*

Profondeur moyenne lors de l'observation : *N°1 = 6m* Visibilité : ☐ < 5m ☒ 5-10m ☐ > 10m

Marée : ☐ Montante ☒ Étale ☐ descendante *N°2 = 3/5m*

Vent : ☒ un peu ☐ beaucoup Direction : *EST*

Courant : ☒ faible ☐ moyen ☐ fort *N°1*

Temps : ☒ clair ☐ couvert ☐ pluvieux *N°2*

Type d'habitat dominant : *Sable*

Est-ce que les pilgques vont beaucoup à cet endroit ? *peu de pilgques*

Description du site :

*N°1 : creux le long de la bande sablonneuse plus haut
grande profondeur de sable plus bas
quelques petites zones d'herbiers*

*N°2 : surface abritée du courant
plus îlots de coraux (patch) entourés de sable
herbiers à proximité*

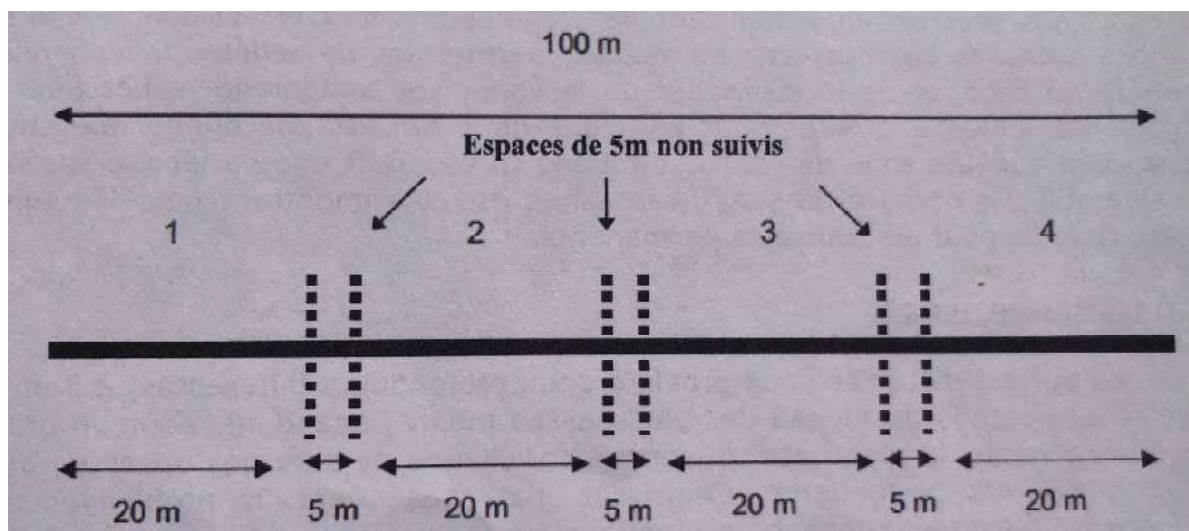
Coordonnées du site	
Point GPS : Coordonnées en X :	N° 2 S 14° 18.595'
Coordonnées en Y :	E 047° 44.899'
Donnée boussole (orientation par rapport au lieu de départ) :	

[illegible]

AUTRES ESPECES

Beau couple de mandoules, l'ortie

Annexe 26 : Représentation du transect linéaire pour la réalisation du protocole Reef Check (*Manuel d'étude Reef Check : le guide des suivis Reef Check des récifs coralliens*, 2011)



Annexe 27 : Informations pour la description du site ReefCheck (*Manuel d'étude Reef Check : le guide des suivis Reef Check des récifs coralliens*, 2011)

Informations principales

Pays, Etat/Province, Ville

Soyez le plus précis possible, et si vous êtes sur une île notez le correctement.

Latitude/longitude

Notez les coordonnées en degrés, minutes, secondes. Si vous les enregistrez sous un autre format veuillez le préciser sur la Feuille de Description du Site. Assurez vous de bien remplir les cases avec les unités requises pour chaque champ (distance de la côte en mètres, distance du cours d'eau le plus proche en Km, taille de la population x1000...). Noter la direction compas du transect linéaire en fonction des coordonnées fixes.

Impacts

Indiquez si le site est abrité ou exposé et s'il y a eu des récentes tempêtes ayant endommagé le récif. Il est important de donner la date de la tempête si elle est connue. Estimez l'impact anthropique global sur le site et indiquez s'il y a des problèmes d'envasement.

Les définitions suivantes doivent être utilisées pour remplir la Feuille de Description du Site.

Pêche à la dynamite

Aucun ---

Faible - pratique connue dans la zone mais non constatée lors de l'étude

Moyen - trous dus à la dynamite dans le récif, pas d'explosion entendue lors de l'étude.

Fort - une ou plusieurs explosions entendues lors de l'étude et/ou trous répertoriés le long du transect.

Pêche au poison

Aucun ---

Faible - moins d'un incident par mois

Moyen - plus d'un incident par mois et moins d'un par semaine

Fort - plus d'un incident par semaine

Pêche destinée aux aquariums

Aucun ---

Faible - moins d'une collecte par mois

Moyen - plus d'une fois par mois et moins d'une fois par semaine

Fort - une fois par semaine ou plus

Récolte d'Invertébrés pour la consommation

Aucun ---

Faible - un pêcheur moins d'une fois par semaine

Moyen - plusieurs pêcheurs plus d'une fois par semaine mais moins d'une fois par jour

Fort - collecte quotidienne par plusieurs pêcheurs

Récolte d'Invertébrés pour la vente d'artisanat

Aucun ---

Faible - un pêcheur moins d'une fois par semaine

Moyen - plusieurs pêcheurs plus d'une fois par semaine mais moins d'une fois par jour

Fort - récolte quotidienne par plusieurs pêcheurs

Plongée sous-marine/palmes, masque, tuba (en haute saison).

Aucun ---

Faible - 1-5 personnes par jour

Moyen - 6-20 personnes par jour

Fort - plus de 20 personnes par jour

Pollution par les effluents (embouchure ou bateau)

Aucun ---

Faible - rejets connus mais irréguliers ou rares et à plus de 500m

Moyen - source de rejets connue et située entre 100 et 500 mètres du transect

Fort - source connue à moins de 100 mètres du transect

Pollution Industrielle

Aucun ---

Faible - source connue à plus de 500m

Moyen - source connue entre 100 et 500 m

Fort - source connue à moins de 100 m.

Pêche commerciale (poissons capturés pour la vente, sans inclure la vente de poissons vivants aux restaurants).

Aucun ---

Faible - pêche commerciale connue sur le récif moins d'une fois par mois

Moyen - plus d'une fois par mois mais moins d'une fois par semaine

Fort - plus d'une fois par semaine

Pêche pour la vente des poissons vivants auprès des restaurants

Aucun ---

Faible - pêche de poisson vivant connue sur le récif moins d'une fois par mois

Moyen - plus d'une fois par mois mais moins d'une fois par semaine

Fort - plus d'une fois par semaine

Pêche artisanale/récréative

Aucun ---

Faible - pêche artisanale moins d'une fois par semaine

Moyen - plus d'une fois par semaine mais pas tous les jours.

Fort - pêche artisanale quotidienne

Nombre de bateaux à moteurs/yachts présents à moins d'1 km du récif

Aucun ---

Peu - 1 à 2 par jour

Moyen - 3 à 5 par jour

Beaucoup - plus de 5 par jour.

Braconnage

Aucun---

Peu - moins d'un incident par mois

Moyen- plus d'un incident par mois, mais moins d'un par semaine

Fort- Plus d'un incident par semaine

Protection

Veuillez préciser si le récif est protégé face aux activités humaines (mesure législative ou autre) et si cette mesure est respectée. Veuillez estimer le niveau de protection de la zone et répertorier les activités qui y sont interdites.

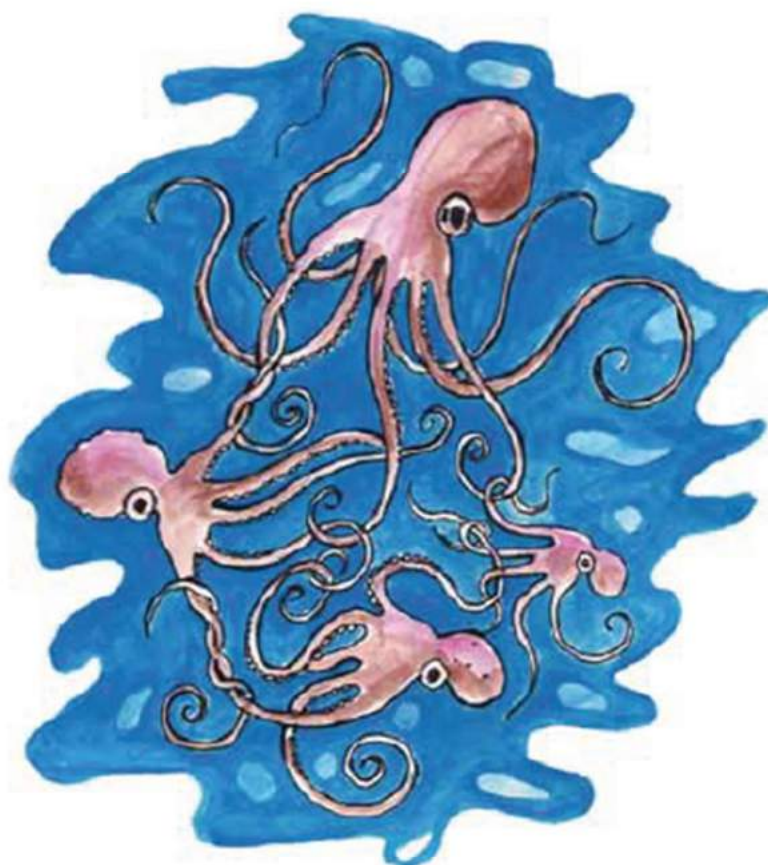
Membres d'équipe

IMPORTANT : Veuillez noter le nom du responsable scientifique de l'équipe même s'il n'a pas participé au suivi. En plus du nom des personnes notant les données et du chef d'équipe, inscrivez les noms de l'ensemble des membres de l'équipe ainsi que leur nationalité.

Annexe 28 : Budget prévisionnel du projet sur 2 ans

	Tâche	Quantité	Unité	Durée	Unité	Coût	Unité	Coût total (en MGA)	Commentaires
Habitat Langouste	Préparation parpaing (540)	12,00	parpaingheure	22,50	heure	5 000,00	MGAheure	1 350 000,00	45 heures pour 540 parpaings pour un homme soit 22,5 pour deux hommes payé à 2500 MGAheure/personne
	Transport Analalava - Port	30,00	parpaingvoyage	20,00	voyage	10 000,00	MGAvoyage	200 000,00	
	Livraison Port - Antsahihy	250,00	parpaingvoyage	2,00	voyage	1 200 000,00	MGAvoyage	2 400 000,00	
	Préassemblage	2,00	personne	2,00	jour	20 000,00	MGAjour/personne	80 000,00	
	Immersion SALAIRE	4,00	personne/structure	9,00	structure	20 000,00	MGAhomme	720 000,00	
	TOTAL							4 750 000,00	
	Tâche	Quantité	Unité	Durée	Unité	Coût	Unité	Coût total (en MGA)	Commentaires
Habitat Poulpe	Préparation urne	10,00	urne	-	-	25 000,00	MGAurne	2 750 000,00	
	Transport Mandritsar - Port Antsohihy	-	urnevoyage	-	voyage	-	MGAvoyage	1 000 000,00	
	Livraison Port Antsohihy - Ampasipitily	-	urnevoyage	-	voyage	-	MGAvoyage	1 000 000,00	
	Immersion SALAIRE	-	personne/urne	-	structure	-	MGApersonne/urne	-	
	TOTAL							4 750 000,00	
	Tâche	Quantité	Unité	Durée	Unité	Coût	Unité	Coût total (en MGA)	Commentaires
Suivi et mission de prospection	Technicien Lagon	0,50	personne	24,00	mois	1 000 000,00	MGAmois	12 000 000,00	
	Per diem	1,00	personne	#####	jour	10 000,00	MGAjour	2 400 000,00	
	Référent (marquage, suivi langouste)	1,50	personne	24,00	mois	250 000,00	MGAmois	9 000 000,00	
	Indemnité stagiaire	2,00	personne	6,00	mois	500 000,00	MGAmois	6 000 000,00	
	Transport technicien saison mousson	0,50	-	6,00	mois	500 000,00	MGAmois	1 500 000,00	
	Transport technicien saison alizées	0,50	-	6,00	mois	1 000 000,00	MGAmois	3 000 000,00	
	Coordination de projet	0,25	temps alloué	24,00	voyage	10 000 000,00	MGAvoyage	60 000 000,00	
	TOTAL							93 900 000,00	
	Tâche	Quantité	Unité	Durée	Unité	Coût	Unité	Coût total (en MGA)	Commentaires
Matériel de suivi	Kit palme, masque, tuba	4,00	Kit	-	-	500 000,00	MGA	2 000 000,00	
	Carnet immergeable	2,00	Pièce	-	-	200 000,00	MGA	400 000,00	
	Kit plongée SMACO	0,50	Pièce	-	-	14 600 000,00	MGA	18 000 000,00	
	Tablette tactile	4,00	Pièce	-	-	1 800 000,00	MGA	7 200 000,00	
	Ordinateur	1,00	Pièce	-	-	2 500 000,00	MGA	2 500 000,00	
	Kit solaire	3,00	Kit	-	-	1 000 000,00	MGA	3 000 000,00	
	TOTAL							33 100 000,00	
	Tâche	Quantité	Unité	Durée	Unité	Coût	Unité	Coût total (en MGA)	Commentaires
Kit plongée SMACO	Bouteille 18 L	1,00	Pièce	-	-	2 500 000,00	MGA	2 500 000,00	
	SMACO S400 + 1L	4,00	Pièce	-	-	1 725 000,00	MGA	6 900 000,00	
	KIT SMACO S400 + 1L	2,00	Pièce	-	-	2 000 000,00	MGA	4 000 000,00	
	Pompe Manuel	1,00	Pièce	-	-	1 000 000,00	MGA	1 000 000,00	
	Compresseur 220 V	1,00	Pièce	-	-	2 600 000,00	MGA	2 600 000,00	
	Livraison	1,00	Pièce	-	-	1 000 000,00	MGA	1 000 000,00	
	TOTAL							18 000 000,00	
	Tâche	Quantité	Unité	Durée	Unité	Coût	Unité	Coût total (en MGA)	Commentaires
Evènementiel	Cérémonie d'ouverture	1,00	Cérémonie	1,00	jour	4 650 000,00	MGAjour	4 650 000,00	
	Cérémonie de fermeture	1,00	Cérémonie	1,00	jour	4 650 000,00	MGAjour	4 650 000,00	
	TOTAL							9 300 000,00	
	Tâche	Quantité	Unité	Durée	Unité	Coût	Unité	Coût total (en MGA)	Commentaires
Détail Cérémonie ouverture/fermeture	Directeurs régionaux	2,00	personne	4,00	jour	150 000,00	MGApersonne	1 200 000,00	
	Responsable service pêche	1,00	personne	4,00	jour	50 000,00	MGApersonne	200 000,00	
	Maires	2,00	personne	2,00	jour	100 000,00	MGApersonne	400 000,00	
	Chefs Lokontany	2,00	personne	2,00	jour	25 000,00	MGApersonne	100 000,00	
	Directeur MNP	1,00	personne	1,00	jour	100 000,00	MGApersonne	100 000,00	
	Transport ANTsohihy	2,00	personne	1,00	jours	50 000,00	MGApersonne	100 000,00	
	Transport Analalava/Antangerina	1,00	Vedette	1,00	jour	500 000,00	MGAARI	500 000,00	
	Transport Analalava/Ampasipitily	1,00	Coque rapide	1,00	jour	650 000,00	MGAARI	650 000,00	
	Hôtel	2,00	personne	4,00	nuit	50 000,00	MGApersonne	400 000,00	
	Nouriture/bosson	2,00	village	1,00	jour	500 000,00	MGApersonne	1 000 000,00	
	TOTAL							4 650 000,00	
	Tâche	Quantité	Unité	Durée	Unité	Coût	Unité	Coût total (en MGA)	Commentaires
Frais de gestion	Loyer bureau	0,25	Pourcent	24,00	mois	300 000,00	MGAjour	1 800 000,00	
	Connexion internet	0,25	Pourcent	24,00	mois	220 000,00	MGAmois	1 320 000,00	
	Forfait télécommunication équipe	1,00	équipe	24,00	mois	100 000,00	MGAmois	2 400 000,00	
	Secrétaire	0,25	temps alloué	24,00	mois	600 000,00	MGAmois	3 600 000,00	
	Imprévu	-	-	0,04	pourcent	121 820 000,00	MGAmois	4 872 800,00	
	Frais bancaire	-	-	0,02	pourcent	126 632 800,00	MGAmois	2 533 856,00	
	TOTAL							13 992 800,00	

Annexe 29 : Bande dessinée « La gestion des poulpes » par Daniel Raberinary



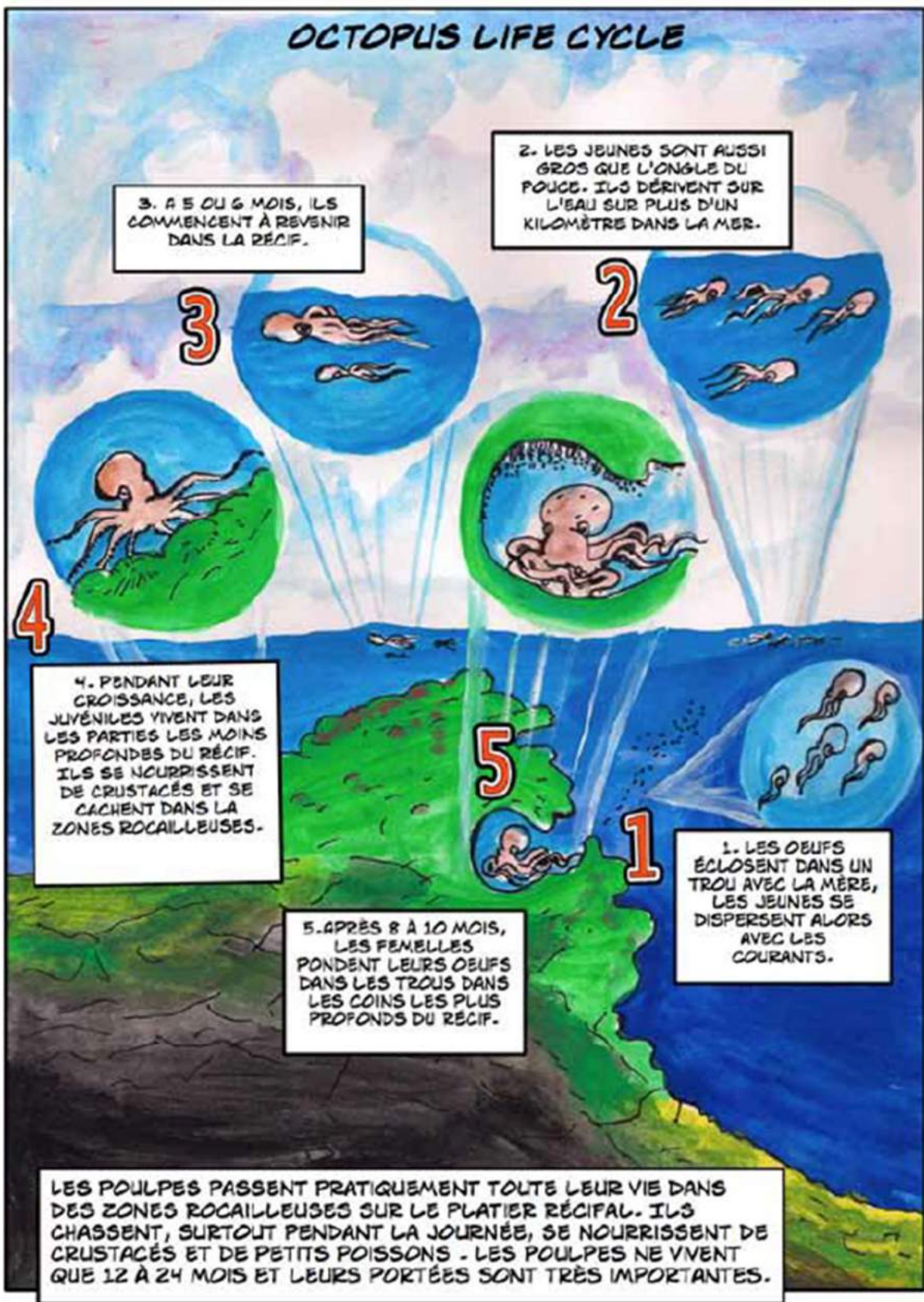
blue ventures
discovery through research

MacArthur
Foundation

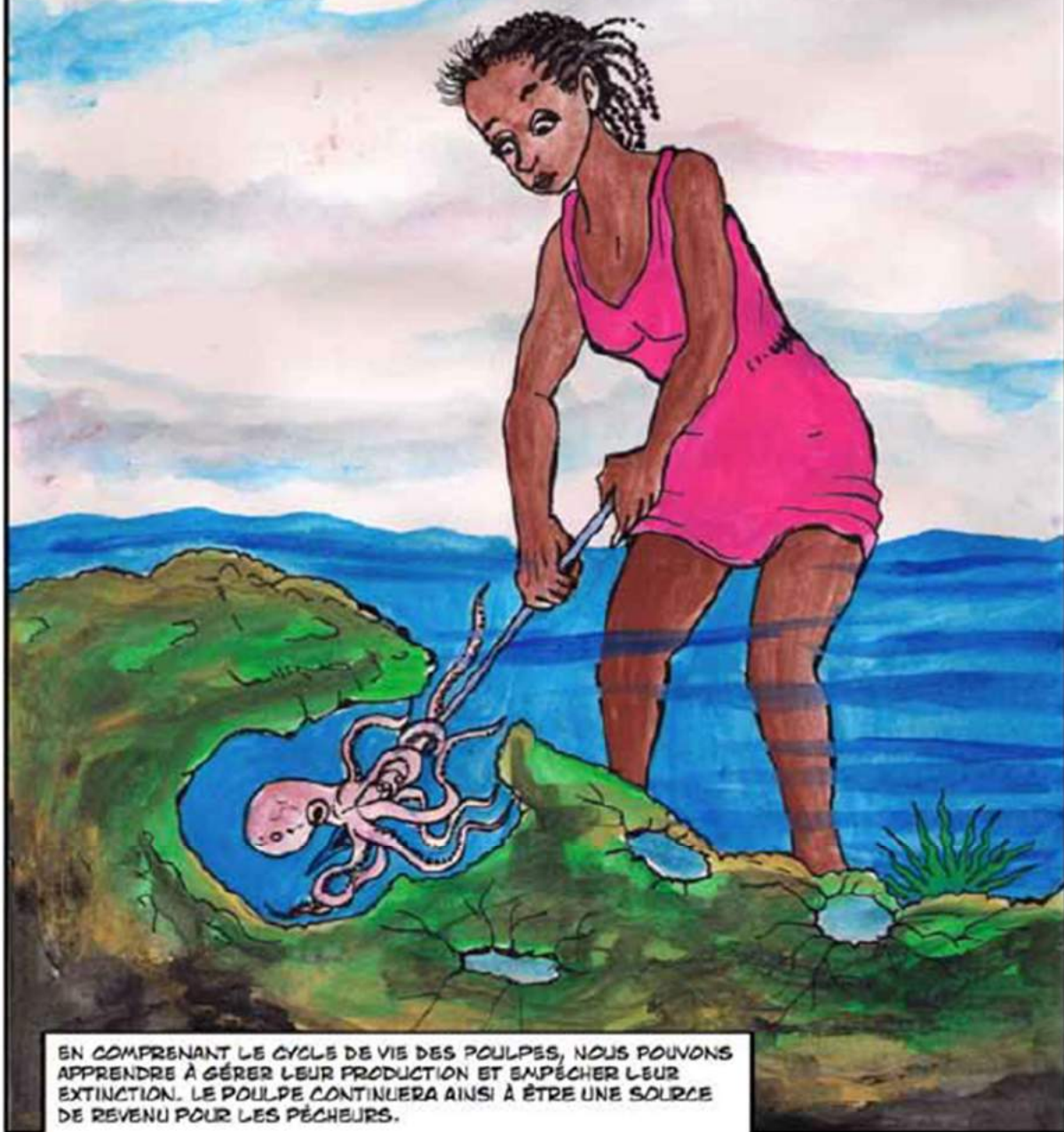
Sida



OCTOPUS LIFE CYCLE



BIEN QU'IL Y AIT BEAUCOUP DE PETITS, LE POULPE PEUT SE RARÉFIER ET MÊME S'ÉTEINDRE DANS CERTAINE RÉGION.

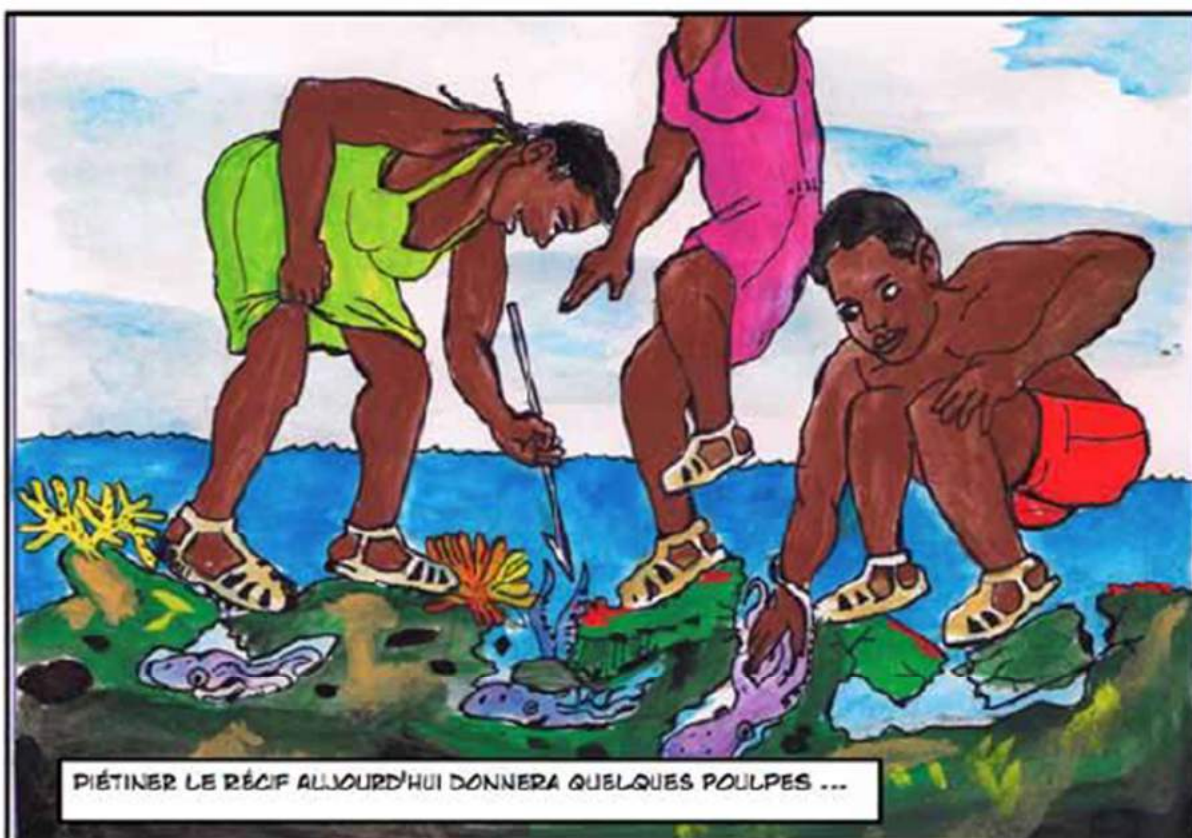


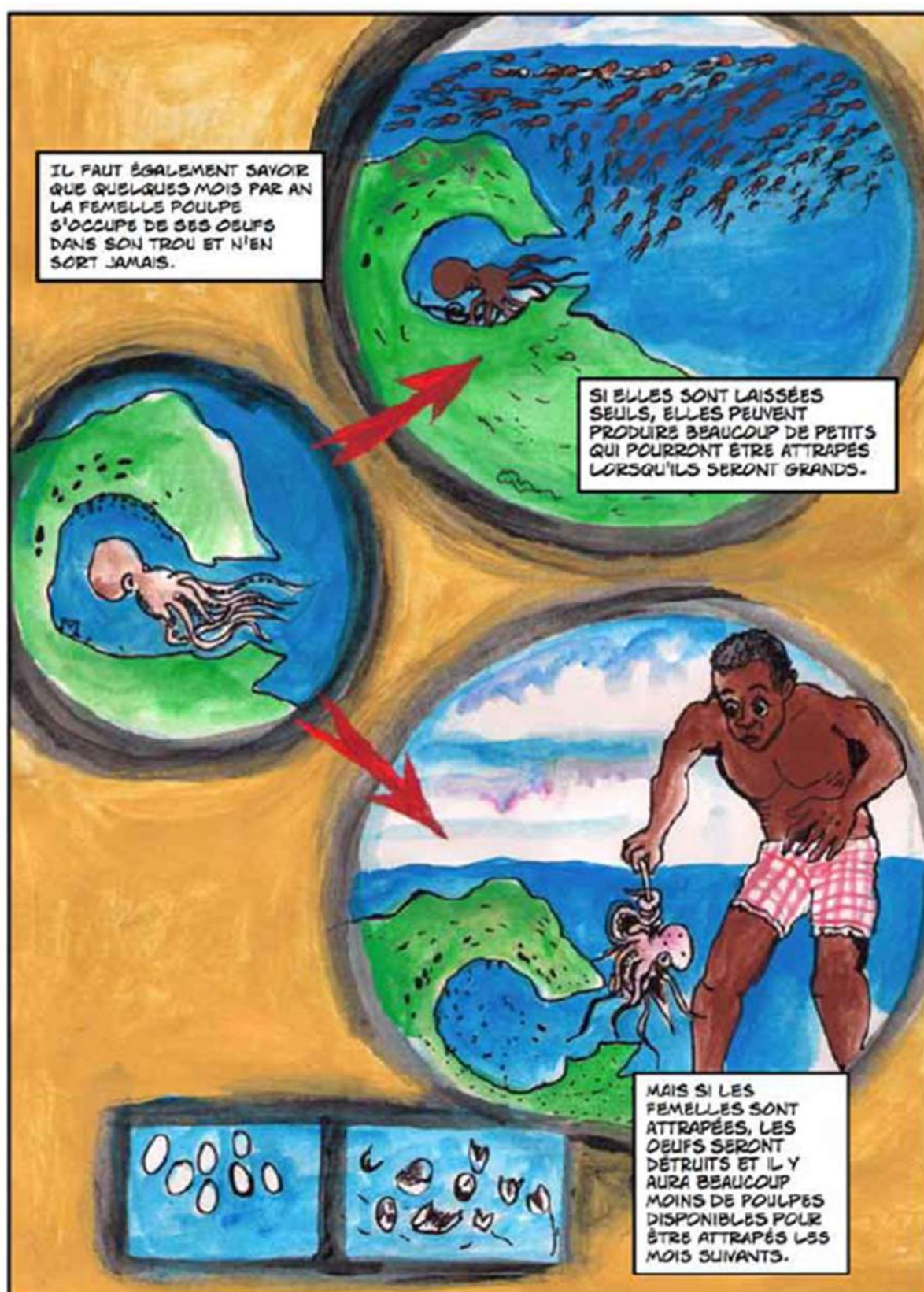
EN COMPRENANT LE CYCLE DE VIE DES POULPES, NOUS POUVONS APPRENDRE À GÉRER LEUR PRODUCTION ET EMPÊCHER LEUR EXTINCTION. LE POULPE CONTINUERA AINSI À ÊTRE UNE SOURCE DE REVENU POUR LES PÊCHEURS.

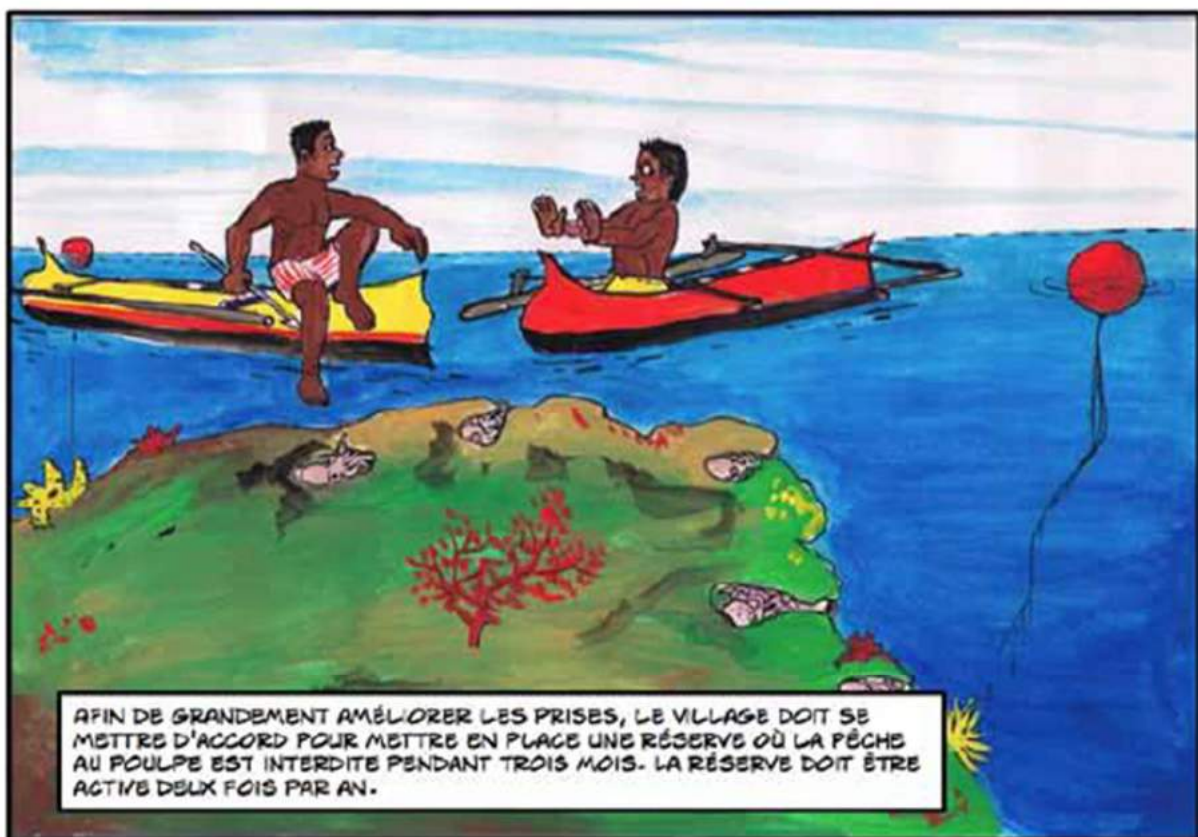
LA PREMIÈRE CHOSE À SAVOIR À PROPOS DE LA GESTION DES POULPES EST QUE LE RÉCIF EST VRAIMENT TRÈS IMPORTANT POUR ELIX. UN RÉCIF DÉTRUIT N'APPORTERA PLUS D'AIDE AUX POULPES CAR ILS N'AURONT PLUS DE PLACES POUR SE CACHER OU POUR SE NOURRIR.



UTILISER DES BARS À MINES POUR PÊCHER LES POULPES EST UNE MAUVAIS IDÉE ET NE DOIT PAS ÊTRE AUTORISÉE.



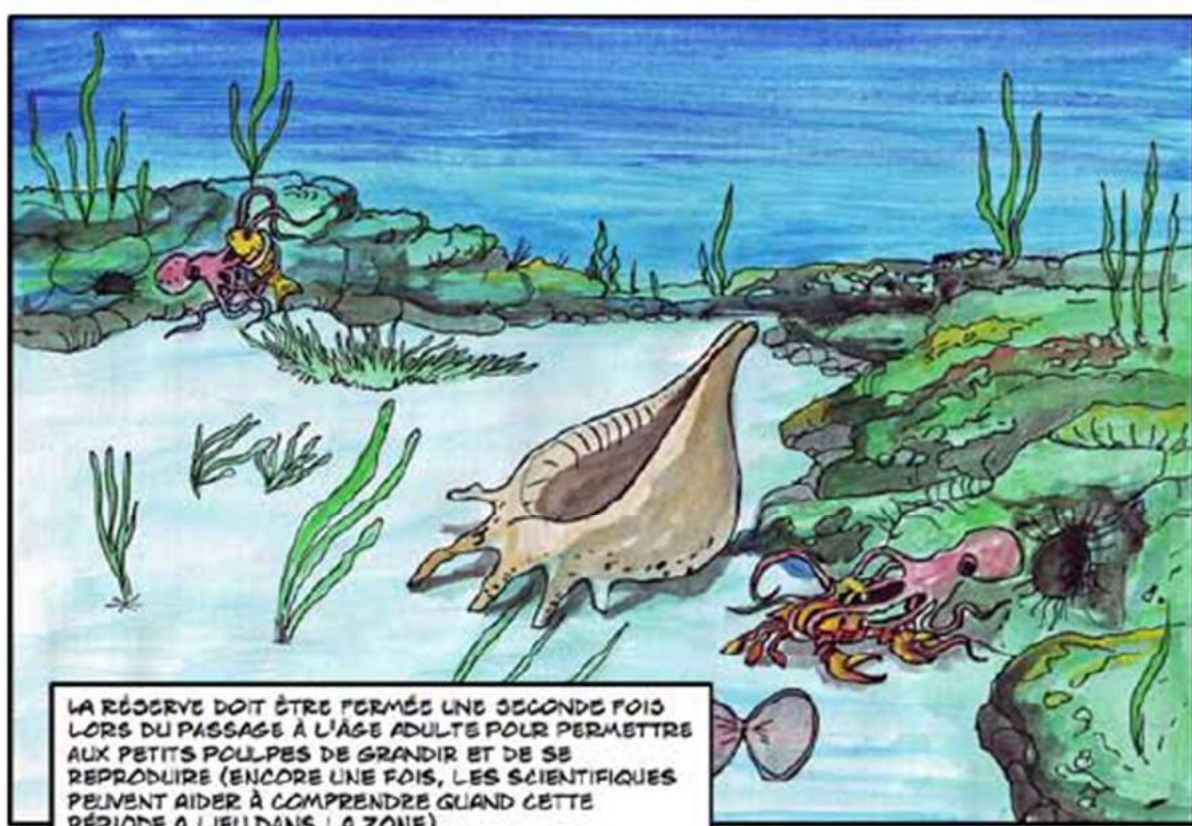




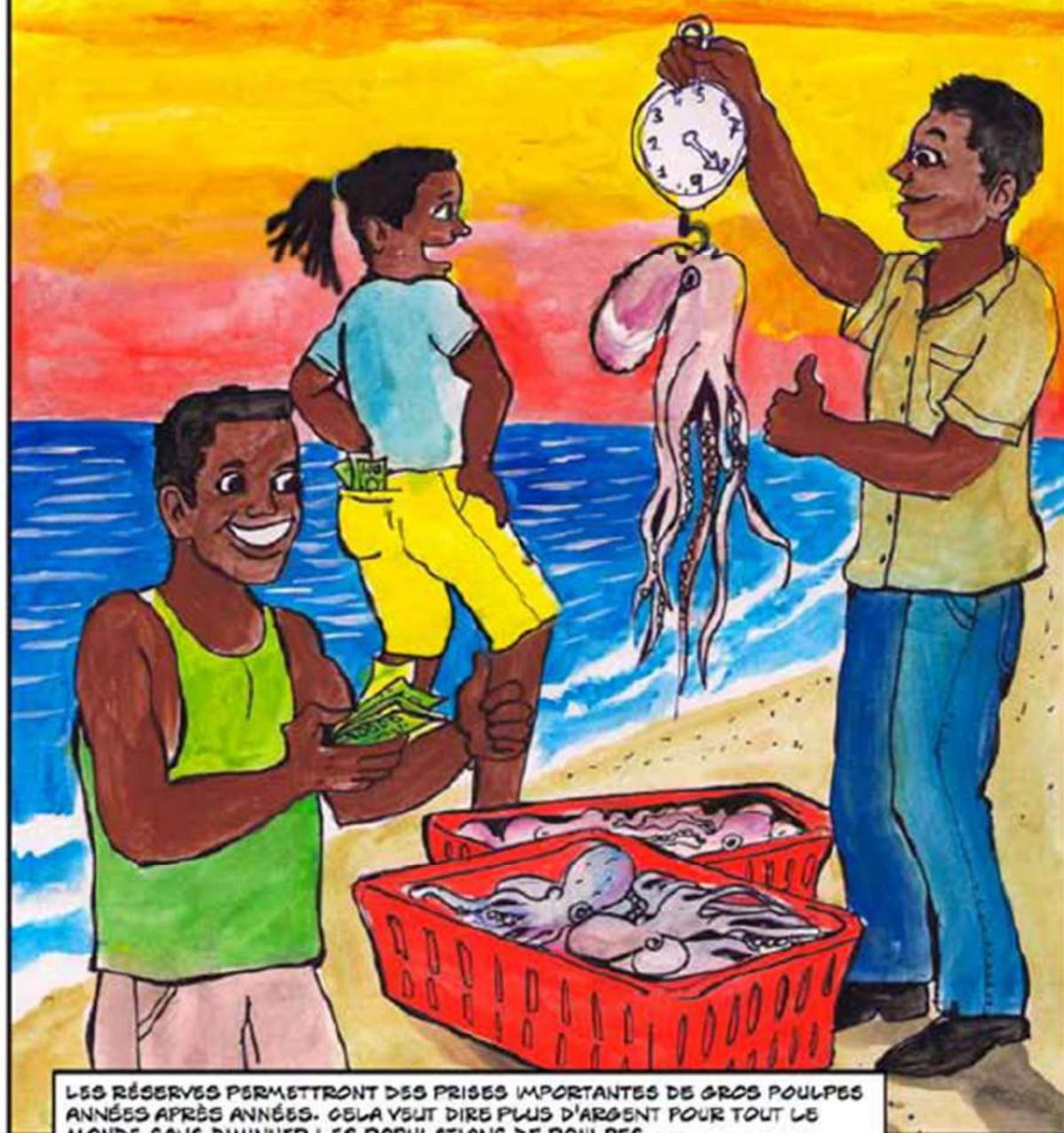
AFIN DE GRANDEMENT AMÉLIORER LES PRISES, LE VILLAGE DOIT SE METTRE D'ACCORD POUR METTRE EN PLACE UNE RÉSERVE OÙ LA PÊCHE AU POULPE EST INTERDITE PENDANT TROIS MOIS. LA RÉSERVE DOIT ÊTRE ACTIVE DEUX FOIS PAR AN.



LA RÉSERVE DOIT ÊTRE CLÔTURÉE LA PREMIÈRE FOIS PENDANT LA PÉRIODE DE FRAI AFIN D'ASSURER QUE LES ŒUFS ÉCLOSENT ET QU'IL Y EST BEAUCOUP DE POULPES L'ANNÉE SUIVANTE (LES SCIENTIFIQUES PEUVENT ÊTRE CAPABLE D'AIDER À DÉTERMINER LE BON MOMENT POUR CLÔTURER LA RÉSERVE).



RESERVE OPENING



LES RÉSERVES PERMETTRONT DES PRISES IMPORTANTES DE GROS POULPES ANNÉES APRÈS ANNÉES. CELA VEUT DIRE PLUS D'ARGENT POUR TOUT LE MONDE SANS DIMINUER LES POPULATIONS DE POULPES.



SI NOUS PROTÉGEONS LE RÉCIF ET QUE NOUS ORGANISONS DES RÉSERVES DEUX FOIS PAR AN, IL Y AURA TOUJOURS DES POULPES POUR TOUT LE MONDE ET LE MODE DE VIE DES PÊCHEURS SE PERPÉTUEIRA.

FIN



Juliette Vastel
2022-2023

Etude d'impact pour la réimplantation d'habitats pour les poulpes et langoustes à Madagascar

Résumé : A Madagascar, le stock de ressources marines décline face à la pression exercée par la pêche et face à la destruction du milieu engendrée par les activités d'extraction de sable. Dans le Nord-Ouest de l'île, des associations locales comme Vahatra travaillent en collaboration avec les populations pour une gestion durable des ressources naturelles. Parmi les espèces en déclin, le poulpe et la langouste sont victimes de la surpêche. Ainsi dans les villages désireux de protéger ces deux ressources, un projet d'implantation d'habitats artificiels est en marche. L'objectif du travail accompli pendant ce stage est alors la réalisation d'une étude d'impact de l'implantation de ces habitats dans deux sites d'étude, Antangerina et Ampasipitily.

Abstract : In Madagascar, the stock of marine resources is declining in the face of fishing pressure and the destruction of the environment caused by sand extraction activities. In the north-west of the island, local associations such as Vahatra are working with local populations to ensure sustainable management of natural resources. Among the species in decline, octopus and lobster are victims of overfishing. In villages keen to protect these two resources, a project to create artificial habitats is underway. The aim of the work carried out during this internship is to carry out an impact study of the installation of these habitats in two study sites, Antangerina and Ampasipitily.

Mots Clés : habitat artificiel, récif artificiel, poulpe, langouste, étude d'impact

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

Tuteur entreprise :
Anthony Bracke
Coordinateur activités socio-environnementales

Tuteur académique :
Mathilde Gralepois