

Table des matières

PREFACE.....	1
COMMUNICATIONS ORALES.....	2
I. PRESERVATION, INTEGRITE DE LA BIODIVERSITE MARINE	2
1. Propriétés biologiques et diversité des souches d'Actinomycètes isolées à partir des éponges marines de Madagascar	2
2. Diversité des poissons marins de Madagascar : état des connaissances et perspectives de recherches	5
3. Amélioration de la connaissance en biodiversité de poissons des herbiers marins à travers la pêche traditionnelle (Cas du Sud-ouest de Madagascar)	9
4. Etat de l'Environnement Marin et Diversité des Ressources Marines du Sud-est de Madagascar - cas d'Ampatsinakoho-Vangaindrano (23°21'36"S / 47°41'53.6"E),.....	13
5. « Y aura- t- il de l'avenir pour les oiseaux marins à Madagascar ? »	18
II. CHANGEMENTS GLOBAUX, SUIVI ECOLOGIQUE	21
6. Identification des indicateurs au temps t0 de la Zone Crevettière Biologiquement Sensible (ZCBS) d'Ankazomborona de la baie d'Ambaro (Nord-ouest Madagascar) (13°17'S-48°42'E/ 13°22'S-48°52'E/13°22'S - 48°52'E /13°17'S-48°52'E).....	21
7. La comptabilité écosystémique en carbone d'une Nouvelle Aire Protégée, cas de Bombetoka	25
8. Evolution du pH et de la productivité dans les zones côtières aux alentours de Nosy Be	29
9. Premiers résultats de la jeune équipe de recherche IH.SM-IRD : exemple dans la recherche en milieu récifal à Toliara, Sud-Ouest Madagascar	33
10. Evaluation de l'état de santé des platiers récifaux après le passage d'EL NINO à Nosy Be	36
11. Etude de la capacité de résilience de l'écosystème mangrove : cas de Lavenombato, Sud-Ouest de Madagascar	41
12. Utilisation de l'imagerie satellitaire pour le suivi spatial des mangroves - Cas de la NAP Bombetoka	44
13. Identification des pressions dans les mangroves d'Ankilahila dans la région Boeny ..	48
14. Tendance de l'évolution de la mangrove de Nosy-Be	51
15. Structure et pressions sur les mangroves de la Baie de Diégo.....	55
III. VALORISATION DE LA BIODIVERSITE MARINE	59
16. Une approche économique de la gestion durable des ressources marines à Madagascar	59
17. Potentialités écotouristiques de la zone côtière de la Nouvelle Aire Protégée Complexe Mahavavy – Kinkony	60

18. Valorisation et utilisation durable de la biodiversité marine du parc national Nosy Tanikely, Nosy Be	63
19. Possibilité de valorisation durable de la diversité halieutique de Mananara Nord par les pêcheurs traditionnels	69
20. Alternative de sources d'énergie de séchage et technique de conservation de produits de pêche et des autres produits locaux en saison des pluies. Cas des pêcheurs de Sambirano.....	73
21. La consommation en bois de mangroves de Bombetoka par la filière « chaux »: son évolution en cinq ans (2012-2017).....	77
22. Valorisation des co-produits marins comme source de protéines	82
23. Biomolécules Marines d'Intérêt Biologique de Madagascar.....	87
24. Potentialité de l'ensilage des coproduits de calmar (<i>Ioligosp.</i>) en alimentation piscicole	90
25. La culture de la spiruline du genre « <i>Arthrospira platensis</i> » dans la côte nord-ouest de Madagascar face à la lutte contre le changement climatique	94
26. Evaluation de la qualité biochimique et microbiologique de la poudre d'une espèce d'algue sauvage de Madagascar, <i>Enteromorpha flexuosa</i>	97
COMMUNICATIONS AFFICHEES.....	101
<i>I- PRESERVATION ET INTEGRITE DE LA BIODIVERSITE MARINE</i>	<i>101</i>
1. Planification spatiale marine pour l'atteinte de la promesse de Sydney.....	101
2. Les stratégies de conservation de tortue imbriquée (<i>Eretmochelys imbricata</i> , Linnaeus 1766) dans le Parc National Marin des îlots de Nosy Tanikely (Nosy-Be, Nord-Ouest de Madagascar).....	105
3. Composition chimique et activités antimicrobiennes d'extraits de <i>Biemna laboutei</i> (Hooper) (DESMALLIDAE), éponge marine collectée dans le nord de Madagascar	109
4. Approches intégrées à la conservation de tortues marines dans la partie Nord de Madagascar	113
5. Equilibre entre les écosystèmes marins et terrestres du Complexe zones humides Mahavavy-Kinkony (AP CMK)	116
6. Dynamique sédimentaire de la zone estuarienne et marine de Maintirano (Région Melaky): élément de réflexion au développement durable du littoral Ouest de Madagascar	120
7. Les Algues Marines dans la région de Nosy-Be.....	123
8. Utilisation de mécanismes d'incitation centrés sur les communautés pour conserver les dugongs et les herbiers marins	128
9. Les vorombe : dieux propriétaires et protecteurs de la mer chez le vezo saramasay. Canal de mozambique - Madagascar.....	130
10. Dénombrement et identification des requins baleines à Nosy Be, dénombrement des baleines d'Omuras Nosy Be, détermination de l'abondance.....	131
<i>II- CHANGEMENTS GLOBAUX, SUIVI ECOLOGIQUE</i>	<i>133</i>
11. La dynamique écologique de la mangrove : cas d'Antsanitia	133
12. Influence de la dégradation des mangroves sur les caractéristiques des herbiers marins: une étude de cas du nord-ouest de Madagascar.....	137
13. Vulnérabilité du patrimoine récifal: une approche interdisciplinaire	140

14.	Suivi à long terme de la pêche à la tortue dans la Baie de Ranobe, sud-ouest de Madagascar	141
15.	Etendue et sévérité de blanchissement des coraux de sud-ouest de Madagascar : Baie de Toliara et baie de Ranobe	145
16.	Squeletteo-chronobiologie des coraux scléractiniaires, <i>Porites lobata</i> , Dana 1846, de l'écosystème récifal proche de l'Aire Protégée d'Antrema au Nord-Ouest de Madagascar : Bioindicatrice du changement climatique. (15°.46'24" S / 46°2'.28,4"E)	149
17.	Etudes préliminaires des foraminifères Benthiques de Madagascar, potentiels bio indicateurs de l'état écologique des écosystèmes marins	154
18.	Eponges marines (Porifera) de Madagascar <i>Cinachyrella voeltzkowi</i> , <i>Haliclona sp.</i> , <i>Niphates sp.</i> : activités biologiques et contenus chimiques.....	155
19.	Etude et Suivi des espèces menacées (Requins de Madagascar).	160
III-	VALORISATION DE LA BIODIVERSITE MARINE	165
20.	<i>Arius sp.</i> (Vaillant, 1894) de la côte Ouest de Madagascar : caractéristiques et statut d'exploitation actuelle	165
21.	Valorisation de la biodiversité marine pour la production de peinture biosourcée	
	170	
22.	Essai d'élevage de <i>siganus sutor</i> à Toliara : pour une activité alternative prometteuse pour les petits pêcheurs'	172
23.	Evaluation de la pêche de la baie d'Ambaro	175
24.	Qualités microbiologique et hygiénique des crevettes aux marchés locaux de Mahajanga.....	179
25.	Suivi de risques microbiologiques de poissons <i>Thunnus alalunga</i> conservés par les méthodes de séchage et de fumage traditionnelles	181
26.	Algoculture : un générateur de revenu pour une bonne gouvernance des ressources halieutiques par la communauté des pêcheurs à Sarodrano. Région Atsimo Andrefana de Madagascar	183
ANNEXES	186	
COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES EN SEANCE PLENIERE.....	186	
MESSAGE DE MAHAJANGA SUR LES MANGROVES – 18 – 20 Septembre 2017	186	
PROGRAMME DU FORUM DE LA RECHERCHE.....	189	
COMITE D'ORGANISATION.....	190	
PARTENAIRES	190	
MEMBRES DE COMMISSION SCIENTIFIQUE	190	
PRESIDENTS DE COMMISSION.....	191	
LAUREATS DU FORUM SUR LA BIODIVERSITE MARINE.....	191	

PREFACE

Le forum sur la biodiversité marine entre dans le cadre de la 5^{ème} édition 2017, placé sous le thème de « la biodiversité et le développement durable ». Il a démontré, une fois de plus, l'intérêt pour ce domaine de recherche, au vu de la forte contribution des chercheurs.

Au niveau mondial, les océans constituent plus de 90 % de l'espace habitable et abritent quelques 250 000 espèces connues; beaucoup d'autres ne sont pas encore répertoriées.

Pour Madagascar, qui est la quatrième grande île dans le monde, la biodiversité marine a toute son importance, avec 5200 km de côtes, avec les différents écosystèmes dont certains sont des zones de nursery et contribuent à la sécurité alimentaire, participent à l'élimination du CO²; tout en produisant de l'oxygène, protègent les côtes contre les érosions marines, ils fournissent les matières premières à vocation pharmaceutique. Tels sont les cas des mangroves, des herbiers, des récifs coralliens.

Encore faut-il bien connaître cette diversité, son dynamisme, le fonctionnement de ces écosystèmes. C'est là une des raisons d'être d'une telle manifestation qui s'est attelée à améliorer la connaissance des espèces et des milieux marins qui ne sont pas à l'abri des dérèglements climatiques et de leurs impacts, traduits par le réchauffement, l'élévation du niveau de la mer, de l'acidification ; ces milieux subissent aussi les actions anthropiques, telles que les pollutions diverses, la surpêche, la destruction des habitats...

La diversité des interventions faites par des chercheurs, aussi bien nationaux qu'internationaux, au cours de cet événement, révèle une volonté de contribuer à la recherche de solutions viables pour le développement durable, correspondant à l'Objectif 14 des ODD, consistant à « Conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins du développement durable », à l'horizon 2030.

Enfin, il est important de mentionner que, parmi les objectifs de ce forum, figure également la définition des orientations de la recherche en sciences marines, nouvelles et adaptées, basée sur les acquis et au service du développement durable.

Nous devons combler le gap dans le domaine des sciences marines, touchant aussi bien la formation que la recherche scientifique, si nous voulons répondre aux objectifs fixés de gestion durable toutes nos côtes. Pour cela, il nous faut augmenter les compétences, les stations marines, à l'instar de celle de Vangaindrano récemment créée.

Je voudrais saluer l'importante communauté scientifique nationale et internationale réunie à Nosy Be qui nous a partagé ses expériences et a échangé, avec les gestionnaires des ressources, les ONGs, les autorités locales, les décideurs.

Un signal fort a été envoyé sur la nécessité de renforcer les relations entre la recherche et le développement économique et social et de définir les priorités des sciences marines qui seront inscrits dans le futur plan directeur de la Recherche, nécessaire pour guider la recherche au service du développement durable prévu au cours de l'année 2018.

Tous les apports et les échanges ont davantage enrichi les réflexions sur les sciences marines, à la pointe de la technologie, mais adaptées aux conditions du milieu et aidant aux prises de décision, pour pouvoir faire face à l'augmentation des besoins socio-économiques et aux exigences du développement durable.

Je voudrais remercier tous ceux qui ont œuvré pour la bonne marche de ce forum de la recherche scientifique, plus particulièrement les centres de recherche, les universités, nationaux et étrangers, les gestionnaires d'écosystèmes à tous les niveaux, les opérateurs économiques, les organisateurs.

Puissent ces actes du forum de la recherche scientifique sur la biodiversité marine nous aider dans notre recherche des voies et moyens pour le Développement Durable de nos océans et de nos sociétés.



Pr Marie Monique RASOAZANANERA

COMMUNICATIONS ORALES

I. PRESERVATION, INTEGRITE DE LA BIODIVERSITE MARINE

1. Propriétés biologiques et diversité des souches d'Actinomycètes isolées à partir des éponges marines de Madagascar

ANDRIAMAFANA Harimisa^{1,2}, ANDRIAMBELOSON Onja¹, RAKOTOVAO Tokiniaina^{1,2}, MAHARAVO Jean³, BAKARY Gisèle³ et RASOLOMAMPIANINA Rado¹

¹Laboratoire de Microbiologie de l'Environnement, Centre National de Recherches sur l'Environnement, Antananarivo, Madagascar; ²Mention Biochimie Fondamentale et Appliquée, Facultés des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar ; ³Centre National de Recherches Océanographique, Nosy-Be et Vangaindrano, Madagascar.

I. Introduction

La mer et les océans recouvrent près de 75% de notre globe. A l'instar de la diversité terrestre qui est suffisamment connue, le monde vivant des océans (peuplé de plusieurs millions d'espèces animales, végétales et microbiennes), par suite des difficultés d'accès, nous est parfois totalement inconnu (Merour, 2004). Pourtant, l'environnement marin regorge de produits naturels biologiquement actifs, à titre d'illustration, sur les 32 500 produits naturels connus, environ 1000 sont issus des microorganismes marins. Actuellement, il est estimé que les deux tiers des antibiotiques disponibles appartiennent aux groupes des Actinomycètes marins.

Madagascar est connu pour sa diversité en faune et en flore. Les 5000 km de côtes malgaches abritent une multitude d'organismes marins, comme les Invertébrés qui représentent à eux seuls environ 75% des 7000 produits naturels d'origine marine obtenus entre 1992 et 2002 (Newmann et Cragg, 2004). Cette situation offre une opportunité exceptionnelle de pouvoir valoriser les diverses populations de microorganismes marins, notamment les Actinomycètes rencontrés aussi bien à l'intérieur des animaux que dans les substrats des fonds marins de la zone maritime malgache. Aussi, une activité d'exploration de nos ressources marines a été menée, dans le but de découvrir de nouvelles substances naturelles pouvant être utilisées pour promouvoir la santé humaine et la productivité agricole. La présente étude décrit les propriétés biologiques et la caractérisation des Actinomycètes associés aux éponges marines de Madagascar.

II. Les activités biologiques des souches d'Actinomycètes associées aux éponges marines

II.1. Approche d'étude

II.1.1. Sites d'étude et collecte des éponges marines

Onze éponges marines ont été collectées dans les fonds marins de Vangaindrano (Sud Est de Madagascar) et de Nosy Be (Nord Est de Madagascar). Les éponges sont soigneusement mises dans un sachet en plastique stérile (Ziploc) et transportées dans de l'eau de mer jusqu'au laboratoire où elles ont été traitées dans les 2-3 heures qui suivent la collecte.

L'isolement des Actinomycètes marins a été réalisé par des techniques de dilution du broyat de chaque éponge, puis également sur des boîtes de Pétri contenant 4 types de milieux sélectifs solides (MA, AIA, R2A, ISP2) additionnés des 3 antibiotiques.

II.1.2. Evaluation de l'activité antimicrobienne des souches d'Actinomycètes marines

Les souches d'Actinomycètes ont été testées pour évaluer leur activité antibactérienne selon la technique des cylindres d'agar comme décrit par Acar et Goldstein (1996) sur les bactéries (4 Gram négatif, 3 Gram positif, une levure) et par Loqman et al. (2009) sur les deux champignons phytopathogènes. Trois antibiotiques ont été utilisés comme référence, et l'évaluation consistait à mesurer les zones d'inhibition après 1 à 2 jours de culture pour les pathogènes humains et après 4 jours d'incubation pour les phytopathogènes. Un total de 134 souches d'Actinomycètes marines ont été isolées : 114 isolées à partir des éponges collectées à Nosy Be et 20 issues des éponges de Vangaindrano. Trente-trois souches (25%) sont actives contre au moins un germe-test. Deux souches MV2 et MV20 issues des éponges marines de la côte Sud-Est actives sur tous les germes-tests. Les souches actinomycétales étaient nettement plus actives sur les bactéries Gram positif et les champignons que sur les bactéries Gram négatif (figure 1).

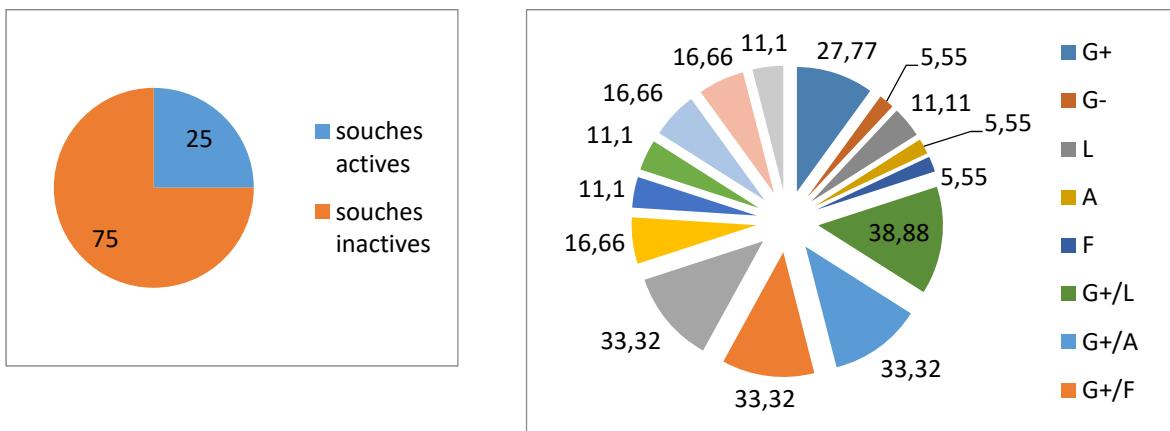


Figure 1 : Inhibition de la croissance microbienne (%)

III.1.3. Evaluation de la capacité antioxydante des extraits préparés à partir des souches d'Actinomycètes

Le pouvoir antioxydant des extraits testés a été estimé par la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH (1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl) (Kivrak et al., 2009), en comparaison avec un antioxydant naturel (acide ascorbique). L'inhibition du radical libre de DPPH en pourcentage (I%) est calculée de la manière suivante (Yoo et al., 2008): Inhibition (%) = $\frac{[(\text{Abs contrôle} - \text{Abs test}) / \text{Abs contrôle}] \times 100}{}$. Où Abs désigne l'absorbance à la longueur d'onde de 517 nm. Parmi les extraits testés, seuls, ceux des isolats MV9 et MV17 ont présenté une activité antioxydante. L'extrait MV9 a montré un pourcentage d'inhibition du DPPH de 37,54% et l'extrait MV17 de 38,74% à la concentration de 10 mg/ml avec des valeurs respectives d'IC₅₀ de 12,8 mg/ml et de 12,4 mg/ml. A la même concentration, l'acide ascorbique a montré une inhibition de 97,46% avec une valeur d'IC₅₀ de 5,2 mg/ml (tableau 1 et figure 2). Ainsi, l'activité antioxydante de l'acide ascorbique a été 2,4 fois supérieure à celle des 2 souches. Cependant, ces extraits bruts pourraient être utilisés comme source d'antioxydant performant contre les radicaux libres mais une étude plus poussée comprenant la purification et l'isolement des produits actifs parmi les métabolites totaux s'avère nécessaire.

Tableau 1 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par les extraits issus des isolats MV9, MV17 et l'acide ascorbique

Isolats/Extraits	Pourcentage d'inhibition (%)
MV9	37,54 ± 0,42
MV17	38,74 ± 0,40
*Acide ascorbique	97,46 ± 0,24

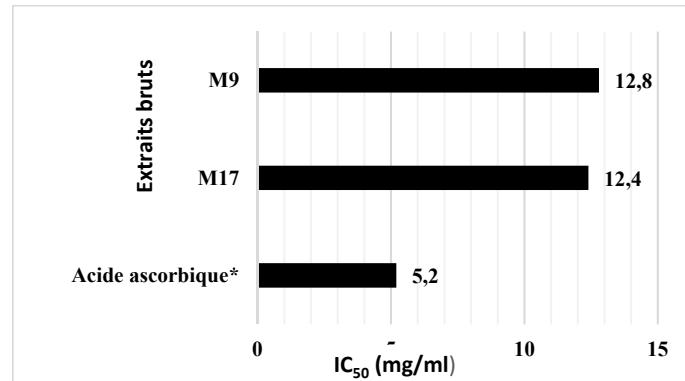


Figure 2 : Valeurs d'IC₅₀ des extraits préparés à partir des isolats MV9, MV17 et l'acide ascorbique

III.1.4. Evaluation des propriétés anticancéreuse et antimalaria des extraits préparés à partir des souches actinomycétales

L'effet cytotoxique *in vitro* des extraits a été évalué au VPISU/USA sur deux lignées cellulaires humaines: A-2780 correspondant au carcinome de l'ovaire et HT-20 correspondant à l'adénocarcinome du colon selon la technique décrite par Cao et al. (2007). Le taxol a été utilisé comme témoin positif. La cytotoxicité est exprimée en IC₅₀ ou concentration du produit qui inhibe 50% de la croissance cellulaire. Quant à l'activité antimalaria de chaque extrait, elle a été évaluée sur la souche de *Plasmodium falciparum* Dd2 chloroquine-résistante disponible au VPISU/USA, selon la méthode décrite par Harinantenaina et al. (2013). Les résultats sont donnés en pourcentage d'inhibition de croissance du parasite comparativement aux puits témoins sans extrait. L'IC₅₀ qui correspond à la concentration inhibant de 50% la croissance de la souche Dd2 a ainsi été déduite.

Seuls, les extraits provenant des isolats MV2 et MV20 (issus des éponges marines de la côte Sud-Est de Madagascar) ont montré une forte activité cytotoxique sur la lignée cellulaire de l'ovaire A-2780 avec des valeurs respectives d'IC₅₀ de 5 µg/ml et de 1,4 µg/ml (tableau 2). Les deux extraits sont actifs

mais moins efficaces que le produit de référence (taxol; IC50 = 1,27 µg/ml). Néanmoins, la souche MV20 pourrait être considérée comme agent antiprolifératif compétitif car la valeur d'IC50 de son extrait brut est respectivement 1,5 fois et 2,5 fois supérieure à celle de 2 espèces de *Streptomyces* sp. isolées de sol forestier malagasy dont les valeurs respectives d'IC50 sont de 2 µg/ml et de 3,5 µg/ml (Harinantenaina et al., 2015). Aucune souche n'a été active sur la lignée cellulaire du colon HT-20.

Tableau 2 : Valeurs d'IC50 des extraits préparés à partir des isolats MV2 et MV20 et du taxol pour le test anticancéreux

Isolats/Extraits	IC50(µg/ml)	
	A-2780	HT-20
MV2	5 ± 0,5	>50
MV20	1,4 ± 0,07	>50
Taxol	1,27 ± 0,04	0,0082 ± 0,003

L'extrait obtenu à partir de la souche MV20 a également présenté une activité antimalaria contre *Plasmodium falciparum* résistante à la chloroquine avec une valeur d'IC50 de 2,5 µg/ml. Toutefois, cette valeur reste toujours supérieure à celle de l'artémisinine (IC50 est de 0,7 µg/ml) mais comparable à celle de la souche de *Streptomyces* sp. XM 614 isolée de l'éponge marine de *Xenospongia muta* des fonds marins du récif Conch, Largo, Floride avec des valeurs d'IC50 comprises entre 2,5 et 5 µg/ml (Harinantenaina et al., 2015).

III. Diversité des souches d'Actinomycètes associées aux éponges marines

Les souches d'Actinomycètes isolées ont fait l'objet d'une identification moléculaire par séquençage de l'ADNr 16S. L'ADN de chaque souche a été extrait en utilisant le Kit *UltraClean Microbial DNA isolation Kit* (Mo Bio). Les extraits d'ADN ont été amplifiés avec le couple d'amorces 27F/1492R (Lane, 1991) et ont été séquencés avec l'amorces 27F dans un modèle de séquenceur «*ABI 3130 XL Genetic Analyzer Applied Biosystems*, (Foster City, CA) ». Les séquences ainsi obtenues ont été comparées avec d'autres séquences procaryotiques disponibles dans la base de données Gen Bank du NCBI (National Centre for Biotechnology Information) à l'aide du programme BLAST N (Basic Local Alignment Search Tool-Nucleotide). Les séquences de l'ARNr 16S ont été alignées en utilisant le programme SILVA Incremental Aligner (Pruesse, 2012) et l'arbre phylogénétique a été ensuite construit avec le programme PHYLIP 3.69 (Felsenstein, 2005) selon la méthode « Neighbor-joining » (Saitou et Nei, 1987). Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence une grande diversité des souches d'Actinomycètes associées aux éponges marines malgaches. Les isolats présentaient différentes séquences comparables à celles des souches types d'actinomycétales. Ils occupaient des positions phylogénétiques séparées dans 20 genres dominés par *Streptomyces*, *Micrococcus* et *Kocuria* (tableau 3). Ces résultats confirment la prédominance du genre *Streptomyces* (sol, marine) au sein des souches d'Actinomycètes isolées par rapport aux autres genres.

Tableau 3 : Diversité des souches d'actinomycètes associées aux éponges marines malgaches

Genre	Nombre de souches	Genre	Nombre de souches
<i>Streptomyces</i>	34	<i>Arthrobacter</i>	1
<i>Micrococcus</i>	31	<i>Dietzia</i>	1
<i>Kocuria</i>	19	<i>Gordonia</i>	1
<i>Microbacterium</i>	11	<i>Luteipulveratus</i>	1
<i>Janibacter</i>	10	<i>Microbiospora</i>	1
<i>Micromonospora</i>	7	<i>Nocardioides</i>	1
<i>Mycobacterium</i>	5	<i>Nocardiopsis</i>	1
<i>Corynebacterium</i>	3	<i>Phycicoccus</i>	1
<i>Rhodococcus</i>	3	<i>Serinicoccus</i>	1
<i>Dermacoccus</i>	3	<i>Promicromonospora</i>	1

IV. Conclusion

Pour conclure, les travaux de recherche consacrés aux microorganismes marins contribuent à enrichir les connaissances sur les potentialités de substances naturelles issues des Actinomycètes et sur la diversité des microorganismes associées aux éponges marines de Madagascar. Ces résultats permettront de formuler des stratégies à la gestion rationnelle des ressources marines de l'île. Ainsi, une banque de souches issues des microorganismes marins de Madagascar a été constituée. Elle constituera, dans un futur proche, une collection scientifique de référence nationale pour compléter les connaissances sur le patrimoine naturel de Madagascar.

V. Références bibliographiques

- Acar J.F.** and Goldstein F.W. (1996). Disk Susceptibility Test. In: V. Lorian. "Antibiotics in Laboratory Medicine". Baltimore: William and Wilkins Co. 4th Edt: 1-51.
- Cao S.**, Brodie P.J., Miller J.S., Randrianaivo R., Ratovoson F., Birkinshaw C., Andriantsiferana R., Rasamison V.E. and Kingston D.G. I. (2007). Antiproliferative Xanthones of *Terminalia calcicola* from the Madagascar Rain Forest. *Journal of Natural Products.*, 70: 679- 681.
- Felsenstein J.** (2005). PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.6. Distributed by the author. Department of Genome Sciences, University of Washington, Seattle.
- Harinantenaina L.**, Brodie P.J., Maharavo J., Bakary G., TenDyke K., Shen, Y. and Kingston D.G.I. (2013). Antiproliferative homoscalarane sesterterpenes from two Madagascan sponges. *Bioorg. Med. Chem.*, 21(11): 2912-2917.
- Harinantenaina L.**, Rasolomampianina R., Park H.Y., Li J., Slebodnik C., Brodie P.J., Blasiak L.C., Hill R., TenDyke K., Shen Y., Cassera M.B., Rejo F. and Kingston D.G.I. (2015). Antiproliferative and antiplasmodial compounds from selected *Streptomyces* species. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters.*, 25: 5646-5649.
- Kıvrak I.**, Duru M.E., Öztürk M., Mercan N., Harmandar M. and Topçu G. (2009). Antioxidant, anticholinesterase and antimicrobial constituents from the essential oil and ethanol extract of *Salvia potentillifolia*. *Food Chemistry.*, 116: 470-479.
- Lane D.J.**, Weisburg W.G., Barns S.M. and Pelletier D.A. (1991). 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. *J. Bacteriol.*, 173(2): 697-703.
- Loqman S.**, Barka E. A., Clément C. and Ouhdouch Y. (2009). Antagonistic actinomycetes from Moroccan soil to control the grapevine gray mold. *World Journal of Microbiology and Biotechnology.*, 28: 81-91.
- Merour J.Y.** (2004). La mer, source de molécules bioactives. Institut de chimie organique et analytique, UMR CNRS 6005, Université d'Orléans. 3p.
- Newmann D.J.** and Cragg G.M. (2004). Marine natural products and related compounds in clinical and advanced preclinical trials. *J. Nat. Prod.*, 67: 1216-1238.
- Pruesse E.**, Peplies J. and Glöckner F.O. (2012). SINA: accurate high-throughput multiple sequence alignment of ribosomal RNA genes. *Bioinformatics.*, 28(14): 1823-1829.
- Saitou N.** and Nei M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.*, 4: 406-425.

2. Diversité des poissons marins de Madagascar : état des connaissances et perspectives de recherches

Dominique PONTON¹, Jamal Mahafina², Henitsoa Jaonalison², Ronald Fricke³ et Jean-Dominique Durand⁴

¹ :UMR ENTROPIE, IRD-Université de La Réunion-CNRS, Laboratoire d'Excellence CORAIL, c/o Hydrô Réunion Station Marine, Port ouest, Magasin 10, 97420 Le Port, La Réunion, France. dominique.ponton@ird.fr

² : Institut Halieutique et des Sciences Marines, Jeune Équipe Associée à l'IRD ACOM, Université de Toliara, Route du Port Mahavatse II, Toliara 601, Madagascar.

³: ImRamstal 76, 97922 Lauda-Königshofen, Allemagne.

⁴: UMR MARBEC, IRD-CNRS-IFREMER-UM, Department of Ecology and Evolutionary Biology University of Science, VNUHCM, 227 Nguyen Van Cu Str., Dist. 5, Ho Chi Minh City, Vietnam.

1. Contexte de ce travail

Si Madagascar est connu pour son exceptionnelle biodiversité terrestre et son taux d'endémisme, la biodiversité aquatique ne reçoit une attention soutenue, basée sur des outils modernes, que depuis peu. La connaissance des poissons marins de Madagascar était jusqu'à présent basée sur des travaux anciens (Angot, 1950 ; Fourmanoir, 1957 ; Fourmanoir, 1961 ; Maugé, 1967), ou bien des travaux ponctuels basés sur des observations sous-marines (McKenna & Allen, 2005). Pourtant, ces données se retrouvent utilisées dans des études à large échelle (i.e. Mouillot et al., 2013). Afin d'améliorer les connaissances sur les poissons de Madagascar, la liste des espèces de ce pays a récemment été réévaluée sur la base des informations disponibles dans plus de 780 articles de la littérature taxonomique et les collections de 27 Muséums (Fricke et al. sous presse).

2. Les poissons marins Actinoptérygiens de Madagascar

La connaissance sur les poissons marins de Madagascar a débuté en 1792 par la description d'*Istiophorus platypterus* (voilier de l'Indo-Pacifique), décrit alors comme *Scombergladius*. En 1866, Guichenot a publié un catalogue des espèces de poissons connues pour Madagascar qui regroupait une centaine d'espèces marines. Dans les années 1950, de nombreux travaux ont été effectués, dont ceux de Angot (1950) et Fourmanoir (1957) aboutissant à une liste d'environ 500 espèces. À la fin des années

1960, ce nombre était porté à environ 800, grâce en particulier au travail de Maugé (1967). La liste établie en 2017 par Fricke et al. (sous presse) comporte 137 nouveaux signalements de poissons marins pour Madagascar portant le nombre à 1 540 espèces de poissons marins actinoptégiens, dont 30 endémiques (Tableau 1).

Tableau 1. Espèces de poissons marins endémiques de Madagascar, d'après Fricke et al. (sous presse).

Ordre	Famille	Espèce
ANGUILLIFORMES	MURAENESOCIDAE	<i>Gavialicepsbertelseni</i> Karmovskaya 1993
	CONGRIDAE	<i>Ariosomabauchotae</i> Karrer 1983
		<i>Gnathophisleptosomatus</i> Karrer 1983
		<i>Parabathymyruskarrerae</i> Karmovskaya 1991
SILURIFORMES	PLOTOSIDAE	<i>Plotosusfisadoha</i> Ng & Sparks 2002
OPHIDIIFORMES	CARAPIDAE	<i>Carapus</i> sp.
	OPHIDIIDAE	<i>Neobythitescrosnieri</i> Nielsen 1995
LOPHIIFORMES	CHAUNACIDAE	<i>Chaunaxflammeus</i> Danois 1979
	CHAUNACIDAE	<i>Chaunaxhollemani</i> Ho & Ma 2016
ATHERINIFORMES	ATHERINIDAE	<i>Teramuluskieneri</i> Smith 1965
STEPHANOBERYCIFORMES		MELAMPHAIDAE <i>Melamphaesshcherbachevi</i> Kotlyar 2015
BERYCIIFORMES	TRACHICHYIDAE	<i>Hoplostethusrifti</i> Kotlyar 1986
PERCIFORMES	SERRANIDAE	<i>Plectranthiasmaugei</i> Randall 1980
	PSEUDOCHROMIDAE	<i>Halimuraenoidesisisostigma</i> Maugé&Bardach 1985
		<i>Pseudochromismadagascariensis</i> Gill 2004
	PLESIOPIDAE	<i>Plesiopsmalalaxus</i> Mooi 1995
	APOGONIDAE	<i>Foamadagascariensis</i> Petit 1931
	LEIOGNATHIDAE	<i>Photoplagiosantongil</i> Sparks 2006
	PEMPHERIDAE	<i>Pempherisandilana</i> Randall & Victor 2015
		<i>Pempherishollemani</i> Randall & Victor 2015
		<i>Pempherisrubricauda</i> Randall & Victor 2015
	CEPOLIDAE	<i>Owstoniasimilis</i> Smith-Vaniz& Johnson 2016
	POMACENTRIDAE	<i>Pomacentrusatrixillaris</i> Allen 2002
		<i>Pomacentruscaeruleopunctatus</i> Allen 2002
	PINGUIPEDIDAE	<i>Parapercismaramara</i> Sparks & Baldwin 2012
	URANOSCOPIDAE	<i>Xenocephalus</i> sp.
	CALLIONYMIDAE	<i>Draculomaugei</i> Smith 1966
	GOBIIDAE	<i>Acentrogobiusdecaryi</i> (Pellegrin 1932)
PLEURONECTIFORMES	SAMARIDAE	<i>Samariscusdesoutterae</i> Quéro, Hensley & Maugé 1989
	SOLEIDAE	<i>Bathysolealagarderae</i> Quéro&Desouter 1990

Les 1 540 espèces recensées appartiennent à 191 familles et 29 ordres. Les Perciformes regroupent 57,3% des espèces, l'ordre suivant en termes de nombre d'espèces étant celui des Anguilliformes (6,7% des espèces). La famille qui comporte le plus d'espèces est celle des Gobiidae, suivie par celle des Labridae, Serranidae, etc. (Figure 1).

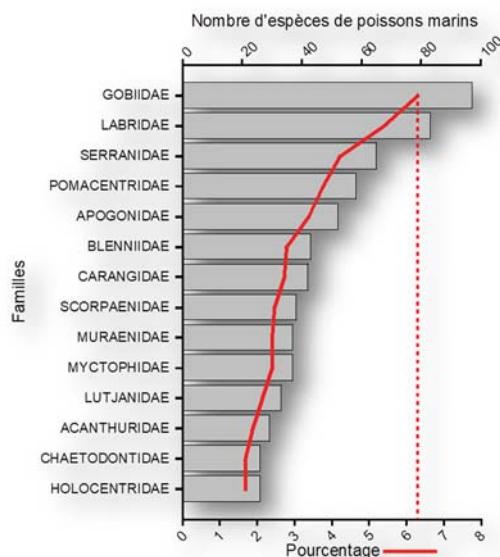


Figure 1. Nombre d'espèces de poissons marins pour les 14 familles présentant le plus d'espèces. La ligne rouge indique les pourcentages correspondants.

3. Qu'apportent les données moléculaires présentes dans les bases internationales telles BOLD et GenBank ?

Les études de phylogéographie et de barcoding ont montré que le nombre d'espèces de poissons est souvent largement sous-évalué lorsque seules des informations relatives à la morphologie sont examinées. C'est, notamment, le cas de l'étude de Zelma et al. (2009) qui a démontré que plusieurs espèces de poissons connues pour être présentes en Afrique du Sud et en Australie correspondent en fait à des espèces distinctes pour chacun des pays. Afin d'évaluer les données génétiques disponibles pour les poissons osseux des milieux marins et saumâtres capturés à Madagascar, les bases BOLD¹ et GenBank² ont été consultées.

Il apparaît que, si la connaissance des poissons de Madagascar a fortement augmenté depuis le milieu du 20ème siècle, les espèces pour lesquelles des données de génétique sont disponibles dans BOLD ou GenBank demeurent encore peu nombreuses. En effet, dans Genbank il existe des séquences du Cytochrome b pour seulement 89 espèces capturées à Madagascar, de l'ARN ribosomique 16S pour 108, et du gène de la Cytochrome Oxydase I (COI) pour 294 espèces. Dans BOLD, des séquences COI existent pour 409 espèces capturées à Madagascar. C'est sur ces espèces que notre analyse s'est focalisée car cette base associe à chaque séquence COI un code unique appelé barcode index number (ou BIN) qui correspond à une unité taxonomique opérationnelle, c'est-à-dire en simplifiant, une espèce. Dans cette base diverses informations sont aussi associées à chaque séquence : lieu de capture, photo, etc.

Sur les 399 BIN associés à des noms d'espèces dans BOLD, 365 correspondent à des espèces présentes dans la liste établie par Fricke et al (sous presse) mais 34 sont absentes. Parmi les 34 espèces absentes de la liste, plusieurs sont des espèces clairement nouvelles pour Madagascar telles que le Pomacanthidae *Apolemichthyskingi* Heemstra 1984 et le Scianidae *Argyrosomusjaponicus* (Temminck & Schlegel 1843). Pour certaines, il est difficile de se prononcer à la vue des images associées, par ex. l'Engraulididae *Encrasicholina punctifer* Fowler 1938 et le Serranidae *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834). Pour 23 espèces, un important travail de vérifications va être nécessaire car les noms associés correspondent à des identifications au genre ou même à la famille.

L'examen des séquences COI et BIN associés a révélé de nombreuses surprises, comme le fait que les individus identifiés comme *Kaupichthysdiadontus* Schultz, 1943 capturés à Madagascar correspondent à une espèce distincte (Figure 2).

¹<http://www.boldsystems.org/>

²<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>

Kaupichthys diodontus Schultz, 1943

Actinopterygii (ray-finned fishes) > Anguilliformes (Eels and morays) > Chlopsidae (False morays)

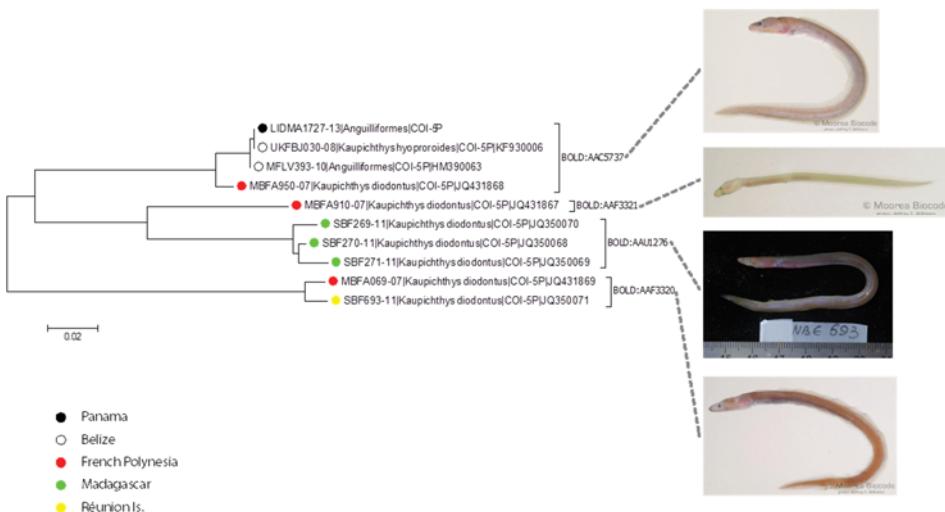


Figure 2. Regroupement par BIN des séquences COI accessibles sous BOLD pour *Kaupichthys diodontus* Schultz, 1943.

Le BIN BOLD:AAU1276 correspond à des individus capturés à Madagascar (points verts). Il se distingue des autres BIN d'individus identifiés sous le même nom à Panama, Belize, La Réunion et en Polynésie française.

Par ailleurs les individus capturés à Madagascar identifiés comme *Dinematicthys iluocoetoeides* Bleeker, 1855 correspondent en fait à deux espèces, alors que ceux identifiés comme *Halichoeres shortulanus* (Lacépède, 1801) correspondent à trois espèces.

4. Perspectives de recherches par et pour Madagascar

Comme approximativement un quart seulement des 1 540 espèces de poissons marins de Madagascar ont été barcodées, il est très probable que les approches moléculaires permettront de faire fortement progresser les connaissances dans les années qui viennent. Cette augmentation de la connaissance des poissons marins de Madagascar sera d'autant plus rapide que les efforts seront coordonnés par des équipes malgaches à l'échelle du pays et que des étudiants seront formés aussi bien aux techniques classiques que modernes utilisées en ichtyologie. En effet, les données libres d'accès de la base de données BOLD indiquent que les séquences COI ont toutes été obtenues par des équipes étrangères et qu'en conséquence beaucoup d'échantillons se retrouvent actuellement hors du pays. Aussi l'examen des données disponibles dans la base GBIF (global biodiversity information facility) démontre que si plus de 10 000 enregistrements correspondant à des poissons marins capturés à Madagascar sont présents, plus d'un quart d'entre eux ne sont pas associés à des noms d'espèces (les identifications ayant stoppé au niveau du genre, plus souvent de la famille) et que lorsqu'elles le sont beaucoup des noms scientifiques contiennent des erreurs (erreurs, noms non valides, etc.).

Afin de systématiser l'emploi d'outils moléculaires, nous suggérons : 1) que de réelles collaborations soient établies avec des équipes étrangères dans le respect du protocole de Nagoya, 2) que des étudiants soient formés à ces outils du 21^{ème} siècle, 3) que les travaux soient coordonnés à l'échelle du pays. Par ailleurs afin d'améliorer la qualité des identifications effectuées par les chercheurs, étudiants, membres d'ONG, prestataires privés, etc. nous proposons : 1) que les identifications indiquées dans les rapports et documents produits soient validées par des experts afin de s'assurer de la qualité des données qui seront incluses dans GBIF, 2) de proscrire l'utilisation des noms vernaculaires tant qu'un réel travail de recherche n'aura pas été effectué sur la correspondance entre ces noms et les noms scientifiques et ceci pour les différentes régions du pays, 3) de sensibiliser et former les étudiants à l'importance d'obtenir de bonnes identifications, 4) de développer des outils d'aide tels que guides d'identification des poissons, collections numériques accessibles par tous, etc.

Il est difficile de décider dès à présent si l'amélioration des connaissances sur les poissons marins de Madagascar doit se fonder sur un gros programme ambitieux en quelques sites ou plusieurs projets de plus petite taille coordonnés sur de nombreux sites. Il est par contre important de souligner que ces projets doivent être réalisés avec des personnes compétentes qui devront former des étudiants, et ceci dans le cadre de « partenariats équitables, construits sur des objectifs et des moyens partagés »³.

³ Termes tirés du contrat d'objectifs de l'IRD, priorité 1.2, ce qui ne veut pas dire que l'IRD doit avoir une place centrale, ce sont les termes qui nous semblent pertinents, quels que soient les organismes impliqués.

Une telle démarche permettra aux équipes malgaches de devenir rapidement des leaders dans le domaine de la connaissance des poissons du sud-ouest de l'Océan Indien, et ceci en partenariat avec des chercheurs du monde entier.

Références citées

- Angot, M. (1950). Poissons littoraux de Soalala - Carte des fonds, systématique, observations biologiques, possibilités de pêche européenne. Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar, IV(1), 175–196.
- Fourmanoir, P. (1957). Poissons téléostéens des eaux malgaches du canal de Mozambique. Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar, Série F (Tome 1), 1–316.
- Fourmanoir, P. (1961). Liste complémentaire des poissons du canal de Mozambique. Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar, Série F (Tome IV), 83–107.
- Fricke, R., Mahafina, J., Behivoke, F., Jaonalison, H., Léopold, M., & Ponton, D. (sous presse). Annotated checklist of the fishes of Madagascar, southwestern Indian Ocean, with 157 new records. FishTaxa, sous presse.
- Maugé, L. A. (1967). Contribution préliminaire à l'inventaire ichthyologique de la région de Tuléar. Annales de La Faculté Des Sciences, Université de Madagascar, 5, 215–246.
- McKenna, S. A., & Allen, G. R. (2005). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Coral Reefs of Northwest Madagascar. Bulletin of the Rapid Assessment Program No. 31, p. 128. Washington DC: Conservation International.
- Mouillot, D., De Bortoli, J., Leprieur, F., Parravicini, V., Kulbicki, M., & Bellwood, D. R. (2013). The challenge of delineating biogeographical regions: nestedness matters for Indo-Pacific coral reef fishes. Journal of Biogeography, 40, 2228–2237.
- Zemlak, T. S., Ward, R. D., Connell, A. D., Holmes, B. H., & Hebert, P. D. N. (2009). DNA barcoding reveals overlooked marine fishes. Molecular Ecology Resources, 9, 237–242.

3. Amélioration de la connaissance en biodiversité de poissons des herbiers marins à travers la pêche traditionnelle (Cas du Sud-ouest de Madagascar)

Henitsoa JAONALISON^{1,2,4}, Jamal Mahafina¹, Dominique Ponton⁴, Marc Leopold³, Jean-Dominique Durand⁵

¹ IH.SM, BP 141 Route du port-Mahavatse II, Toliara 601, Madagascar

² Jeunes équipes de Recherches IH.SM-IRD, c/o IH.SM, BP 141 Route du port-Mahavatse II, Toliara 601, Madagascar

³ IRD Madagascar, UMR Entropie, c/o IH.SM, BP 141 Route du port-Mahavatse II, Toliara 601, Madagascar

⁴ IRD La Réunion, UMR Entropie, c/o HYDRO Réunion, Port ouest, Magasin 10, 97420 Le Port, La Réunion-France

⁵ IRD, UMR MARBEC, Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Science, VNUHCM, 227 Nguyen Van Cu Str., Dist. 5, Ho Chi Minh City, Vietnam

1. Contexte

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une thèse en-cotutelle entre l'Université de Toliara et l'Université de La Réunion. Il vise à améliorer les connaissances sur la diversité et l'écologie des jeunes poissons de la zone côtière de Madagascar, qui restent limitées en raison du manque d'outils d'identification à l'espèce des juvéniles de poissons (Jaonalison et al., 2016). Ainsi, les diverses études antérieures sur la pêche traditionnelle ne faisaient que mentionner la présence de ces jeunes poissons dans les captures des pêcheurs sans mener d'investigations plus approfondies. Face à ce constat, la présente étude a adopté une approche qui combine à la fois les caractères génétiques (barcodes ADN) et morpho-anatomiques issus de photos à haute résolution pour identifier les juvéniles à l'espèce. Les nouvelles connaissances ainsi acquises dans un contexte de surpêche et d'érosion de la biodiversité, seront cruciales pour la mise en œuvre de bonnes pratiques de gestion de l'environnement marin.

2. Objectif de l'étude

Ce travail a pour but de mieux caractériser la diversité des jeunes poissons capturés par la pêche traditionnelle dans le sud-ouest de Madagascar, ainsi que d'améliorer nos connaissances sur l'écologie des jeunes stades de vie des poissons marins.

3. Choix du site

Le choix du site d'étude s'est basé sur la présence de pêcheurs utilisant la senne de fond, engin de pêche ciblant les juvéniles de poissons (fig.1). Il était initialement prévu que le suivi de la pêche aux juvéniles s'effectue dans deux villages auprès de pêcheurs qui déplacent systématiquement la senne de

fond à savoir: Ankiembe-haut qui borde Toliara et Ankilibé qui se situe à 15km au sud de Toliara. Une campagne exploratoire a été menée en octobre 2016 pour tester la faisabilité de l'approche de suivi de la pêche aux juvéniles dans les deux villages. A l'issue de cette campagne, une nouvelle approche a été adoptée en diminuant non seulement l'effort (en termes de nombre de coups de pêche échantillonés) mais également le nombre de sites (villages). Le village d'Ankilibé a été donc retenu comme site d'étude en raison de la forte biomasse de juvéniles débarquées et de la présence de pêcheurs d'autres villages se rendent sur Ankilibé pour pratiquer la pêche aux juvéniles.



Figure 1: Manœuvre de la senne de fond

4. Plan d'échantillonnage et processus d'identification des spécimens

Les captures de deux pêcheurs traditionnels utilisant la senne de fond appelée localement « Draotsy » ou « Draoto » ont été échantillonnées du mois de novembre 2016 au mois d'avril 2017. Le suivi s'est fait pendant la période de vives eaux durant trois jours alternés d'un jour de travail au laboratoire de l'IH.SM. Cette période est à la fois plus propice à la pêche (Laroche et Ramananarivo, 1994) et aussi plus pratique pour le déploiement de la senne de fond qui nécessite une hauteur d'eau inférieure à 1,3m et qui s'effectue pendant la marée basse de vives eaux dans les herbiers récifaux et sur la pente interne du récif barrière. La senne de fond a été choisie parmi les différents engins de pêche existants dans la zone du fait qu'elle ne capture a priori que des poissons juvéniles. Les deux pirogues des pêcheurs ont été équipées d'un mini-traceur GPS dont les données de géolocalisation ont permis de localiser les zones de pêche et la trajectoire de chaque trait de senne. Deux assistants ont toujours été à bord des deux pirogues pour noter l'heure de chaque pose et de chaque relève de la senne, les actions de pêche, et pour choisir au hasard la prise du seul coup de pêche destiné à être analysé. Quel que soit le nombre de coups ou traits de pêche effectué par les pêcheurs, seulement un seul coup de pêche a en effet été aléatoirement sélectionné. Les prises échantillonnées ont été mises dans une « soubique » (petit panier en fibres), puis dans une glacière avec de la glace pour éviter la dégradation des captures. Les glacières ont été ensuite transportées au laboratoire de l'IH.SM où les individus ont été triés par morphotypes, c'est-à-dire en groupes de spécimens indissociables du point de vue morpho-anatomique. Tous les individus de chaque morphotypes ont été étalés sur un plateau blanc de 90cm x 60cm pour être photographiés. Un appareil photo fixé sur un trépied en bois à 1m au-dessus du plateau a permis de couvrir toute la surface du plateau. Un individu par morphotypes photographié a ensuite été sélectionné au hasard et mis dans un sac codé, puis placé dans une glacière. La mesure de la taille de chaque individu par morphotypes, ainsi que le nombre d'individu par morphotypes, ont été obtenus à travers l'analyse des photos via le logiciel « ImageJ ».

L'individu sélectionné par morphotypes a été photographié via un appareil photo Nikon D90 relié directement avec un PC permettant de gérer la base d'images obtenues à travers le logiciel « Lightroom ». Il s'agit d'un logiciel utile pour la gestion des images et de toutes les informations associées à chaque image.

Un morceau de nageoire de chaque individu par morphospecies a été prélevé pour être par la suite utilisé comme source d'ADN. L'extraction de l'ADN et le séquençage d'un fragment de 650 pb du cytochrome oxydase I, un gène mitochondrial, ont été réalisés par la plateforme de séquençage CEMEB de l'Université de Montpellier. Après une série de vérification des séquences, ces dernières ont été déposées dans la base de données BOLD (Barcodes Of Life Datasystems) où un BIN (Barcode Index Number) unique leur a été assigné pour chaque barcode ADN. Cette assignation est effectuée à partir de la similarité entre la séquence de chaque individu et les séquences présentes dans la base de BOLD, qu'elles soient publiquement accessible ou pas.

5. Analyses des fonds benthiques

La réalisation de l'étude de l'habitat benthique dans les zones des herbiers était fortement dépendante de la visibilité et la profondeur de l'eau. Le suivi de l'habitat a donc été réalisé en début de marée basse de mortes eaux, moment où la turbidité et la profondeur de l'eau sont considérées comme optimales pour appliquer l'approche par « photo-quadrat » dans la zone. Malheureusement, ces deux conditions ont rarement été réunies dans les zones des herbiers sur Ankilibé. Ainsi, dans la plupart des cas, la

profondeur de l'eau étant telle que l'appareil photo n'a pu couvrir toute la surface d'un quadrat de 1m². Par conséquent, un photo-quadrat de dimension 50cm x 50cm a été finalement utilisé sur un transect de 20m, chaque photo-quadrat étant espacé de 1m, un total de quatre transects étant effectué par site. Au total, 27 sites ont été étudiés. Sur chaque transect, 20 photo-quadrat sont été prises, ce qui a donné un total de 2160 photo-quadrats pour tous les sites. Chaque photo-quadrat a été individuellement analysée en utilisant le logiciel CPCece qui a permis d'obtenir la proportion de chaque type d'habitat sur chaque photo (Kohler and Gill, 2006).

L'importation des traces prises par les mini-traceurs GPS sur Google Earth associées avec les informations collectées par les assistants à borda permis d'afficher la longueur de la trajectoire et l'orientation de chaque trait de senne. Cette longueur de la trajectoire couplée avec le diamètre de la courbure formé par la senne pendant la manœuvre nous a permis d'estimer la surface balayée par chaque trait qui pourrait avoir un effet sur la structure des jeunes poissons.

6. Résultats préliminaires

Au bout de six mois d'échantillonnage, un total 36 échantillons ont été collectés, et 933 fragments de nageoires correspondant à 933 images à haute résolution ont été obtenus. Sur ces 933 fragments de nageoires prélevés, seules 380 séquences ont été jusqu'à présent obtenues, et mises dans BOLD pour être analysées. L'analyse à l'aide de BOLD étant toujours en cours, les identifications des espèces dans toutes les analyses présentées ci-après sont uniquement basées sur les morphotypes. Enfin, les données sur la structure en tailles des captures de juvéniles de poissons ne sont pas encore finalisées.

➤ Description des captures de la senne

Jusqu'à 275 morphotypes appartenant 48 familles ont été observées lors des six campagnes d'échantillonnages. En termes d'abondances, les captures de la senne sont dominées par les Labridae (*Stethojulisstrivinger*) et les Siganidae (*Siganussutor*). En termes de diversité, la famille des Syngnathidae est la plus diversifiée.

L'analyse de l'évolution temporelle des captures des pêcheurs traditionnels utilisant la senne montre que le pic en termes d'abondances est observé en janvier correspondant à la campagne d'échantillonnage 3 (le mois le plus chaud de l'année). Durant ce mois, en moyenne 2000 individus sont capturés par hectare (fig.2). Le nombre de taxons descend jusqu'à 30 taxons par hectare en janvier (fig.3). Une corrélation négative est constatée entre les nombres d'individus (abondances) et les nombres de taxons (diversité).

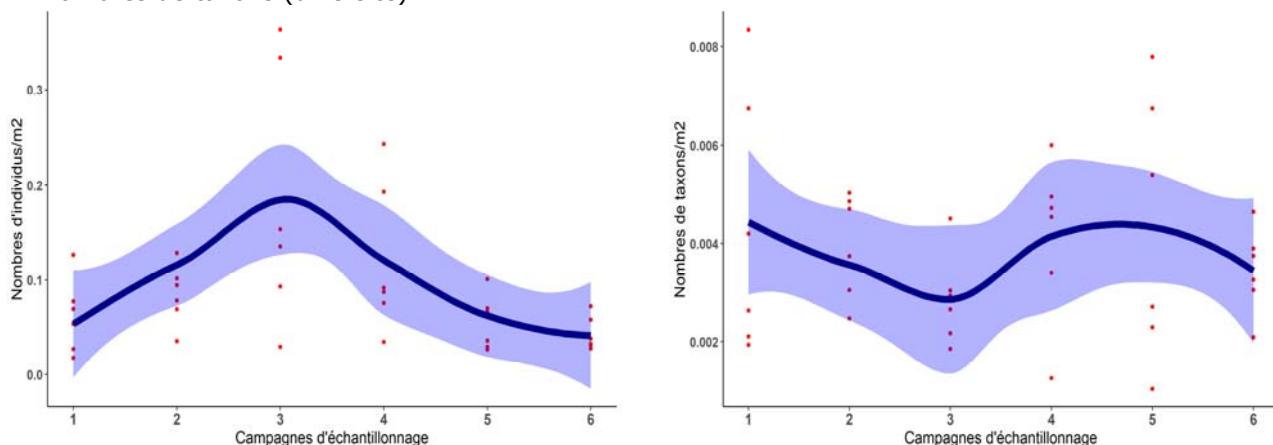


FIGURE 2: EVOLUTION TEMPORELLE DES NOMBRES D'INDIVIDUS PAR M²

FIGURE 3 : EVOLUTION TEMPORELLE DES NOMBRES DE TAXONS PAR M²

➤ Structure de l'habitat dans les zones de pêche d'Ankilibe

Les sennes de fond sont souvent utilisées dans les zones où il y a une forte concentration en phanérogames et en sables ou vases. Mais parfois, elles sont aussi pratiquées dans les zones où il y a une forte proportion en coraux mort associés avec des macroalgues. Ces différences dans les habitats pourraient se retrouver dans les assemblages des juvéniles de poissons capturés. Peu d'individus ont été observés dans les zones présentant un fort pourcentage de sables et vases, ceci pourrait s'expliquer par l'absence d'abris. Dans ces sites, des espèces qui ont une affinité avec le fond de nature sablo-vaseuse comme les Gobiidae y sont abondantes, leurs terriers leur permettant probablement d'échapper à toute forme de préation. La diversité est par contre très importante dans les zones sablo-vaseuses. Ceci pourrait s'expliquer par l'efficacité de la senne qui est plus élevée dans ces zones qui ne présentent aucun obstacle.

➤ **Distribution spatiale de la diversité des jeunes poissons dans les zones de pêche d'Ankilibe**

La zone F, qui regroupe les cinq sites de pêche les plus fréquentés par les pêcheurs, est la plus diversifiée (fig.4). Jusqu'à 170 morphotypes par hectare peuvent-être observées dans cette zone. Cette zone pourrait correspondre à une importante zone de nurserie. Cette hypothèse sera donc à explorer pour adopter une stratégie de conservation des ressources en poissons dans la zone. En effectuant des analyses sur les espèces le plus appréciées par les pêcheurs traditionnels, il a été constaté que la zone A qui est peu diversifiée, et aussi peu fréquentée par les pêcheurs, constitue une zone où de très nombreux Siganidae ont été capturés (près de 80% des Siganidae en termes d'abondance ont été capturée dans cette zone). Ce type d'informations fera partie des éléments clés à prendre à considération pour proposer des mesures de gestion de ces ressources.

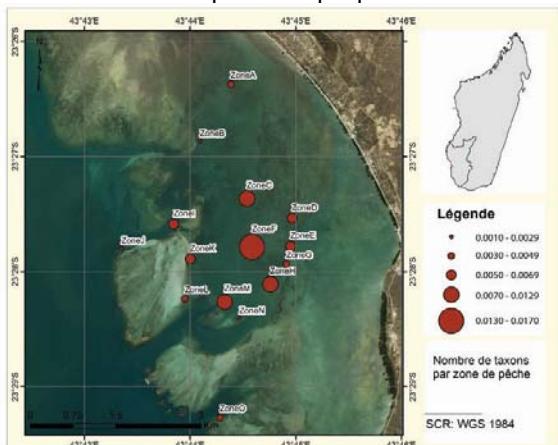


FIGURE 4 : DISTRIBUTION SPATIALE DE LA DIVERSITE

7. Conclusions

Une année de suivi ne semble pas suffisante pour aider les décideurs à prendre des mesures de gestion des ressources en poissons dans la zone. D'ailleurs, le nombre de taxons obtenus en fonction de l'effort d'échantillonnage révèle qu'un plateau n'est toujours pas atteint (fig.5).

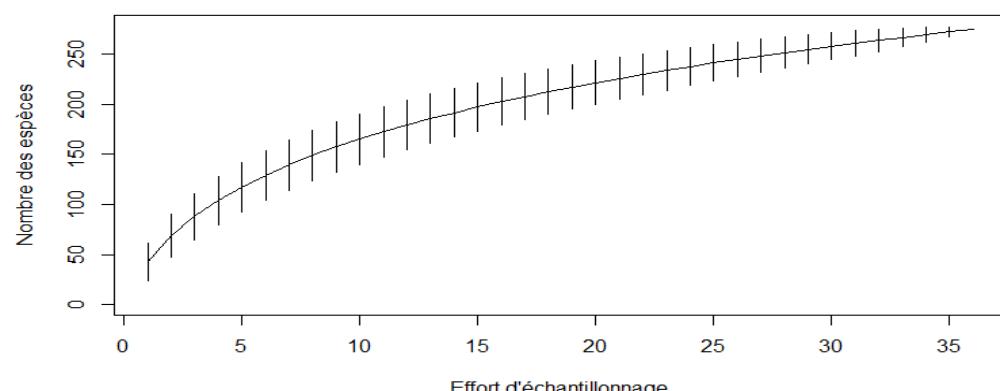


FIGURE 5 : L'APPORT DE L'EFFORT D'ECHANTILLONNAGE EFFECTUE SUR LA DIVERSITE DE POISSON DANS LA ZONE

Ainsi, une seconde saison d'échantillonnage sera menée en 2017-2018 afin de nous aider à proposer des mesures de gestion et de conservation basées sur des résultats scientifiques plus robustes.

8. Références bibliographiques

- Jaonalison, H., Mahafina, J. and Ponton, D., (2016). 'Fish post-larvae assemblages at two contrasted coral reef habitats in southwest Madagascar'. *Regional Studies in Marine Science*, 6: 62-74, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsma.2016.03.002>
- Kohler, K.E. and S.M. Gill, 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences*, Vol. 32, No. 9, pp. 1259-1269, DOI:10.1016/j.cageo.2005.11.009.
- Laroche, J. and Ramananarivo, N., (1995). 'A preliminary survey of the artisanal fishery on coral reefs of the Tulear Region (southwest Madagascar)'. *CoralReefs*, 14: 193-200

4. Etat de l'Environnement Marin et Diversité des Ressources Marines du Sud-est de Madagascar - cas d'Ampatsinakoho-Vangaindrano (23°21'36"S / 47°41'53.6"E),

ALEXANDRE Sidonie¹, MAHARAVO Jean² ; RASOANARIVO Rivoharinala ¹

¹Ecole Doctorale du Génie du Vivant et de la Modélisation/Faculté des Sciences, de Technologie et de l'Environnement. Université de Mahajanga, ²Station de Recherche Océanographiques de Vangaindrano

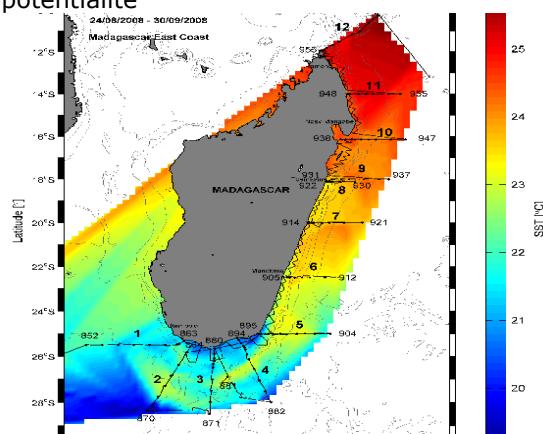
I-INTRODUCTION

Un inventaire rapide de la biodiversité marine et un diagnostic de l'environnement marin ont été réalisés dans le sud-est de Madagascar, à Ampatsinakoho, (23°21'36.0"S, 047°41'53.6"E), du mois de janvier au mois de mars 2017. La région sud et sud-est de Madagascar dispose d'une condition écologique particulière car ce n'est pas un domaine marin tropical mais plutôt subtropical, baigné par des eaux froides (cf. figure 1), dont la température avoisine les 20°C. On peut penser logiquement que si on prévoit une augmentation de température de 1 à 2°C à due au changement climatique, la zone sud et sud-est, plus froide serait moins vulnérable dont la température dépasse déjà les 25°C qui est la température optimum de la biodiversité marine en milieu tropical. De ce fait, elle pourrait constituer une future zone de concentration de la biodiversité marine, donc zone de résilience, face au changement climatique. En outre, il s'agit d'une zone de haute endémicité et de connectivité biologique notamment avec l'Afrique du Sud. Les premiers résultats de l'étude sur les échanges entre les deux pays, montre qu'il existe des échanges de courant marin qui pourrait charrier des larves et des juvéniles à 5m et à 50m de profondeur (Figure 2).

La présence, en Afrique du sud, d'espèces envahissantes comme le crabe vert *Carcinus menas*, prédateur des bivalves, et de parasite des langoustes comme *Ceratium furca* qui provoque leur mortalité massive, constitue des menaces pour les écosystèmes marins du sud-est malgache et des ressources halieutique qui s'y trouvent. Tous ces attributs bioécologiques justifient le choix de la région sud-est, pour faire l'objet de cette étude dont **l'objectif principal** c'est de collecter des données scientifiques utiles pour améliorer la mise en place de stratégie de gestion durables des écosystèmes marins et côtier tenant compte des toutes les spécificités de la grande île mais pas limité uniquement au niveau des zones accessibles comme le cas actuellement.

Pour atteindre cet objectif, nous nous sommes basés sur des **objectifs spécifiques** tels que :

- l'identification des grandes typologies des milieux et des peuplements et l'évaluation de leur niveau de sensibilité, dans le but d'apporter des rectifications sur la définition des zones sensibles à Madagascar actuellement,
- l'évaluation de l'état de l'environnement notamment les pourcentages d'occupation du substrat par les différents composants pour pouvoir apprécier la vitalité des sites étudiés
- l'étude de la diversité des ressources halieutiques exploités dans la région afin de pouvoir démontrer, ultérieurement, leur potentialité



Source : Voldsgund, Aksel 2011

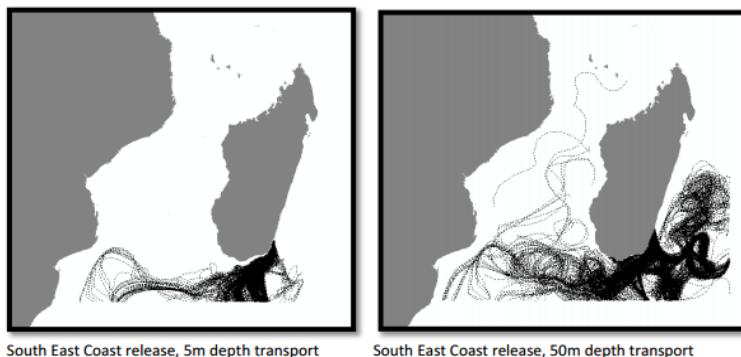


Figure 2: Flux de transport entre la côte Est de l'Afrique du Sud et le Sud-Est de Madagascar
Source : SAAMBR (2013)

II-METHODES D'ETUDE

2.1-Stratégie d'intervention et technique d'échantillonnage

Les investigations sur terrain ont été effectuées en plongée en apnée ou en plongée en scaphandre mais parfois on a fait des explorations à pied pour les affleurements rocheux médiolittoraux

2.1.1-*Etude de typologie*

Il s'agit d'identifier les principaux faciès de milieux, d'estimer leur représentativité quantitative et qualitative, de prendre des notes et de réaliser des prises de vue sous-marines des différentes structures rencontrées, si la visibilité le permet. Des explorations ponctuelles supplémentaires sont effectuées lorsqu'on a des structures particulières intéressantes du point de vue de la typologie ou des peuplements. Ces structures sont le plus souvent des platiers, des tombants et des lagons.

2.1.2-*Recouvrement du substrat*

Les transects d'échantillonnage sont utilisés pour quantifier le taux de recouvrement du substrat par les espèces sessiles (fixées). La méthode des transects permet de déterminer le taux de recouvrement du substrat sous-marin par les différentes formes benthiques. La taille des différents organismes sessiles (fixés) est mesurée le long d'un ruban gradué posé sur le fond. Chaque transition entre une forme benthique et une autre est enregistrée. Les données peuvent être ensuite analysées pour donner les valeurs du taux de recouvrement en pourcentage pour les principales formes benthiques. Le protocole de suivi préconise trois réplicats (transect) au minimum sur chacun des sites (*un replicat =20 mètres*). Les données des trois réplicats auront le même identifiant mais chaque transect est identifié au sein des données par un numéro de réplicat. La première station (Tableau 1) est appelée "station1" et deuxième station "station 2". Ces stations, dont les positions GPS ont été prises vont constituer des stations de suivi de l'évolution des différents sites en terme de recouvrement du substrat.

2.1.3-*Ressources halieutiques marines*

Pour l'étude des poissons, les débarquements des pêcheurs sont observés tous les jours afin d'identifier les espèces cibles de la pêche traditionnelle. Ensuite, certaines espèces les plus représentatives sont étudiées pour dégager la relation taille-poids. Pour chaque individu, la longueur à la fourche est mesurée et le poids est déterminé.

2.2- *Indice de Sensibilité des milieux*

Ce sont des données (ou descripteurs) qui s'attachent à décrire les caractéristiques intrinsèques du milieu (Bigot et al., 1998).

Niveau 1, sensibilité faible : indice attribué à des milieux peu sensibles à diversité biologique pauvre, et des types de milieux assez résistants aux facteurs de perturbation (possibilité d'assimilation) ;

Niveau 2, sensibilité moyenne : indice attribué à des milieux intermédiaires (diversité moyenne, abondance moyenne) moyennement résistants aux facteurs de perturbation ;

Niveau 3, sensibilité forte : indice attribué à des milieux de haute valeur écologique (diversité, productivité, abondance) ;

Niveau 4, sensibilité très forte : indice attribué à des milieux de très haute valeur écologique (richesse en biodiversité très importante, abondance spécifique, forte productivité) généralement très sensibles aux facteurs de perturbation.

III-RESULTATS

3.1-Les grandes typologies de milieux et peuplements

Quatre types principaux de milieux ont pu être identifiés à savoir : les affleurements rocheux, les fonds sablo-vaseux, les fonds durs avec des débris et les mégablocs rocheux infralittoraux.

Les affleurements rocheux se rencontrent au niveau du médiolittoral et de l'infra-littoral. Au niveau du médiolittoral, ils sont caractérisés par des barrières rocheuses plus ou moins continues, rendant parfois difficile l'accès des pirogues vers la mer ou le débarquement. Les vagues se brisent sur ces rochers et c'est cela qui assure l'alternance d'immersion et d'émergence. L'alternance continue d'immersion et d'émergence, assurée par les vagues, est largement suffisante pour garantir un développement des algues et l'implantation de certaines espèces animales sessiles comme les Cirripèdes thoraciques, les mollusques de la famille des Patellidae, des Polyplacophores et des bivalves, entre autres, les moules. La couverture algale des affleurements rocheux médiolittoraux est très élevée et on y rencontre une flore dense, représentée par les trois classes dont les Phéophycées (Algues brunes), les Rhodophycées (Algues rouges) et les Chlorophycées (Algues vertes).

Les fonds sablo-vaseux se rencontrent au niveau des embouchures des fleuves et rivières qui sont très fréquentes sur la côte Sud-Est de Madagascar. Apparemment, les fonds sablo-vaseux semblent dépourvus de peuplements. Cependant, les observations approfondies permettent de se rendre compte que c'est un biotope peuplé par divers types d'espèces, notamment les fouisseurs. On y rencontre des mollusques bivalves (*Pinna muricata*, *Gastrarium pectinatum*, *Perna perna*) et des vers Annélides (*Erythoe complanata*).

Les mégablocs rocheux infralittoraux sont d'énormes blocs de rochers qui s'éparpillent à Ces gros blocs de rochers qui forment un substrat récifal de fixation, constituent des biotopes richement colonisés par diverses espèces animales et végétales. Parmi les plus remarquables, il y a les Spongiaires (*Xestospongia testudinaria*, *Dysidea herbacea*, *Phyllospongia madagascariensis*, *Cynanchirella voeltzkowii*, et les Ascidies (*Trididemnum cyclops*, *Didemnum sp.*, *Didemnum molle*)). Des grandes colonies d'éponges marines et d'ascidies se développent sur ces rochers, couvrant pratiquement toute leur superficie. Les éponges marines et les ascidies offrent de très fort potentiel de découverte pharmaceutique. La découverte récente de molécules anticancéreuse (Murphy, B. T. et al., 2007) à partir d'une ascidie existant dans cette zone par le projet ICBG en est une preuve concrète. On y trouve aussi les Alcyonnaires ou coraux mous (*Lobophytum venustum*, *Sinularia sp.*) et des Antipathaires ou coraux noirs (*Antipathes dichotoma*, *Antipathes grandis*, *Myriopathes ulex*) qui constituent actuellement l'une des ressources marines recherchées pour leur haute valeur commerciale mais exploitées de manière illicite par les braconniers. En outre, les anfractuosités de ces rochers forment l'habitat de la langouste rouge *Palinurus homarus* qui est l'une des ressources halieutiques d'exportation les plus importantes de Madagascar, après les crevettes.

Les fonds durs avec éléments détritiques sont les substrats typiques de la zone d'étude lorsqu'on plonge vers les profondeurs de 10mètres. Il s'agit de dalle compacte jonchée de débris grossiers de rochers. C'est le type de fond qu'on rencontre souvent quand on plonge dans la zone. Ils sont, le plus souvent, dépourvu de peuplement excepté quelques rares macrophytes benthiques tels que les algues brunes du genre *Turbinaria*, *Padina*, et des algues rouges de genre *Galaxaura*, *Jania*. Parmi les peuplements animaux, on y rencontre rarement des espèces encroûtantes (coraux encroûtants *Echinopora hirsutissima*, coraux mous *Sinularia*) qui se fixent solidement au substrat pour résister à l'hydrodynamisme.

Quant à l'évaluation de la sensibilité, les indices affectés à chaque type de milieux ont été les suivants, selon leur caractéristique :

- indice de sensibilité niveau 2, c'est-à-dire moyenne, pour les affleurements rocheux médiolittoraux
- indice de sensibilité niveau 1, c'est-à-dire faible, pour les fonds sablo-vaseux
- indice de sensibilité niveau 3, c'est-à-dire forte, pour les mégablocs rocheux infralittoraux
- indice de sensibilité niveau 2, c'est-à-dire moyenne, pour les fonds durs jonchés d'éléments détritiques.

3.2-Etat de santé de l'environnement marin

Les transects effectués au niveau des différentes stations ont donné les résultats suivants :

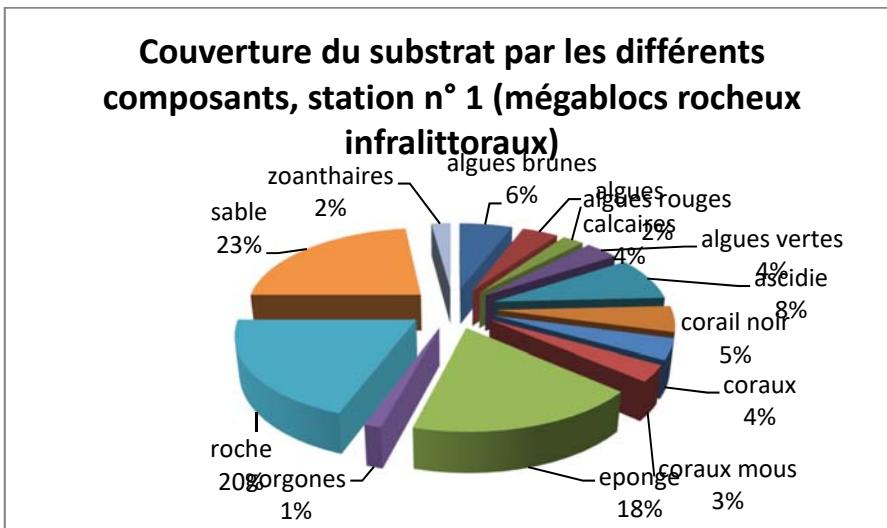


FIGURE 2 : COUVERTURE DU SUBSTRAT PAR LES DIFFERENTS COMPOSANTS, STATION N°1 (MEGABLOCS ROCHEUX INFRALITTORAUX)

Le pourcentage d'occupation du substrat par les espèces vivantes est, au total, de 57%, tandis que les sables et les rochers occupent 43% du substrat. Ce résultat montre que le site est bien vivant avec une dominance des espèces vivantes. Les coraux sont faiblement représentés avec 4% de couverture et ce sont les éponges qui prédominent avec 18% de pourcentage de couverture. Le pourcentage de couverture par le sable reflète le taux de sédimentation au niveau du littoral car il s'agit de sable vaseux avec des apports terrigènes mais non pas des sables coralliens, étant donné qu'il n'y existe pas beaucoup de corail.

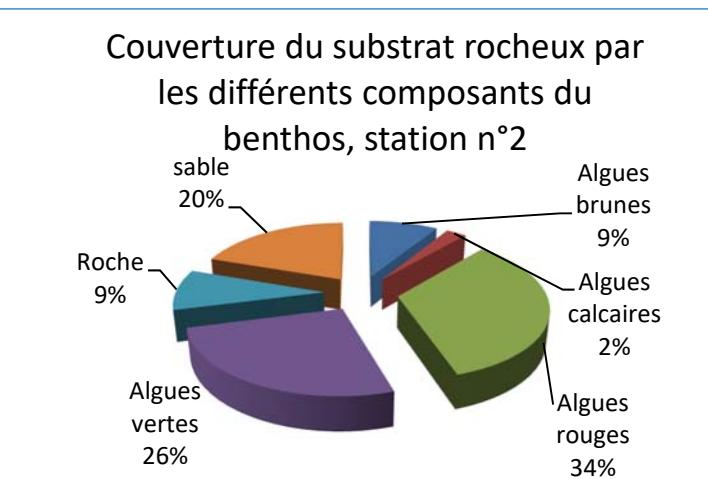


FIGURE 4 : COUVERTURE DU SUBSTRAT ROCHEUX PAR LES DIFFERENTS COMPOSANTS DU BENTHOS, AFFLEUREMENTS ROCHEUX MEDOLITTORAUX

On note la dominance des algues, couvrant plus de 70% du substrat rocheux. Les sables se trouvent au niveau des sillons creusés par les vagues et représentent 20% de couverture. Quant à la couverture algale ce sont les algues rouges qui prédominent avec 34% de couverture, ensuite les algues vertes 26% et enfin les algues brunes 9%. D'autres organismes sessiles sont parfois visibles au niveau des affleurements rocheux médiolittoraux mais ils n'occupent pas des surfaces significatives visibles sur le transect. Ce sont les Cirripèdes thoraciques du genre *Balanus*, *Chthamalus attenuatus* des Gastéropodes *Cellana capensis* et *Cellana radiata* et des chitons *Acanthopleura spinigera*.

3.3- Aspects halieutiques

La taille moyenne des espèces exploitées est inférieure aux normes d'exploitation. Pour le cas de *Otolithes argenteus* qui constitue l'une des composantes les plus importantes des captures, elle est de 15,06 cm ± 0,54, alors que la taille moyenne normale de cette espèce serait de 21cm avec une taille maximale de 46cm et une taille fréquente de 18 à 21cm (Randriarilala & al. 2005). Les pêcheurs utilisent le plus souvent, des filets de petites mailles (2 doigts) occasionnant de capturer plus de poissons mais de petite taille.

En outre, la fermeture de la vente d'aileron de requin, rend l'utilisation des filets de grandes mailles, non rentable, alors que ces derniers coûtent très cher pour les pêcheurs. C'est la raison pour laquelle

les pêcheurs préfèrent utiliser les filets des petites mailles qui leur permet de capturer, en plus des poissons, des crevettes et, occasionnellement, des langoustes.

3.3.1-Relation taille-poids de *Otolithes argenteus*

La relation taille poids de *Otolithes argenteus* a été étudiée afin de pouvoir estimer le poids approximatif d'un tas de poissons à partir de la taille et du nombre des individus. L'analyse statistique donne le résultat suivant : $P(\text{poids}) = 0,37 L(\text{longueur})^{2,06}$; avec la longueur en centimètre, le poids en gramme. On a ici une valeur du coefficient b (2,06) inférieur à 3. Ce qui correspond à une croissance allométrique signifiant une croissance pondérale plus faible par rapport à la taille. Le graphe ci-après (Figure 5) montre la relation taille-poids d'*Otolithes argenteus*

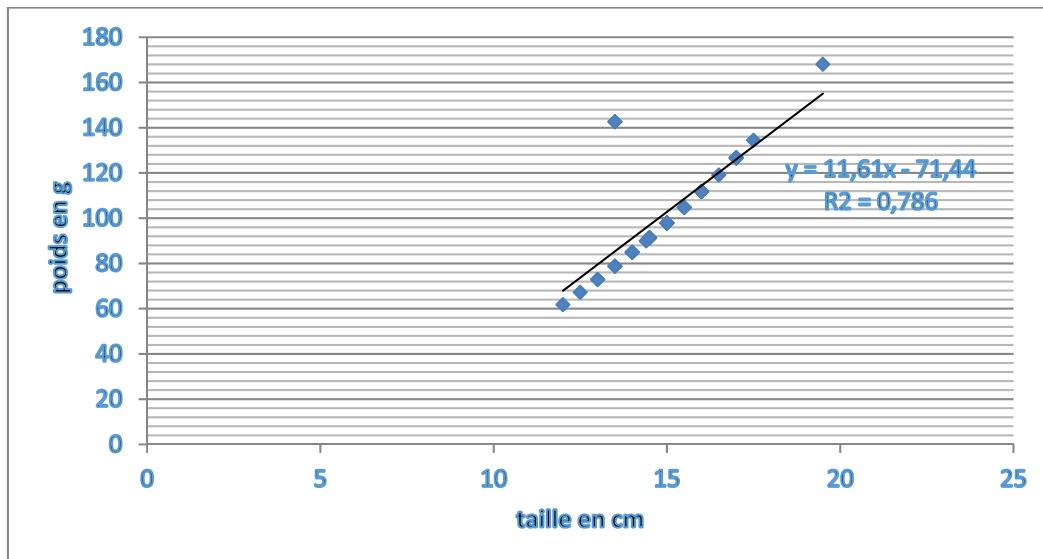


Figure 5 : Relation taille-poids d'*Otolithes argenteus*, à Ampatsinakoho

IV-CONCLUSION

Cette étude a permis de montrer que la zone sud-est de Madagascar est une zone de haute importance du point de vue de la gestion durable des écosystèmes marin et côtiers à Madagascar. On a découvert des écosystèmes marins différents de ce qu'on rencontre habituellement au niveau des zones corallines qui pourrait substituer à ces derniers qui risquent de subir de sérieux dégâts vis-à-vis du changement climatique. D'où l'importance de développer les recherches océanographiques dans cette zone.

V-BIBLIOGRAPHIE

Bigot L., J. Maharavo, C. Acheilman, E. Dutrieux. (1998). -Cartographie des zones marines peu profondes de l'Ile Mahé, République des Seychelles. *Rapport d'expertise, GREEN-OI-Maharavo J., S. B. Ahamada, C. B. Jude, et M. Koonjul. (2004) -Suivi de l'état de santé des récifs coralliens des îles Sud-Ouest de l'Océan Indien- Réseau COI /GCRMN –Rapport régional 2004. 60p*

Matthew D. R., (1997): A guide of the seashores of eastern Africa and the western Indian ocean islands. Sida/Departement for Research Corporation, SAREC.448p

Mc Kenna S. A., G.R. Allen et H. Andrianasolo. (2005). Une Evaluation Rapide de la Biodiversité Marine des Récifs coralliens du Nord-Ouest de Madagascar- Bulletin PER d'évaluation biologique 31. 120p

5. « Y aura-t-il de l'avenir pour les oiseaux marins à Madagascar ? »

BEMANAJA Etienne Chercheur - CNRO

Introduction :

Les côtes malgaches qui s'étendent jusqu'à 5000 km sont bordées de nombreuses îles ou îlots dont la plupart d'entre eux sont situées à moins de 20 km du littoral et sont connus comme sites importants pour la reproduction des certaines espèces marines dont les oiseaux marins, ... Les oiseaux marins regroupent tous les oiseaux qui ont des caractéristiques très adaptées à la vie marine, notamment sur les caractères morphologiques (plumages étanches, palmipèdes, ...), le comportement alimentaires, le comportement de reproduction, la biologie, ... Bien que les oiseaux marins sont parfois négligés dans le monde de la biodiversité marine, ils jouent un rôle très important au niveau socio-économique, culturel et environnemental. En tant que prédateurs apicaux ou prédateurs de surface, les oiseaux marins sont d'excellents indicateurs biologiques de la santé du milieu marin par l'accumulation des métaux lourds dans leurs plumes (Le Corre & Jaquemet 2005) ; un bon indicateur de la richesse ichtyologique (VEEN, Jan et all 2006). D'autre part, les oiseaux marins constituent une source de protéines et de revenus dans certains pays comme les Seychelles par exemple. Ils jouent également un rôle de porteur de message sur les informations météorologiques de la zone océanique, un radar pour bateaux de pêche. Pour le cas des oiseaux marins de Madagascar, les villageois côtiers ne mettent aucune considération de ces importances et dans la plupart des îles, on constate qu'aucune mesure de protection et de conservation légale ne concerne spécialement les oiseaux marins. De ce fait, les œufs sont collectés et vendus au marché par quelques centaines à plusieurs milliers et les adultes sont chassés par plusieurs centaines. Cependant, une synthèse récente montre l'existence des différents systèmes de gestion dans certains sites, ce qui présente une protection absolue des oiseaux marins, ce sont les cas de Nosy Ve et de Nosy Manampaho. Cette étude montrera la situation globale des oiseaux marins à Madagascar tout en mettant en évidence les deux exemples de gestion durable de cette ressource, ceux qui pourront être développés dans d'autres sites comme le cas de Paille en queue à brins rouges de Nosy Ve, Anakao et le cas des Sternes de Nosy Manampaho.

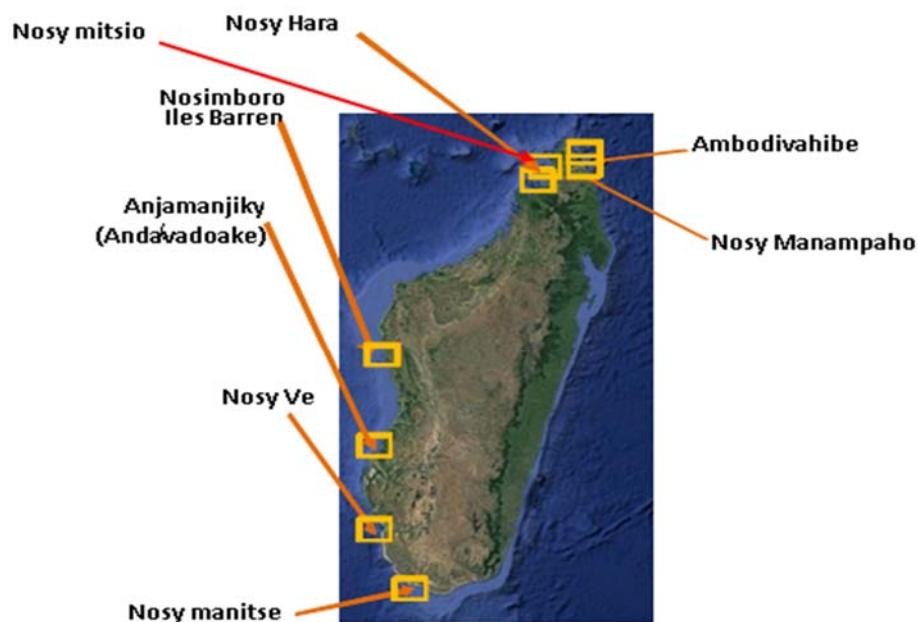
Les objectifs spécifiques consistent à réaliser les études bioécologiques des oiseaux marins dans les sites d'études, établir une liste des espèces d'oiseaux marins qui se reproduisent dans les îles côtières malgaches, estimer la taille de la population pour chaque espèce présente et examiner les types de conservation et de gestion durable existantes dans chaque site.

Définition de sites d'études :

Plusieurs sites ont été connus comme sites importants pour la reproduction des oiseaux marins, mais les sites d'études sont choisis selon quelques critères suivants : la présence des colonies d'oiseaux marins, le type d'usage, le degré d'exploitation des oiseaux marins et leurs habitats de reproduction ainsi que l'état d'accessibilité des sites.

D'après ces critères, huit sites sont retenus comme sites d'études dont quatre se trouvent dans la région du sud-ouest et ouest de Madagascar et les trois regroupent dans la pointe nord.

Les huit sites potentiels pour la reproduction des oiseaux marins à Madagascar



Matériels et Méthodes :

➤ *Les matériels utilisés*

- Jumelle
- GPS
- Appareil photo numérique

➤ *Méthodologies*

• *Recensement et identification des espèces :*

Pour identifier les espèces d'oiseaux marins, la connaissance personnelle des espèces est très importante, mais la jumelle ou l'appareil photo ou des livres de référence ont été utilisés lorsque l'observation des oiseaux marins seront à grande distance ou difficile à déterminer.

• *Estimation de la taille de population*

Pour estimer la taille de la population d'oiseaux marins, plusieurs méthodes peuvent être utilisées selon la forme et la taille de la colonie :

- ✓ S'il s'agit d'une petite colonie, on pourrait utiliser la méthode de « comptage directe »
- ✓ Si les oiseaux sont en dehors de la reproduction ou en vol on utilise la méthode de « comptage par bloc de nombre et extrapolation »
- ✓ S'il s'agit d'une grande colonie, on utilise la méthode de « Transect, de quadrat et d'extrapolation de la surface de la colonie par GPS ou par pas. »

Pour le cas de Nosy Ve, on a utilisé la première méthode, c'est-à-dire, le comptage direct des nids occupés, ce qui traduit au nombre de couple en reproduction.

Pour le cas de Nosy Manampaho, on a utilisé la dernière méthode, c'est-à-dire la méthode de « Transect, de quadrat et d'extrapolation de la surface de la colonie, car il s'agit d'une plus grosse colonie d'oiseaux marins à Madagascar. Le quadrat utilisé était le « quadrat cercle du rayon de 1.76m », donc la superficie du quadrat est de 10m². Le quadrat est lancé au hasard et le compte des œufs ou des poussins a été fait à l'intérieur de chaque cercle, ce qui représente le nombre de colonie. Le nombre de quadrat d'échantillonnage est varié selon la taille de la colonie.



Résultats :

A l'échelle mondiale, on compte environ 275 espèces d'oiseaux marins dont 24 d'entre eux se reproduisent dans les îles côtières et océaniques et 13 sur les îles côtières de Madagascar.

Les résultats d'inventaires des espèces, d'estimation de la taille de la population dans chaque site d'études seront présentés ci-après :

Sites/Espèces	<i>Puffinus pacificus</i>	<i>Fregata ariel</i>	<i>Fregata minor</i>	<i>Phaethon lepturus</i>	<i>Phaethon rubricauda</i>	<i>Sula leucogaster</i>	<i>Sterna bengalensis</i>	<i>Sterna fuscata</i>	<i>Sterna dougallii</i>	<i>Sterna bergii</i>	<i>Hydroprogne caspia</i>	<i>Sterna anaethetus</i>	<i>Anous stolidus</i>	TOTAL
Nosy Hara				150							10840	12		11002
Ambodivahibe									+					??
Nosy Manampaho							300	500000		900	6	300	1200	502706
Nosy Mitsio		+	+				+							??
Nosimboro (îles Barren)									1200			350		1550
Nosy Anjamanjiky (Andavadoaka)	125													125
Nosy Ve					350									350
Nosy manitse									450	750				1200
TOTAL	125	??	??	150	350	??	300	501650	750	11740	18	650	1200	516933

Case vide : Absence

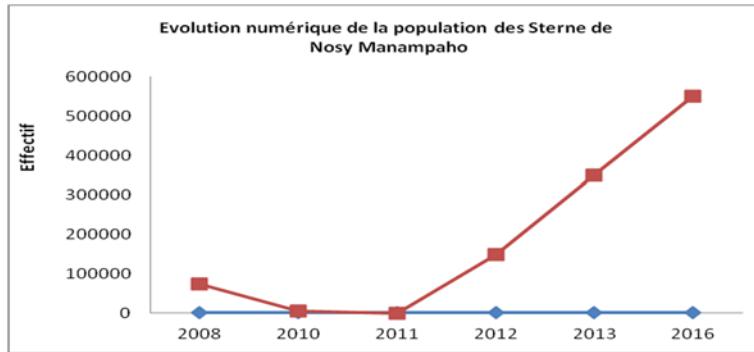
+ : Présence confirmée mais non compté

NOSY MANAMPAHO

Sur Nosy manampaho, l'exploration de toute surface de l'île nous a permis de recenser que quatre espèces d'oiseaux marins qui sont en reproduction, telles que Sterne fuligineuse (*Sterna fuscata*), Sterne huppée (*Sterna bergii*), Sterne de Dougall (*Sterna dougallii*) et Noudi brun (*Anous stolidus*).

L'étude des caractéristiques de la colonie montre qu'une très grande partie des colonies est occupée uniquement par la Sterne fuligineuse. Mais dans la partie sud est de l'île, on a trouvé d'une colonie mixte de Sterne huppée et Sterne fuligineuse. Le nombre de quadrat d'échantillonnage est varié selon la taille de ces différentes colonies. La diminution en nombre d'oiseaux durant les années 2010 et 2011 peut s'expliquer par une forte perturbation successive de la colonie par la collecte des œufs. En effet, l'augmentation brusque du nombre au cours des années suivantes est due à la mise en place d'une structure de gestion sur cette île.

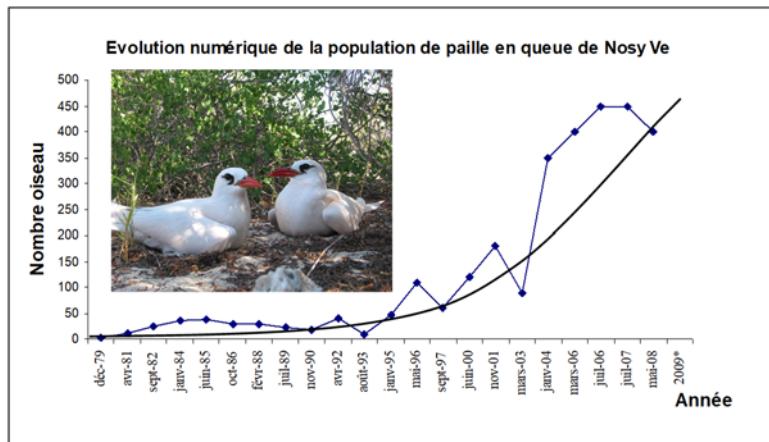
Les résultats des suivis bioécologiques des colonies d'oiseaux marins dans cette île, depuis l'année 2008 jusqu'au 2016 seront présentés ci-après :



NOSY VE

Un mode de gestion durable de la ressource « oiseaux marins », qui est encore exceptionnel à Madagascar, peut être annoncé: « des colonies d'oiseaux marins sont traditionnellement protégées par la population locale, en interdisant de tuer tout animal vivant, ni couper des arbres sur l'île. Par cette protection absolue, les colonies d'oiseaux peuvent prospérer en toute quiétude et peuvent s'épanouir vite. Elles sont visitées par les touristes qui payent les piroguiers pour accéder aux îles et s'acquittent d'un droit d'entrée » (Le Corre & Bemanaja 2004). Les oiseaux y sont intégralement protégés et représentent une attraction touristique très importante. Par conséquent, l'écotourisme réalisé dans les colonies d'oiseaux marins, sans aucun risque pour leur survie, représente une source de revenu non négligeable pour les habitants. Effectivement, l'écotourisme est une activité considérée par la plupart des acteurs des politiques de développement comme un moyen de conservation et de valorisation de la biodiversité, une source de devises et d'emplois (Chaboud, Meral & Andrianambinina 2003). L'exploitation durable de la ressource « oiseaux marins » est très développée dans certains pays et représente une activité économique très importante ; c'est le cas des Seychelles. Cet archipel montre donc un excellent exemple de l'utilisation durable des oiseaux de mer, exemple qui pourrait se développer dans de nombreuses îles où les oiseaux marins se reproduisent. Les îlots côtiers de Madagascar constituent en effet les seuls lieux de reproduction des oiseaux marins du pays ; mais aucune mesure de protection particulière n'est appliquée, sauf à Nosy Ve.

Ci-après les résultats de suivi de la population de Paille en queue de Nosy Ve depuis sa première installation :



Effectif en 2015 = 350 couples

Conclusion

Les oiseaux marins de Madagascar présentent une importance particulière dans la région ouest de l'Océan Indien, malgré leur effectif relativement faible. Huit (08) sites sont connus comme sites de reproduction des oiseaux marins à Madagascar et la plupart d'entre eux ne sont pas inclus dans les

réseaux d'aires protégées, ce qui favorise les pressions d'origine anthropique qui pèse sur cette ressource. Les principales pressions qui pèsent sur les oiseaux marins à Madagascar sont la collecte des œufs, la chasse des adultes et des poussins, la destruction des habitats de reproduction par l'installation des habitations, la présence des petits mammifères comme les Rats, les Chats, les Chèvres, ... Malgré ces différentes pressions, certaines colonies d'oiseaux marins sont protégées naturellement par les caractéristiques de leurs sites de reproduction : enclavement, inaccessibilité, présence de tabou, ... Pour le cas des deux sites présentés comme sites exemplaire, le nombre d'oiseaux augmente de manière exponentielle et cette augmentation est due déjà la présence d'une structure de gestion communautaire, appuyée par une ONG (cas de Nosy Manampaho), et une gestion communautaire liée à la tradition et appuyée par Madagascar National Parks (cas de Nosy Ve). La mise en place de ces genres de gestion pourrait être développée dans tous les sites de reproduction des oiseaux marins à Madagascar pour assurer leurs avenir.

II. CHANGEMENTS GLOBAUX, SUIVI ECOLOGIQUE

6. Identification des indicateurs au temps t0 de la Zone Crevettière Biologiquement Sensible (ZCBS) d'Ankazomborona de la baie d'Ambaro (Nord-ouest Madagascar) (13°17'S-48°42'E / 13°22'S-48°52'E / 13°22'S - 48°52'E / 13°17'S-48°52'E)

RASOANARIVO Rivoharinala ¹, NANTENAINA Ardo ¹ et RANDRIAMIARISOA ^{2†}

¹ Ecole Doctorale du Génie du Vivant et de la Modélisation - Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement - Université de Mahajanga, ² ex Programme National de Recherche Crevettière (Centre de Développement de la Pêche) - Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques.

1 INTRODUCTION

La chute des captures de la filière de la pêche crevettière malgache a conduit la réalisation d'un programme de relance en 2008 par le Programme National de Recherche Crevettière (PNRC). La filière présente une forte potentialité productive jusqu'en 2003 et confrontée jusqu'à ce jour à une crise induite par plusieurs paramètres conjoncturels interreliés, des paramètres commerciaux, biotiques et abiotiques inhérents à la biologie. Plusieurs directives scientifiques ont été réalisées et ont abouti à des promulgations législatives dont l'arrêté n°2055/2009 du Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche portant création des Zones Crevettières Biologiquement Sensibles (ZCBS : catégorie VI des Réserves de Ressources Naturelles) dans la baie d'Ambaro (Figure 1), zone A dans la délimitation des aires d'exploitation des ressources crevetières de Madagascar. Les ZCBS répondent aux impératifs du Développement Durable concernant la pêche par l'application et adoption de l'approche écosystémique à la protection de la diversité biologique et à la restauration des stocks. Les données obtenues, assignées particulièrement aux phytoplanctons et aux paramètres physico-chimiques du milieu, serviront, dans une certaine mesure, de bases référentielles pour la caractérisation et le suivi des ZCBS.

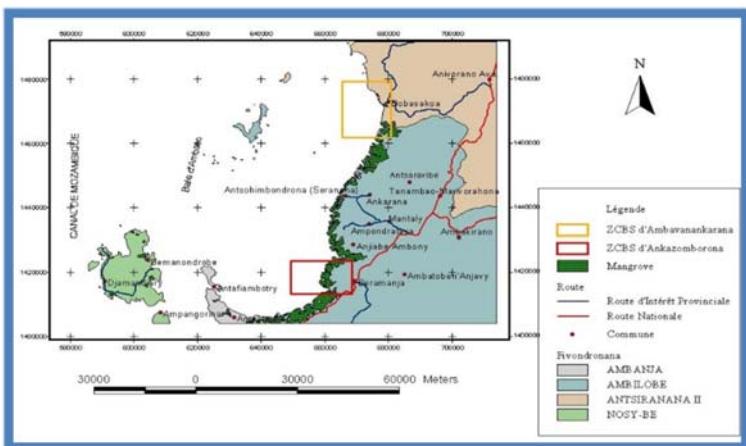


Figure 1 : Localisation des deux Zones Crevettières Biologiquement Sensibles (ZCBS) de la baie d'Ambaro

Source : Programme National de Recherche Crevettière, 2009.

2 METHODOLOGIE

La mise en place de ZCBS d'Ankazomborona (49 milles²) a été précédée par l'acquisition de données scientifiques par des campagnes de prélèvements phytoplanctoniques et physicochimiques dans

l'écosystème des mangroves de Ankazomborina à Ampandrana et Antafiambotry. Ankazomborina est situé dans une embouchure, alimentée par deux fleuves, Antafiambotry et Ampandrana. Les prélèvements sont effectués durant les périodes de nouvelle lune et les marées de vives eaux et au niveau de stations (carte 1) dans la zone externe (presque toujours immergée), la zone intermédiaire (échappant à l'influence des marées de mortes eaux) et la zone interne (tanne) des mangroves entre mars et septembre 2009. A chaque station, 3 niveaux de prélèvements ; 0,50 m, 1 m et 1,5m de profondeur ; sont échantillonnés pour le plancton (trait horizontal / filet de 0,20 m de diamètre et 2 µm de maille /vitesse de trait 1 noeud / distance de trait 5 m) et pour les paramètres physicochimiques ($T^{\circ}C$, S %, pH) à l'aide d'un multiparamètre (HORIBA)+



Carte 1 : Les trois stations d'Antafiambotry (Ankazomborona)

Source : Programme National de Recherche Crevettière, 2009.

3 RESULTATS & DISCUSSIONS

3.1. Les paramètres physico-chimiques

-Température (Figure 2 & 3)

La température des 2 sites varie entre 27 et 30°C avec un net refroidissement (25°C) du milieu au mois de juin (saison froide).

Fig. 2: Variation de la $T^{\circ}C$ de la ZCBS à Ankazomborona (zone Ampandrana)

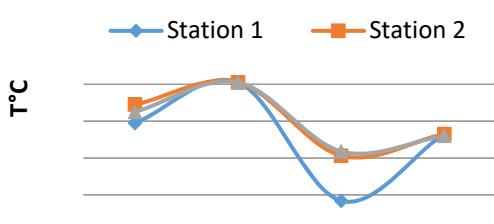
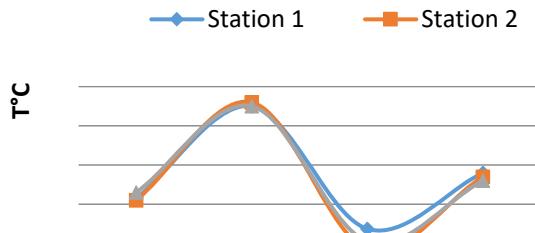


Fig. 3: Variation de la $T^{\circ}C$ de la ZCBS à Ankazomborona (zone Antafiambotry)



Source : Programme National de Recherche Crevettière, 2011

-pH (Figure 4 & 5)

Le pH varie entre 5 et 10 avec une valeur maximale au mois de mars à Ampandrana et en avril à Antafiambotry. L'apport d'eau douce de la saison des pluies peut expliquer ce maximum et l'avènement de la saison sèche montre une tendance vers l'acidité du milieu.

Fig. 4: Evolution du pH de la ZCBS à Ankazomborona (zone Ampandrana)

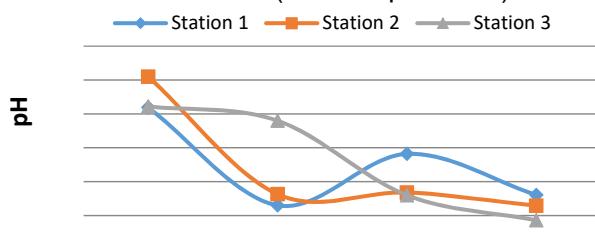
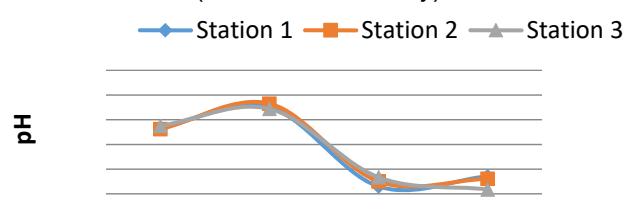


Fig. 5: Evolution du pH de la ZCBS à Ankazomborona (zone Antafiambotry)



Source : Programme National de Recherche Crevettière, 2011

-Salinité (Figure 6 & 7)

Les salinités des stations d'Ampandrana sont semblables, une salinité de 3‰ au mois de mars et une augmentation jusqu'en septembre (30‰). Cette augmentation peut s'expliquer par la diminution de l'apport en eau douce par le fleuve.

La salinité minimale de mars à Antafiambotry est suivie par une augmentation mensuelle progressive jusqu'en juin. Tout comme à Ampandrana, la salinité minimale est observée également au mois de mars, elle augmente mensuellement jusqu'au mois de juin. En septembre, la différence de salinité entre les trois stations est bien distincte, la station 1 étant en relation directe avec la mer.

Fig. 6: Variation de la salinité de la ZCBS à Ankazomborona (zone Ampandrana)

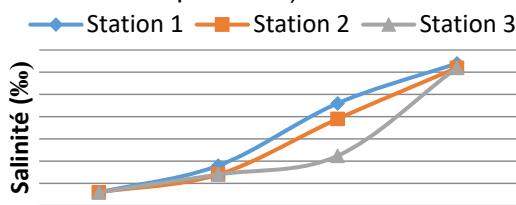
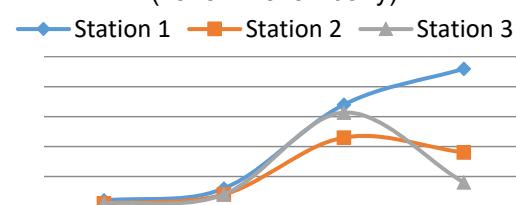


Fig.7: Variation de la salinité de la ZCBS à Ankazomborona (zone Antafiambotry)



Source : Programme National de Recherche Crevettière, 2011

La variation de trois paramètres ($T^{\circ}C$, pH et S ‰) dépend énormément de la saison et de l'apport en eau douce par les fleuves.

3.2. Etude du phytoplancton

Le recensement a identifié 19 taxons avec une nette différence de la diversité spécifique, Ampandrana avec 19 espèces dont 4 exclusives *Climacosphaenia moniligera*, *Coccinei sp*, *Fragillariceae* et *Odontella sp*, Antafiambotry avec 15 espèces dont 2 exclusives *Dactyliosolen sp* et *Gyrosigma scalpoides*.

A Ampandrana (Tableau I), *Coscinodiscus sp* occupe la première place et suivi par *Naviculaceae* et la densité moyenne phytoplanctonique est de 68.000 ind/m³ pour le niveau 1, 29.893 ind/m³ pour le niveau 2 et 68.320 ind/m³ pour le niveau 3.

Tableau I : Densité phytoplanctonique d'Ampandrana (N1 : 0,50m / N2 : 1m / N3 : 1,5m)

Espèces	N1	N2	N3
<i>Actinoptychus sp</i>	1173	480	800
<i>Bacillaria sp</i>	107		
<i>Biddulphia sp</i>	107	80	107
<i>Chaetoceros sp</i>	1013	320	160
<i>Climacosphaenia moniligera</i>	160	26	
<i>Coccinei sp</i>	53		
<i>Coscinodiscus sp</i>	51147	20053	52160

<i>Fragillariceae</i>			107
<i>Gyrosigma scalloides</i>	1333	533	1067
<i>Naviculaceae</i>	7893	7173	10347
<i>Nitzschia sp</i>	107	106	907
<i>Odontella sp</i>	107	106	107
<i>Planktoniella sole</i>	160		213
<i>Pleurosigma formosum</i>	107		107
<i>Pleurosigma itium</i>	213		53
<i>Rhizosolenia sp</i>	1067	106	267
<i>Skeletonema sp</i>	800	160	107
<i>Triceratium sp</i>	213	106	213
<i>Xystonella sp</i>	2347	640	1600
Densité moyenne/m ³	68000	29893	68320

Source : Programme National de Recherche Crevettière, 2011

A Antafiambotry (Tableau II), la densité moyenne phytoplanctonique des trois niveaux de prélèvements est presque identique. Tout comme à Ampandrana, le genre *Coscinodiscus* et la famille de Naviculaceae prédominent en abondance.

Tableau II : Densité phytoplanctonique d'Antafiambotry (N1 : 0,50m / N2 : 1m / N3 : 1,5m)

Espèces	N1	N2	N3
<i>Dactyliosolen sp</i> (<i>Rhizosoleniacae</i>)		53	
<i>Actinoptychus sp</i>	853	640	1813
<i>Bacillaria sp</i>		107	
<i>Biddulphia sp</i>	107	373	213
<i>Chaetoceros sp</i>	160	107	
<i>Coscinodiscus sp</i>	20960	19573	20160
<i>Gyrosigma scalloides</i>	747	160	533
<i>Naviculaceae</i>	4267	3893	2240
<i>Nitzschia sp</i>	53		
<i>Planktoniella sole</i>		53	
<i>Pleurosigma itium</i>	107		213
<i>Rhizosolenia sp</i>	53	960	213
<i>Skeletonema sp</i>		107	160
<i>Triceratium sp</i>	53	213	107
<i>Xystonella sp</i>	107	107	107
Densité moyenne/ m ³	27467	26347	25760

Source : Programme National de Recherche Crevettière, 2011

CONCLUSION

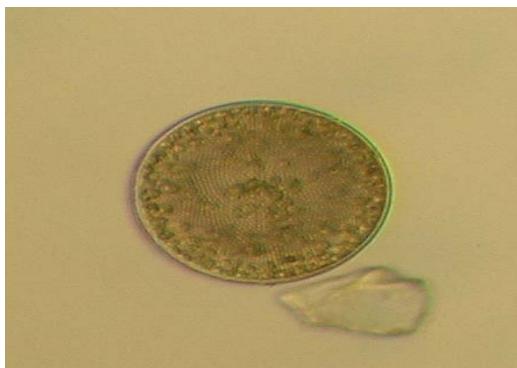
En dépit de la potentialité génératrice de la production primaire de tout écosystème des mangroves, il faut préciser la pauvreté relative des peuplements phytoplanctoniques de la ZCBS d'Ankazomborina. Les résultats abiotiques et biotiques acquis pourraient constituer des données référentielles pour tout suivi de la ZCBS d'Ankazomborina.



Actinophtychus sp Ø = 15µm



Rhizosolenia styliformis L = 73µm



Coscinodiscus radiatus Ø = 11µm



Pleurosigma itium (Naviculaceae) L : 20 µm

ANNEXE : Photos de quelques espèces phytoplanctoniques.
Source : Programme National de Recherche Crevettière, 2011

7. La comptabilité écosystémique en carbone d'une Nouvelle Aire Protégée, cas de Bombetoka

Navalona ANDRIAMIANDRISOA(1), Mevasoa Andriamadia(2), Raoelisolonarivony(3), Solofo Rakotondraompiana(3), Roger Edmond (1,2)

(1) Association Reniala

(2) Département Biologie et Ecologie Végétales

(3) Institut et Observatoire de Géophysique d'Antananarivo, Université d'Antananarivo

INTRODUCTION

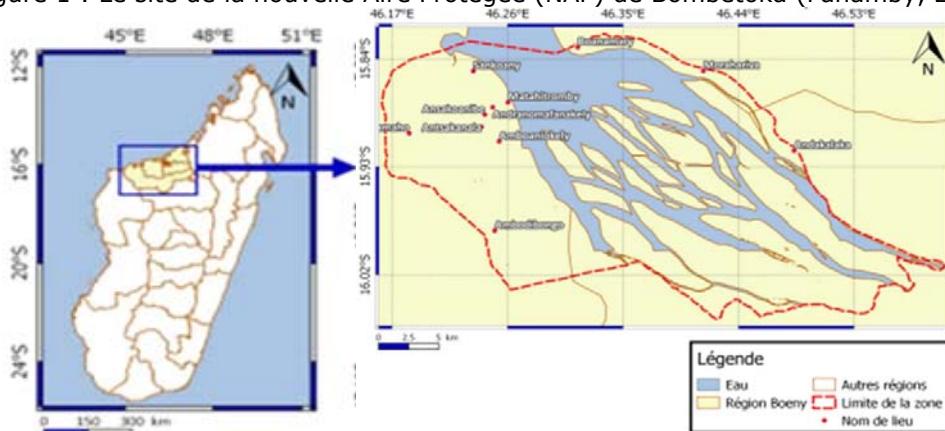
La performance économique est une des priorités les plus importantes pour les décideurs d'aujourd'hui. Elle est l'indicateur principal de la richesse et de la prospérité des pays. Malheureusement, les outils utilisés de nos jours pour mesurer la performance économique ne tiennent pas compte des composants critiques de la richesse. C'est particulièrement le cas de l'énorme valeur économique que procurent les écosystèmes et la diversité biologique qui les sous-tend (Weber, 2014). La comptabilité écosystémique est un des comptes verts. Elle vise à atteindre le deuxième objectif d'Aichi pour la biodiversité, adopté en 2010, portant sur les valeurs de la biodiversité, qui sont intégrées dans les stratégies et les processus de planification nationaux et locaux de développement et de réduction de la pauvreté, et incorporés dans les comptes nationaux, d'ici à 2020. Il s'agit des comptes physiques et des comptes monétaires. La comptabilité du carbone écosystémique est un des comptes physiques. Elle permet d'enregistrer la capacité de l'écosystème à produire de la biomasse, la façon dont elle est utilisée par récolte de produits agricoles et forestiers et aussi la façon dont elle est détériorée par les catastrophes naturels et surtout par les activités anthropiques. L'objectif global de notre étude est d'évaluer l'état et les variations du capital naturel en termes de carbone dans la NAP Bombetoka entre les années 2007 et 2017. Pour atteindre cet objectif, il est indispensable de faire le bilan conventionnel des différentes ressources écosystémiques en carbone, de fournir une mesure de la ressource qui est réellement accessible,

d'analyser l'utilisation des ressources et de calculer les indicateurs dont l'intensité soutenable de l'utilisation du carbone écosystémique et l'indice composite de l'état de santé du carbone écosystémique.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

Figure 1 : Le site de la nouvelle Aire Protégée (NAP) de Bombetoka (Fanamby, 2008)



Notre site d'étude se trouve dans la NAP Bombetoka, qui est une baie, où se jette la rivière de Betsiboka. Elle appartient à la catégorie V de l'IUCN, « Paysage terrestre ou marin protégé ». La NAP se trouve dans le Nord-Ouest de Madagascar, ex-Province de Majunga, Région Boeny, et à cheval entre trois Districts : Mahajanga II, Mitsinjo et Marovoay comportant trois communes locales respectivement : Boanamary, Katsepy, et Marovoay Banlieue. Le site rencontre deux types de saisons bien distinctes dont la saison sèche s'étalant de Novembre jusqu'à Avril et la saison humide ou pluvieuse de Novembre jusqu'en mois de Mars. La NAP contient 5 % de forêts sèches et 75 % de mangroves. Ainsi que des espèces d'oiseaux d'eau, d'oiseaux de terre et des lémuriens. Plus de vingt îles se trouvent dans la baie et un bon nombre se sont récemment formées, issues des vases favorisant la croissance des mangroves. La plupart de la population est pêcheur, éleveur, agriculteur et apiculteur.

Utilisation des données

Des cartes d'occupation du sol en 2007 et 2017, les comptes de couvertures de terre ont été utilisés pour fournir avoir les stocks de carbone dans chaque unité de couverture de terres. Les données sur la PPN (production primaire nette) et sur la PPB (production primaire brute) ont été obtenues à partir d'images MODIS téléchargées sur le site de la NASA. Pour extraire leurs valeurs (PPN et PPB), nous avons découpé les images MODIS suivant le contour des différentes classes d'occupation de sol pour 2007 et 2017.

Collecte des données

Des relevés écologiques ont été faits dans chaque catégorie de mangrove, que ce soit dégradée, très dégradée ou intacte, ainsi que dans la forêt sèche. Les données dendrométriques ont été utilisées pour l'estimation de la biomasse des forêts. Pour combler les données et avoir un maximum d'informations, des enquêtes ethnobotaniques et ethnobiologiques ont été faites. Les données ont été estimées à partir des données prises au sein des Communes.

Méthodes de calcul des comptes

- Bilan de base du carbone écosystémique
- Stock d'ouverture

Il s'agit des stocks de biocarbone dans la biomasse aérienne vivante, dans les litières et bois morts, dans le système de ressources et d'emploi économiques. Ce stock concerne l'année 2007.

- Apports nets de biocarbone

Les apports nets de biocarbone enregistrent les gains ou augmentation des stocks. Les entrées de biocarbone décrivent la Production Ecosystémique Nette qui est la différence entre la PPN et la respiration hétérotrophe, ou bien entre la PPB et la respiration totale de l'écosystème. Ainsi que l'augmentation nette des stocks de biocarbone secondaire, les apports de biocarbone venant d'autres terres et de la mer, c'est-à-dire l'importation de biocarbone incorporé aux produits, les prises de poissons effectuées dans les eaux intérieures (lac pour la Commune Marovoay). Enfin, les retours de production et les retours de consommation qui enregistrent les ressources retournant à l'écosystème à savoir les retours de résidus agricoles dont la paille et le balle de riz qui ne sont pas utilisés, les retours de fumier, ceux de résidus forestiers (les branches, les cimes et les troncs) et les rejets de la pêche qui sont les rejets de poissons et les prises accessoires (involontaire). Ainsi que les carbones dans les boues et les eaux usées ; dans les déchets solides.

- Sorties nettes de biocarbone

Il s'agit de pertes ou diminution de stock de biocarbone. Elles incluent la récolte de cultures agricoles concernant le carbone contenu dans les produits existants et récoltés principalement dans la NAP. Elles sont regroupées selon des nomenclatures standards et en fonction des caractéristiques communes de teneur en biocarbone par tonne (céréales, légumes, fruits, légumineuses, racines et tubéreux). Les résidus agricoles prélevés concernent la paille consommée par les zébus, additionnés au sous-produit qui est le son. L'extraction de bois, les autres prélèvements de végétation, les prélèvements de biocarbone secondaire, en particulier dans la pêche. La récolte de bois de chauffage concerne le charbon de bois utilisé comme source d'énergie pour le chauffage et la cuisson des aliments pour chaque ménage et aussi ceux qui sont exportés pour approvisionner Mahajanga. Les résidus forestiers sont les restes de bois en forêt utilisées aussi pour le chauffage. Les Communes exportent à Belobaka les bois bruts de palétuviers coupés, pour l'exploitation de chaux. Il s'agit du bois industriel.

Les autres prélèvements de végétation concernent les produits forestiers non ligneux prélevés, tels que le miel, produit par les abeilles à partir de nectars des fleurs dans les forêts. Seuls la Commune Boanamary et le Fokontany Sankoany pratiquent l'apiculture.

- Accumulation nette de carbone écosystémique et stock de clôture

L'accumulation nette de carbone écosystémique (ANCE) mesure l'augmentation ou la diminution des stocks de biocarbone. L'ANCE 1 est le flux de biocarbone à partir des gains et des pertes de carbone. L'ANCE 2 concerne le stock, les changements dans les stocks de biocarbone. L'ajustement de l'accumulation nette de carbone de l'écosystème est la différence entre ANCE 2 et ANCE 1. Le stock de clôture est obtenu à partir de la somme du stock d'ouverture et de l'ANCE 2. Le biocarbone dans la biomasse aérienne vivante, dans les litières et bois morts, dans le système d'approvisionnement et d'utilisation concernent l'année 2017.

- Indices de changement d'intensité d'utilisation et de santé écosystémiques

Le premier indice (Intensité Soutenable de l'Utilisation du Carbone écosystémique) est un indice quantitatif, défini à partir des tableaux II et III pour évaluer l'intensité soutenable de l'utilisation. Il est le quotient de l'excédent net des ressources accessibles par le total de l'utilisation du biocarbone écosystémique.

Si ISUC<1 : il y a épuisement des ressources. Ceci est un stress dont l'impact sera une dégradation des écosystèmes.

Si ISUC>1 : il y a viabilité d'utilisation des ressources

L'Indice Composite de l'Etat de Santé du carbone écosystémique (ICES) est un indice qualitatif. Il résume la qualité et les conditions de renouvellement des ressources en carbone. Pour l'évaluer, trois indicateurs ont été retenus dont les indicateurs de changements dans l'âge moyen des forêts, l'autonomie par rapport aux intrants artificiels par le carbone total et les changements dans la vulnérabilité face aux feux de forêt.

Si ICES <1 : il y a dégradation de santé du carbone écosystémique.

Si ICES>1 : il y a amélioration de santé du carbone écosystémique.

La combinaison finale de ces deux indices donné, un indice sera utilisé pour mesurer la valeur unitaire écosystémique interne du biocarbone.

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Liste floristique

Parmi les espèces présentes dans la NAP, cinq espèces de mangrove ont été relevés dans notre site d'étude, et *Avicenniamarina* est la plus abondante :

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Famille
<i>Avicennia marina</i>	Afiafy	AVICENNIACEAE
<i>Ceriops tagal</i>	Honkovavy	RHIZOPHORACEAE
<i>Rhizophora mucronata</i>	Honkolahy	RHIZOPHORACEAE
<i>Sonneratia alba</i>	Farafaka	SONNERATIACEAE
<i>Xylocarpusgranatum</i>	Fobo	MELIACEAE

Stock de carbone

La séquestration de carbone dans les catégories de mangrove est représentée dans le tableau ci-dessous :

Catégories de mangrove	Biomasse aérienne (t/ha)	Taux de carbone (t/ha)
Mangrove intacte	110,53	55,27
Mangrove dégradée	249,01	124,50
Mangrove très dégradée	111,27	55,64

D'après les résultats ci-dessus, le stock de carbone dans la mangrove intacte est la plus faible par rapport aux taux de carbone des autres catégories de mangroves. Le relevé dans la mangrove intacte a été fait dans une île récemment formée (Nosy Jembe) et la majorité des individus est encore jeune. La diminution de superficie de mangrove entre les années 2007 et 2017 est montrée par le tableau ci-dessous, la superficie de la mangrove intacte a augmentée à cause des formations et croissance des nouvelles recrues :

Catégories de mangrove	Superficie en 2007 (ha)	Superficie en 2017 (ha)
Mangrove intacte	1148,54	2107,82
Mangrove dégradée	9380,48	7874,89
Mangrove très dégradée	11180,34	11088,88

Tableaux de compte

Tableau I : Compte de stock de base du carbone écosystémique

Unités de couverture des terres écosystémiques du SCEE-CEE et de la CECN-TDR	UTCE						Total écosystèmes intérieurs et côtiers
	UTCE 1	UTCE 2, 3, 4	UTCE 5	UTCE 6	UTCE 7, 8, 9, 10, 11, 12	UTCE 12, 13, 14	
Catégories d'utilisation des terres du GIEC	SL=Habitat	CL=Terres cultivées	GL=Prairies	FL=Terres boisées	OL=Autres terres	WL=Zones humides	
I. Bilan de base du carbone écosystémique							
C1 Stocks d'ouverture	10427	0	0	2318982	0	0	2329409
C2.3 PPN (Production primaire nette)	179	112	406	25986	4830	0	31514
C2.4 Respiration secondaire des écosystèmes (hétérotrophe)	107	67	244	1532	2898		18908
C2.a PEN (Production écosystémique nette) = C2.3 - C2.4	72	45	163	10395	1932	0	12605
C2.b Sous-total de la ressource en biocarbone secondaire	2393	5157	32653	241392	0	48	281644
C2 Total des apports nets de biocarbone (gains) = C2.a+C2.b	2465	5201	32816	251787	1932	48	294249
C3.a Récolte de produits agricoles, de bois et d'autres végétaux	0	4497	30596	18807	0	0	53901
C3.b Prélèvements de biocarbone secondaire	733	0	0	0	0	6	739
C3 Prélèvements total de biocarbone = C3.a+C3.b	733	4497	30596	18807	0	6	54640
C4 Pertes nettes indirectes anthropiques de biocarbone et combustion de biocarburants	0	0	0	0	0	0	0
C5 Utilisation totale de carbone écosystémique [UTCE] = C3+C4	733	4497	30596	18807	0	6	54640
C6 Processus et perturbations naturels	0	0	0	0	0	0	0
C7 Total des sorties nettes de biocarbone (pertes)	733	4497	30596	18807	0	6	54640
C8.1 Accumulation Nette de Carbone Écosystémique 1 [ANCE1, flux] = Gains - Pertes = C2-C7	1732	704	2219	232980	1932	42	239609
C8.2 Ajustement et réévaluations	6974			-911706			-904731
C8.3 ANCE 2 [Stocks] = Changements dans les stocks de biocarbone	8706	0	0	-173280	0	0	-164574
C9 Stocks de clôture = C1+C8.1+C8.2 ou = C1+C8.3	19133	0	0	2145702	0	0	2164835

Tableau II : Compte de la ressource écosystémique accessible

II. Compte de la ressource écosystémique accessible						
C2 Total des apports nets de biocarbone (gains) = C2.a+C2.b	2465	5201	32816	251787	1932	48
C10 Ajustement net de l'accessibilité	1441	1281	0	-193739	0	0
C11 Excédent net de carbone écosystémique accessible [ENCEA] = C2+C10	3906	6482	32816	58048	1932	48

Tableau III : Compte de l'utilisation totale de biocarbone et géocarbone

III. Compte de l'utilisation totale de biocarbone et géocarbone						
C5 Utilisation totale de carbone écosystémique [UTCE] = C3+C4	733	4497	30596	18807	0	6
C12.1 Importations de biocarbone/marchandises et déchets	434	0	0	0	0	0
C12.2 Exportations de biocarbone/marchandises et déchets	3215	0	0	0	0	0
C12a Utilisation directe de biocarbone = C5+C12.1	1167	4497	30596	18807	0	6
C12.3 Biocarbone virtuellement incorporé dans les marchandises importées	0	0	0	0	0	0
C12c Exigence en biocarbone = C12a+C12.3	1167	4497	30596	18807	0	6
C12b Consommation intérieure de biocarbone = C5+C12.1-C12.2	-2047	4497	30596	18807	0	6
C13a Utilisation directe de carbone fossile	5					5
C13.3 Carbone fossile virtuellement incorporé dans les marchandises importées	0	0	0	0	0	0
C13b Exigence en carbone fossile = C13a+C13.3	5	0	0	0	0	5
C14a Utilisation directe de carbone = C12a+C13a	1172	4497	30596	18807	0	6
C14b Exigence totale en carbone = C12c+C13b	1172	4497	30596	18807	0	6

Tableau IV : Indices d'intensité d'utilisation et de santé écosystémique

IV. Tableau des indices d'intensité d'utilisation et de santé écosystémique						
C11 Excédent net de carbone écosystémique accessible [ENCEA] = C2+C10	3906	6482	32816	58048	1932	48
C5 Utilisation totale de carbone écosystémique [UTCE] = C3+C4	733	4497	30596	18807	0	6
C15 [ISUC] Intensité soutenable de l'utilisation du carbone écosystémique = C11/C5	5,33	1,44	1,07	3,09	7,98	1,89
C16 [ICES] Indice composite de l'état de santé du carbone écosystémique	2,10	1,16	1,07	5,48	0	7,98
VUEI Valeur unitaire écosystémique interne (changt) = AVG(C15 [ISUC]+C16 [ICES])	3,72	1,30	1,07	4,28	0	7,98
						2,23

Le carbone stocké dans les terres boisées est plus important par rapport à ceux des autres utilisations de terres, surtout dans les mangroves. Cela justifie que les mangroves sont des puits de carbone. Elles interviennent dans la régulation du climat pour cette forte séquestration. Elles offrent aussi plusieurs services pour la population locale à part cette séquestration. Malheureusement, ce stock a diminué en 2017 à cause de la diminution de superficie de celles-ci sauf les nouvelles recrues, ainsi que pour ceux

des forêts sèches. La variation de stock carbone entre 2007 et 2017 pour l'écosystème total est de 2 329 409T à 2 164 835T. Le total de gain net de biocarbone pour l'écosystème entier est de 294 249T ; ce qui peut compenser la perte de biocarbone de 54 640T. Le flux de carbone connaît une valeur de 239 609T et le changement de stock est de -164 574T ; ce qui signifie que le stock de carbone a diminué en 10 ans. L'intensité soutenable de l'utilisation du carbone écosystémique s'élève à 1,89 qui révèle la viabilité de l'utilisation des ressources. L'indice composite de l'état de santé de l'écosystème en carbone est 2,58 ; il y a donc amélioration de sa santé. La capacité d'utilisation des ressources est inférieure à son intensité de renouvellement. La valeur unitaire interne de l'écosystème est 2,23.

I. DISCUSSIONS

Jusqu'à nos jours, la comptabilité écosystémique n'a été faite qu'au niveau local, il faut donc l'appliquer au niveau national.

Vu que notre site d'étude est une zone de feux de brousse, le carbone émis dans l'atmosphère d'origine anthropique devrait être mis en compte. Il s'agit des savanes brûlées.

II. CONCLUSION

Cette recherche concernait la comptabilité du carbone écosystémique dans la NAP Bombetoka. Le carbone a effectivement diminué entre les deux temps de compte. Par ailleurs, l'écosystème est généralement viable en termes d'utilisation des ressources et sa santé en carbone s'améliore. La restauration est donc recommandée pour cette perte de superficie et de stock de carbone dans les forêts, surtout chez la mangrove.

Références bibliographiques

- RAMIHANGIHAJASON, T.A. 2015. *Apport de la télédétection et du système d'information géographique dans l'établissement de la comptabilité des écosystèmes*. Mém. Master, Mention Physique et Application. Univ. Antananarivo. 75p + Annexes
- RANARIJAONA, H. T. et al. *Consommation en bois de mangroves de Bombetoka par la filière « chaux » : son évolution en cinq ans (2012-2016)*, Majunga, 2017
- W. Jean-Louis, *Comptes Simplifiés du Capital-Ecosystème : Principes et Cadre*, Ouagadougou, Burkina Faso, 14-17 Mai 2013
- W. Jean-Louis, *Des tentatives pour évaluer le « capital naturel »*, Paris, 2015
- WEBER, 2014b. *Comptes écosystémiques du capital naturel : une trousse de démarrage rapide*. Cahier technique no 77, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. Montréal.

8. Evolution du pH et de la productivité dans les zones côtières aux alentours de Nosy Be

Dr RAJAONARIVELO Mamy Nirina - CNRO

CONTEXTE ET JUSTIFICATION

L'effet de serre, provenant de l'émission de CO₂ dans l'atmosphère, issue des activités anthropiques se répercute également sur le domaine marin (Gruber N & al, 2004). Un échange passif au niveau de l'interface air-eau explique ce phénomène. (Royal Society. 2005). Ce surplus de CO₂ modifie le biotope et fait basculer la réaction chimique du complexe carbone comme suit : CO₂+H₂O → H₂CO₃ (Boyd & al, 2003). Ce mécanisme crée l'acide carbonique qui, à son tour, réduit petit à petit le pH du milieu (Henderson C. 2006). Ce phénomène mondial et difficilement détectable, appelé « acidification de l'océan » est actuellement au cœur des préoccupations des chercheurs. Les effets sur les différents milieux sont mal connus mais tous sont convaincus que cette manifestation aura des impacts importants au niveau des écosystèmes malgré la forte capacité de diffusion du milieu marin lui permettant de repartir cet excès de CO₂ sur toute la colonne d'eau. La présente recherche entre dans ce cadre et va essayer d'observer ces variations sur une durée de dix ans dans la zone de Nosy Be (Cf. annexeN°1) En parallèle, pour la même période, une étude sur le suivi de la concentration de la chlorophylle a été réalisée afin de définir la richesse de ce premier maillon de la chaîne alimentaire.

OBJECTIF :

Le but de la recherche est de vérifier les effets du changement climatique sur le biotope côtier en effectuant un suivi du pH et de la concentration en phytoplancton aux alentours de Nosy Be durant une période de 10 ans et à diverses profondeurs

RESULTATS ATTENDUS :

Evolution du pH et de la productivité dans le temps sont disponibles

METHODOLOGIE :

Des mesures mensuelles durant 10 années (2003 à 2012) ont été faites. Les échantillons ont été prélevés en surface, à 5m et à proximité du fond, à 12m. Les stations sont réparties sur les 4 points cardinaux aux alentours de l'île (Cf. carte en annexe). Celle située au sud, se trouve à l'entrée la baie d'Ampasindava (lat 13°32'46.79"S, long 48°15'25.90"E) ; au nord, du côté du banc de Leven (13° 6'20.27"S et 48°13'55.28"E) ; à l'est, entre Nosy Mitsio et Nosy Faly (13°12'34.29"S 48°28'28.49"E) et à l'ouest, à proximité de Nosy Sakatia (13°16'59.58"S et 48° 6'9.96"E) . L'eau de surface a été prélevée par un seau. Ceux en profondeur ont nécessité l'utilisation d'une bouteille de Niskin. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH mètre SCHOTT – GERATE. La teneur en chlorophylle « a » est déterminée par la méthode de CORENZEN à l'aide d'un spectrophotomètre Perkin Elmer Lambda 3 avec une cuve de 5 cm.

RESULTATS ET COMMENTAIRES

Les sites sont situés en zone côtière. Comme le pH se mesure de façon logarithmique décimale, les variations sont minimales. En surface, la pente de la droite est de -0.006 et, à 5m, on ne décèle aucune tendance (Cf. annexe N°2A). Par contre, à proximité du fond, la pente estimée à -0.03 est beaucoup plus accentuée et les données varient de 8.8 à 8.5 (Cf. annexe N°2C). En conclusion, les masses d'eau en surface et intermédiaires ne semblent pas être touchées par le phénomène d'acidification et arrivent à évacuer le surplus de CO₂, principal responsable du pH vers les couches plus profondes. Par contre, on note une réelle réduction de ces valeurs aux alentours du fond dans le temps. Cette situation semblerait avoir un effet sur la santé des récifs coralliens (comm. Pers., 2016).

Pour la richesse en chlorophylle, on note une diminution continue des valeurs, de l'ordre de 0.01%, par an à tous les niveaux, sur la période et qui a un impact négatif sur la chaîne alimentaire et par ricochet sur la production halieutique

Plus en détail, concernant les eaux de surface, on note 2 périodes bien distinctes. Entre 2003 à 2007, les valeurs sont stables (0.15 à 0.20 mg/m³). Après le pic de 2008 (0.34 mg/m³), les valeurs diminuent fortement comme le montre le graphe en annexe N°3A. A 5m, malgré la similitude avec celle en surface, ces eaux intermédiaires se démarquent par l'existence d'un pic en 2004 en plus de celui de 2008 (Cf. Annexe N°3B). Enfin, pour les eaux à proximité du fond, 2004-2005 et 2008-2009 présentent des valeurs relativement élevées par rapport aux autres années (Cf. Annexe N°3C). Toutefois, après 2008, la chute de la concentration en chlorophylle est commune à toutes les couches d'eau.

CONCLUSION

Le choix de ces deux paramètres est justifié par leur influence respective sur la biodiversité marine. Concernant le pH, les écosystèmes y seront directement touchés (Feely RA 2004), les espèces qui produisent des carapaces seront les plus touchées (Gehlen M & al,2007) car utiliseront plus d'énergie pour subvenir à leur besoin(Orr JC & al, 2005) D'une part, certaines espèces ne toléreront pas un milieu plus acide et vont migrer vers d'autres lieux plus favorables(Fabry VJ &al, 2004) et qui va se répercuter directement sur la chaîne alimentaire et à une restructuration totale des communautés, avec nombreux impacts écologiques car même si un organisme n'est pas directement lésé par l'acidification, il peut être affecté indirectement par le biais de changements dans son habitat ou dans le réseau trophique(Fabry VJ et al , 2008).

La diminution régulière de la teneur en chlorophylle illustre une tendance à une modification profonde de l'écosystème sous forme d'un appauvrissement continual en producteur primaire (Gattuso JP, Hansson L, 2011). Cette situation se répercutera sur la production halieutique et par ricochet sur le revenu des exploitants à tous les niveaux

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

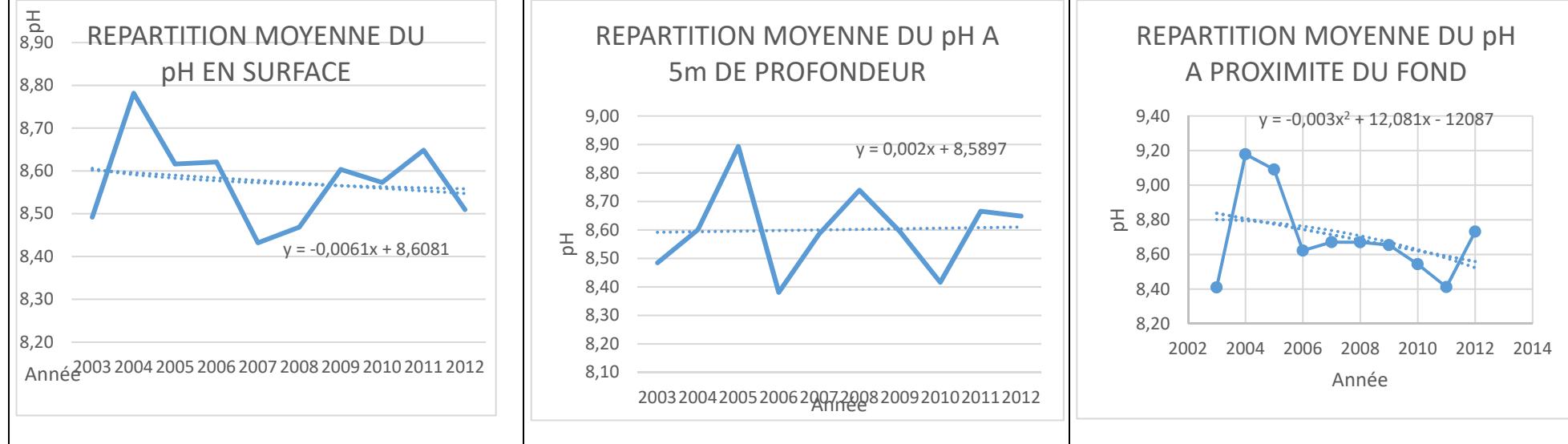
- Boyd PW, Doney SC. 2002. Modelling regional responses by marine pelagic ecosystems to global climate change. *Geophys.Res.Lett.* 29:1806
- Boyd P, Doney SC. 2003. The impact of climate change and feedback process on the ocean carbon cycle. In *OceanBiogeochemistry*, ed. M. Fasham, pp. 157–93. Springer
- Fabry VJ, Seibel BA, Feely RA, Orr JC. 2008. Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES. J.Mar.Sci.* 65:414–32
- Feely RA, Sabine CL, Lee K, Berelson W, Kleypas J, et al. 2004. Impact of anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ system in the oceans. *Science* 305:362–66
- Gattuso JP, Hansson L, 2011. Ocean acidification. Oxford University press, p.309
- Gehlen M, Gangstø R, Schneider B, Bopp L, Aumont O, Ethe C. 2007. The fate of pelagic CaCO₃ production in a high CO₂ ocean: a model study. *Biogeosciences* 4:505–19
- Gruber N, Friedlingstein P, Field CB, Valentini R, Heimann M, et al. 2004. The vulnerability of the carbon cycle in the 21st century: an assessment of carbon-climate-human interactions. In *The Global Carbon Cycle: Integrating Humans, Climate and the Natural World*, ed. CB Field, MR Raupach, pp. 45–76. Washington, DC: Island Press
- Henderson C. 2006. Ocean acidification: the other CO₂ problem. *New Scientist*. <http://environment.newscientist.com/article/mg19125631.200>

Orr JC, Fabry VJ, Aumont O, Bopp L, Doney SC, et al. 2005. Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature* 437:681–86
Royal Society. 2005. Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide. London: The Royal Society, 57 pp.

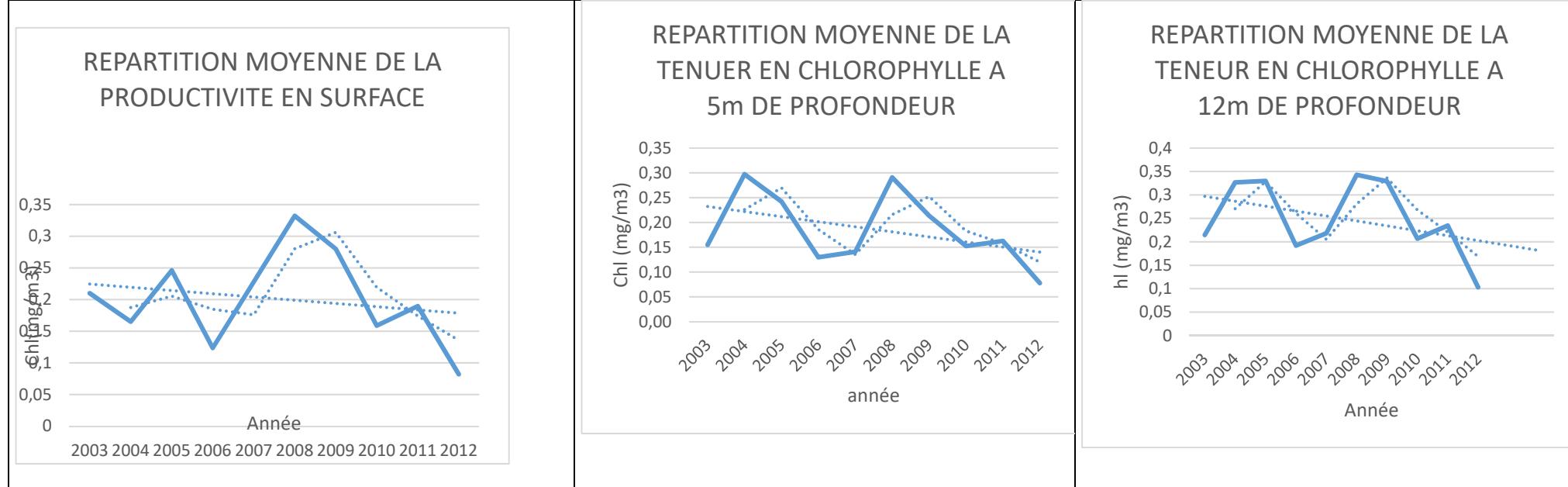
ANNEXE N°1 : Stations de prélèvement et données brutes



Annexe N°2 : Répartition du pH à différentes profondeurs



Annexe N°3 : Variation de la teneur en chlorophylle à diverses profondeurs



9. Premiers résultats de la jeune équipe de recherche IH.SM-IRD : exemple dans la recherche en milieu récifal à Toliara, Sud-Ouest Madagascar

Jamal MAHAFINA¹, Henitsoa Jaonalison^{1,2,3}, Faustinato Behivoke^{1,2}, Lebely Radonirina^{1,2}, Marc Leopold², Dominique Ponton³, Gildas Todinahary¹, Mehdi Adjeroud⁴, Thierry Lavitra¹

¹ Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Toliara (IH.SM), Mahavatse II, BP 141, Toliara-Madagascar, ² IRD Madagascar, UMR 9220 ENTROPIE, c/o IH.SM, BP 141 Route du port-Mahavatse II, Toliara 601, Madagascar, ³ IRD La Réunion, UMR 9220 ENTROPIE, c/o HYDRO Réunion, Port ouest, Magasin 10, 97420 Le Port, La Réunion-France, ⁴ IRD, UMR 9220 ENTROPIE - Faculté des Sciences et Technologies - Université de La Réunion & Laboratoire d'Excellence CORAIL - 15, avenue René Cassin - CS 92003 - 97744 St Denis Cedex 9 - La Réunion, France

Contexte

Les zones marines côtières jouent un rôle crucial dans le développement économique et social de beaucoup de pays car elles représentent une source importante de biens et de services pour les populations locales. À Madagascar, la forte dégradation de ces zones côtières par la destruction des habitats, la surexploitation des ressources et les pollutions diverses, ont poussé les politiques et les gestionnaires à mettre en place des mesures pour protéger les habitats et les ressources via la création d'Aires Marines Protégées (AMP) et la mise en place de mesures régulant la pêche.

Dans le sud-ouest de Madagascar, la mise en place d'AMP vise à protéger et conserver les milieux coralliens, les populations récifales qu'ils abritent, notamment les poissons, mais aussi conserver les usages dans le cadre d'une gestion durable de la pêche. Préserver l'environnement tout en visant un développement social et économique constitue donc un défi majeur à relever pour Madagascar. La réussite d'une telle démarche et la mise en œuvre de mesures de gestion appropriées des pêcheries récifales nécessitent cependant des connaissances fondamentales sur l'environnement naturel et son exploitation pour mieux appréhender le socio-écosystème.

Ainsi, la mise en place de mesures de conservation et de gestion de systèmes aussi complexes que les récifs coralliens exploités doit se baser sur des connaissances solides de la structure et du fonctionnement des communautés récifales, et notamment :

- des coraux, principaux bâtisseurs de récifs et source de nourriture et d'habitat pour de nombreuses autres espèces récifales,
- et des poissons, principales ressources pour les populations locales.

D'où la mise en place de ce projet qui est formé par une jeune équipe, laquelle a été renforcée par la coopération de longue date entre l'IH.SM et l'IRD de l'ex UR CoRéUs (actuellement groupé au sein de l'UMR Entropie).

Objectifs de travail

Les actions de cette équipe se placent dans un contexte de conservation de la biodiversité et de gestion des ressources associées aux récifs coralliens, notamment par la mise en place d'AMP et d'alternatives économiques à la pêche. Elles ont pour objectif :

- 1) de contribuer à l'amélioration des connaissances sur les processus écologiques et la dynamique d'exploitation des ressources,
- 2) de proposer une meilleure gestion des pêcheries récifales et une meilleure conservation des écosystèmes coralliens.

Ainsi, le projet de recherche se base sur trois axes complémentaires comprenant chacun hypothèses de travail et d'objectifs :

- (1) *l'étude du processus de maintien et de valorisation des populations de coraux, laquelle consiste à étudier la caractéristique des habitats, et à installer des plaques céramiques et en terre cuite pour étudier la stratégie reproductive et permettant de suivre le recrutement des coraux ;*
- (2) *l'étude de la caractérisation et la valorisation des flux larvaires de poissons récifaux. Elle consiste à utiliser des pièges lumineux pour collecter les post-larves de poissons, et de suivre les captures des pêcheurs qui utilisent de la senne de plage,*
- (3) *l'étude de la structure et dynamique d'exploitation des populations de poissons. Elle consiste à suivre les trajectoires des pirogues couplées au suivi des captures aux débarquements (usage de traceur GPS, mensuration des captures, photo-identification, barcoding)*

Méthodes de collecte de données

1. Etude du processus de maintien et de valorisation des populations de coraux

Des comptages visuels des colonies ont été réalisés dans 10 sites en utilisant la méthode standard utilisée dans plusieurs pays : 03 transects fixes de 10 m de longueur et 1 mètre de large. Durant les comptages, parmi les descripteurs observés, il y a la densité des colonies adultes et juvéniles, la richesse générique (adulte et juvénile), les Meta données sur la caractérisation de la zone (profondeur, temps, salinité...).

2. Etude de la caractérisation et valorisation des flux larvaires de poissons récifaux

Elle a été réalisée via des campagnes d'échantillonnage des post-larves et en réalisant des suivis de capture de la senne.

Echantillonnage des Post-larves

L'échantillonnage des post-larves a été réalisé à l'aide de six pièges lumineux pour six stations (Figure 1). Ils ont été déployés pendant la période de nouvelles lunes de la saison chaude.



Figure 1 : piège lumineux

Suivi de captures de la senne

Les captures des pêcheurs traditionnels utilisant la senne de fond ont été échantillonnées durant trois jours, pendant les périodes de vives eaux. Et leurs pirogues respectives ont été équipées d'un mini-traceur GPS pour localiser les sites de pêche.



Figure 2 : pêche à la senne

3. Etude de la structure et dynamique d'exploitation des populations de poissons

Pour la réalisation de cette dernière, plusieurs activités ont été lancées et expérimentées. En effet, il y a (i) le suivi des captures aux débarquements et le suivi participatif ; (ii) l'étude de la diversité et de la taille de prises par la photographie des espèces des échantillons de poissons ; et (iii) le Suivi de trajectoire des pirogues à l'aide de traceur GPS. Ainsi, 14 pirogues ont fait l'objet de suivi dont 8 pratiquent la senne de fond, 4 pratiquent le filet maillant, et 2 pratiquent la ligne ; et la fréquence d'enregistrement des GPS est de 30 secondes. L'Echantillonnage de captures a été réalisé par semaine pendant 45 jours.



Figure 3 : Mini-traceur GPS à gauche et capture de pêche à droite

L'analyse des données obtenues a été réalisée sur QGIS par la forte connaissance de la forme de trajectoire des états de pêche.

Résultats préliminaires

Au niveau des coraux, l'analyse des données de comptage a permis de mettre en évidence la richesse générique et l'abondance totale par station, laquelle a montré 29 genres pour les juvéniles et 38 genres pour les adultes.

Elle a permis de mettre en évidence la dominance de quelques genres (Figure4) et des coraux branchus dans la structuration de la communauté corallienne.

Densité des colonies

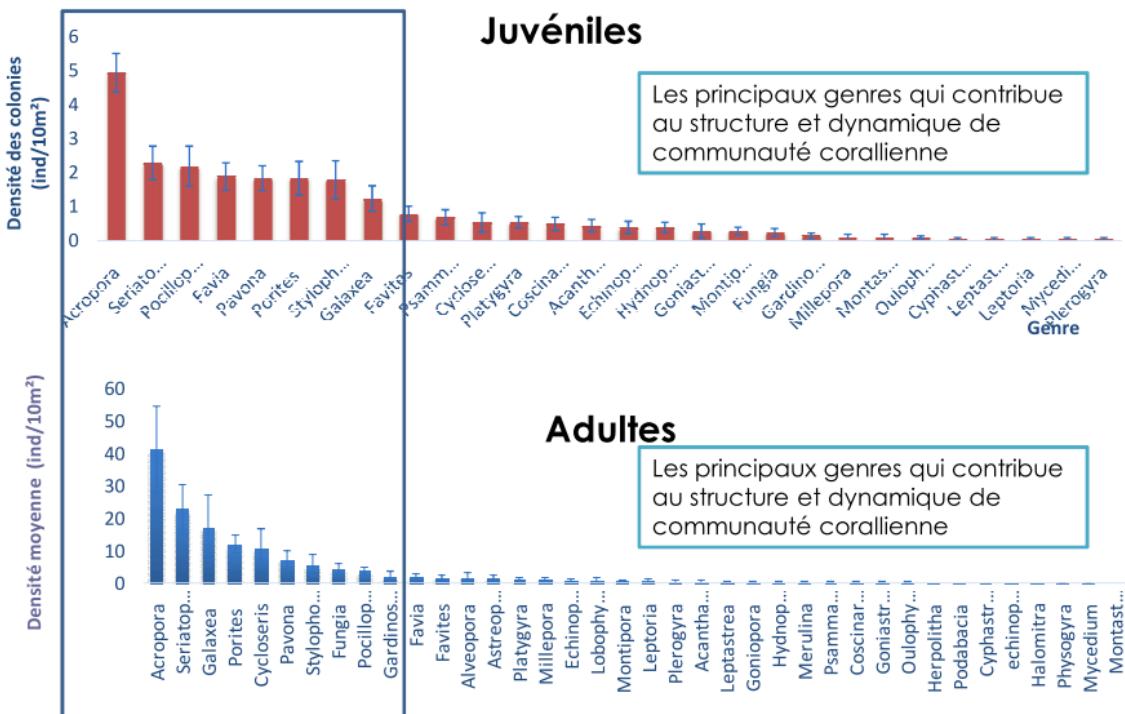


Figure 4 : densité des colonies de coraux

Au niveau des captures des post-larves de poissons récifaux, 10300 individus ont été collectés. Plus de 400 photos à haute résolution ont été prises, et plus de 400 bouts de nageoire ont été prélevés pour le barcoding.

Au niveau des captures de la senne, 933 tissus appartenant à 23 ordres ont été prélevés, correspondant à 933 images. 324 tissus sur les 933 sont jusqu'à présent barcodées. Leurs séquences ont été mises sous BOLD.

Au niveau du suivi des captures au débarquement de pêche, 54 familles de poissons ont été prises ainsi que 1092 photos des morphospecies. Parmi les familles dominantes dans la capture, il y a les Labridae, les Siganidae, les Gobidae, les Lethrinidae, les Apogonidae et les Scaridae (Figure 5).

Diversité de famille de poissons

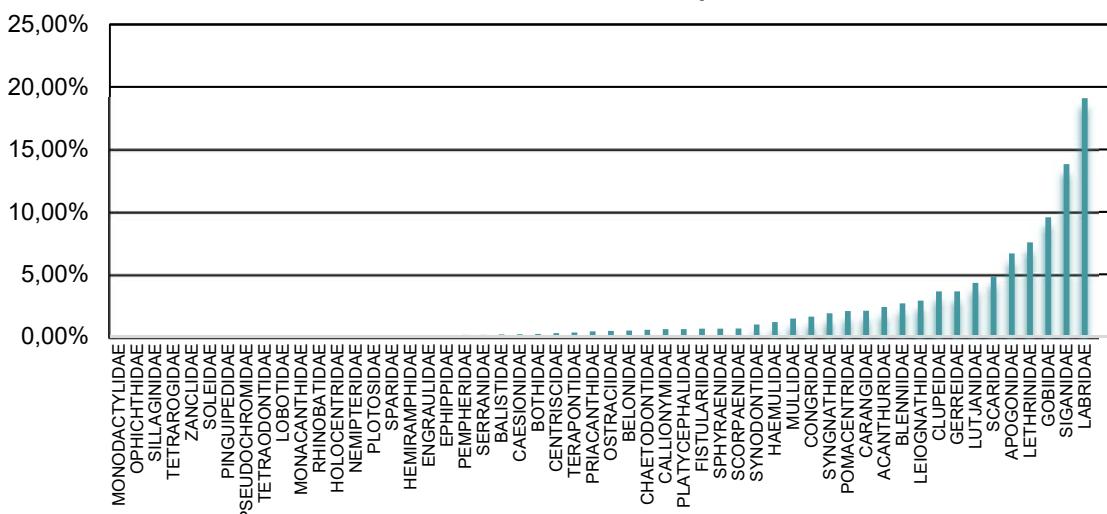


Figure 5 : diversité de famille de poissons capturés

Le suivi de la trajectoire de pirogues a permis d'enregistrer 340 trajectoires au niveau du village d'Ankilibe. Ils réalisent leur pêche au sein du lagon, du récif interne, et dans les passes (Figure 6). Trois évènements globaux de pêche ont été identifiés : la route, la pêche, la préparation.

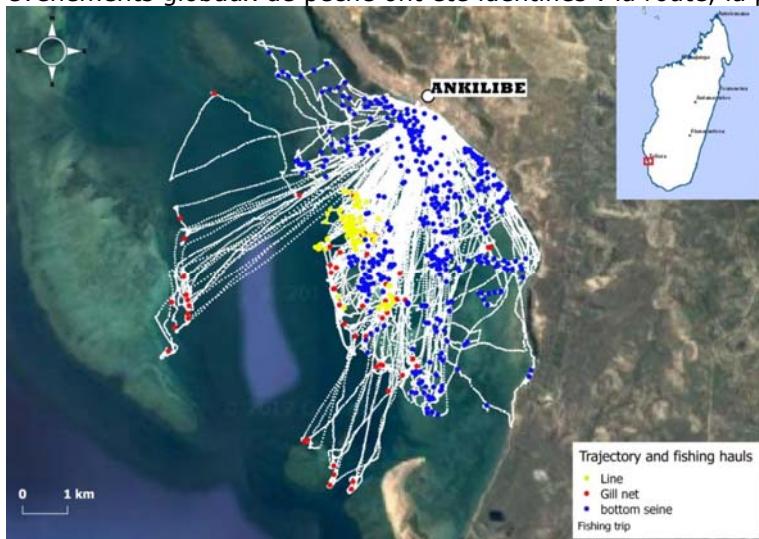


Figure 6 : Cartographie des activités de pêche à partir de l'analyse des trajectoires des pirogues au niveau du village d'Ankilibe

L'analyse des trajectoires permet de dire que (i) le filet maillant a la trajectoire en *forme de cercle* (causé par le pose filet) et *groupé* (causé par le rabattage des poissons et remonter le filet) ; (ii) la ligne a la trajectoire en *forme de groupe des points* (pirogue ancrer) ; et (iii) la senne de fond a la trajectoire en *forme de point linéaire serpenté* (cause par le tirage de filet).

Perspectives

Des nombreuses actions ont été réalisées ou sont en cours de réalisation, lesquelles nous ont permis de présenter les résultats préliminaires ci-dessus, les prochains mois consistent à :

- Poursuivre les recherches au niveau de chaque axe et faire l'extension des sites d'étude,
- Continuer l'analyse des données collectées,
- Valider la méthode de suivi de recrutement des coraux basée sur l'utilisation des plaques en terres cuites,
- Identifier les zones de nurseries importantes pour une bonne gestion des ressources marines,
- Elaborer un guide d'identification pour l'amélioration de la connaissance en biodiversité marine,
- Considérer malgré la complexité du suivi sur la pêcherie multi-engins comme dans la Baie de Toliara, l'importance d'essayer de quantifier et de spatialiser avec précision les captures et l'effort de pêche de la petite pêcherie. Ce qui nécessite l'élaboration une méthodologie d'analyse de données bien adaptée.

10. Evaluation de l'état de santé des platiers récifaux après le passage d'EL NINO à Nosy Be

LOPE Jean Charles, ADOUHOURI Aly Bachiry, BAKARY Gisèle, JACQUES Philippe
CNRO Nosy-Be

INTRODUCTION

Nosy Be est une île entourée de récifs coralliens qui sont actuellement très menacés par des dégradations d'origine naturelle et humaine. La population augmente, les hôtels se multiplient au niveau littoral, les eaux usées, les déchets solides, et les produits détergents se déversent dans les eaux marines dont les responsables de la purification sont les coraux et les eaux de mer.

Les employés désespérés de deux sociétés (SIRAMA et Pêcherie) descendaient dans les écosystèmes marins pour mener les activités de pêche.

En 2016, un autre phénomène catastrophique d'EL NINO est passé à Madagascar, avec une augmentation de température de l'eau de mer en surface, surtout de 1 à 7 m de profondeur. Ce phénomène touche les récifs autour de Nosy Be. Ces blanchissements ont des conséquences variées sur les plans écologiques mais aussi socio-économiques. En effet, si quelques colonies coraliennes peuvent survivre, en récupérant des zooxanthelles, la plupart meurent, sont recouvertes d'algues et le milieu

change radicalement. L'ensemble de l'écosystème s'appauvrit. Les écosystèmes récifaux autour de Nosy Be souffrent à cause des dégâts liés au blanchissement, aux activités anthropiques.

Face à ces problèmes, la biodiversité marine est modifiée et les ressources marines diminuent. L'état malgache, par l'intermédiaire du Centre National des Recherches Océanographiques « CNRO » de Nosy Be a été identifié pour le suivi permanent, à travers de nouvelles stations de référence: quatre (4) sites composés de 9 stations ont été délimités comme les stations référentielles de suivi de l'état de santé de récifs coralliens.

L'objectif global est d'évaluer l'état de santé des récifs coralliens face aux agressions climatiques et anthropiques.

Trois méthodes ont été utilisées : les prises de photos, les observations générales de l'état de platiers récifaux et la mise en place de la ligne de transect (« LIT : Line-intercepted Transect de Reef Check (RC) »).

I-MATERIELS ET METHODES

Dans le cadre du programme environnemental de la Commission de l'Océan Indien et l'Etat Malagasy, nous avons élaboré une méthode simple de suivi de l'état de santé des platiers récifaux, adaptée à la région Sud-Ouest de l'Océan Indien. Cette méthode évolutive consiste à relever les photos, à évaluer rapidement, par l'observation générale de haut fond (pendant 6 mn environ) et à évaluer par le transect (LIT : Ligne d'Interception de Transect) bien choisi dans les stations référentielles. En avril 2016 (pendant la période de blanchissement), les trois stations considérées qui sont Nosy Tanihely, Nosy Vorona au sud et Baie de Befotaka au nord. Pour le cas de novembre 2016 (7 mois après le blanchissement), l'étude se focalise sur les stations référentielles à l'Ouest (Sakatia, Nosy Tanga), Nord (Nosy kibo, Nosy Fanihy et Naventsy), Est (Antafianambity et Ambatozavavy) et Sud de Nosy Be (Nosy Vorona et Nosy Tanihely). Les données utilisées sont issues de deux sorties : en avril et octobre-novembre

Tableau N° 1 : Coordonnées géographiques des Sites/stations d'études autour de Nosy Be

Site de Récif	Catégories Station	Coordonnées géographiques	Orientation	Profondeur (m)	Observations
Nosy Sakatia Sud Est	Ampijoroa (STNBSE)	13°19'14.15" S 48°09'10.65"E	T1 et T2 vers N-E (45°) T3 et T4 vers S-W (230°)	6 à 12	STOuest (Site Ouest)
Nosy Tanga	STNBTANGA	13°22'02.17" S 48°10'36.70"E	T1 et T2 vers N-E (45°) T3 et T4 vers S-W (238°)	5 à 8	
Andilana (Nosy Kibo)	STNBAND	13°14'31.60"S 48°11'23.97"E	T1 et T2 vers NN-W (355°) T3 et T4 vers SS-E (175°)	5 à 12	STNord (Site Nord)
Nosy Fanihy	STNBNF	13°10'52.10"S 48°14'01.80"E	T1 et T2 vers 270° T3 et T4 vers 90°	8 à 14	
Navetsy	STNBNV	13°11'53.80" S 48°17'15.48"E	T1 et T2 vers N-W (295°) T3 et T4 vers S-E (170°)	5 à 8	STEst (Site Est)
Antafianambity	Ampiraignana (STNBPP52)	13°15'43,73" S 48°19'43,75" E	T1 et T2 vers N-W (280°) T3 et T4 vers S-E (145°)	6 à 11	
Ambatozavavy	Ambatomamoegny (STNBAZVV)	13°22'35,10" S 48°21'10,60" E	T1 et T2 vers NN-E (5°) T3 et T4 vers S-W (195°)	6 à 10	STSud (Site Sud)
Nosy Vorona Ouest	STNBNVoW	13°25'33.90" S 48°21'43.11"E	T1 et T2 vers N-E (105°) T3 et T4 vers S-W (270°)	6 à 10	
Nosy Tanihely	STNBTNH			5 à 14	

1.1-Prise de photos

Un plongeur scientifique a pris des photos/vidéo structurales de platiers récifaux durant les observations générales et sous les transects LIT avec l'appareil photographique sous marin pour témoigner de l'état actuel des hauts fonds et pour sauvegarder les informations.

1.2-Observations Générales de l'état des coraux

Les plongeurs ont observé les différentes catégories des colonies corallines (normales ou pâles, blanchies, mortes récentes seulement). Les évaluations de différentes catégories ont également été utilisées les pourcentages des coraux vivants normaux et les colonies corallines blanchies suivant les degrés de blanchissement. Ces observations sont faites sur la surface du platier et durent pendant 6 minutes environ.

1.3-Méthode de LIT (Line Intercepted Transect)

Elle se divise en deux : méthode de transect LIT, pour l'évaluation des différentes catégories benthiques et pour compter les poissons dans la surface délimitée.

1.3.1-Méthode de transect de LIT de différentes catégories benthiques

On met en place une ligne de transect de 100 m. Cette ligne se divise en 4 répliques de 20 m chacun et espacée de 5 m. On enregistre les différentes catégories benthiques sous les 4 répliques de 20 m.

1.3.1-Méthode de transect de LIT pour les poissons

Un transect LIT (mettre ruban de 100 m) a été mis en place pour dénombrer et estimer la taille des poissons dans la surface de 100 m de long sur 5 m de large (500m²).

II-RESULTATS DE SUIVI

2.1-Observations pendant le passage de blanchissement

Les travaux de plongée rapide ont été effectués au niveau de trois stations. Les valeurs moyennes de taux de la couverture obtenues par les plongeurs sont les suivantes :

- ✓ 45 à 59,5% des coraux vivants normaux (pâles) accompagnés de 6 % (au-delà de 8 m) à 18% (en surface entre 1 et 7 m de profondeur) des coraux blanchis à Befotaka ;



Photo n°1: Coraux blanchis observés sur les différentes profondeurs de la baie de Befotaka

- ✓ 21 à 30 % des coraux vivants normaux avec de 20 à 52,5% de coraux blanchis à Tanihely;



Photo n°2: Coraux blanchis observés sur les platiers récifaux de Tanihely

- ✓ 22 à 31% des coraux vivants normaux suivis de 30 à 40% des coraux blanchis à Nosy Vorona.

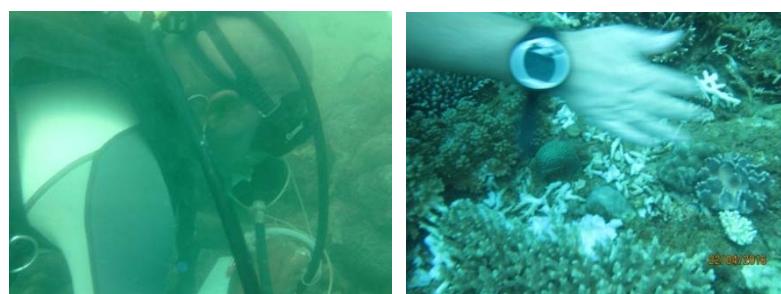


Photo n°3 : Coraux blanchis observés sur le platier de Nosy Vorona

2.2- Résultats de Transect benthique et des poissons

Les travaux d'étude s'effectuent en deux périodes, dont une partie en avril 2016 (pendant le passage de blanchissement des coraux) et l'autre partie en octobre-novembre 2016 (pour le suivi sur lesdites stations).

2.2.1-Période de passage du blanchissement des coraux

La figure ci-dessous montre les variations de valeurs moyennes (recueillies par les plongeurs) de taux de la couverture du benthos recueillies (coraux blanchis, coraux vivants normaux et autres catégories) entre la surface de 1 et 14 m.

Pour le site de Befotaka, en moyenne, les coraux durs blanchis varient de 7,50% entre 11 et 14 m de profondeur, 12,75% de 8 à 10 m et 15,27% de 1 à 7 m de profondeur.

Quant aux coraux mous, ont été constatées les variations de taux de couverture de 4,85% en surface, de 2% entre 8 et 10m et 1.25% au-delà de 11 m. Les taux des coraux vivants oscillent entre 47,62% (de 11 à 14 m) et 58,45% (de 8 à 10m de profondeur).

Pour la station de Tanihely, la valeur de taux de coraux blanchis est de 51,63% contre 25% de coraux vivants.

Quant à la station de Nosy Vorona, 38% de colonies coralliennes dures ont été blanchies.

D'une manière générale, le blanchissement attaque en particulier les espèces dominantes et les colonies coralliennes dures et molles en surfaces de 1 à 8 m.

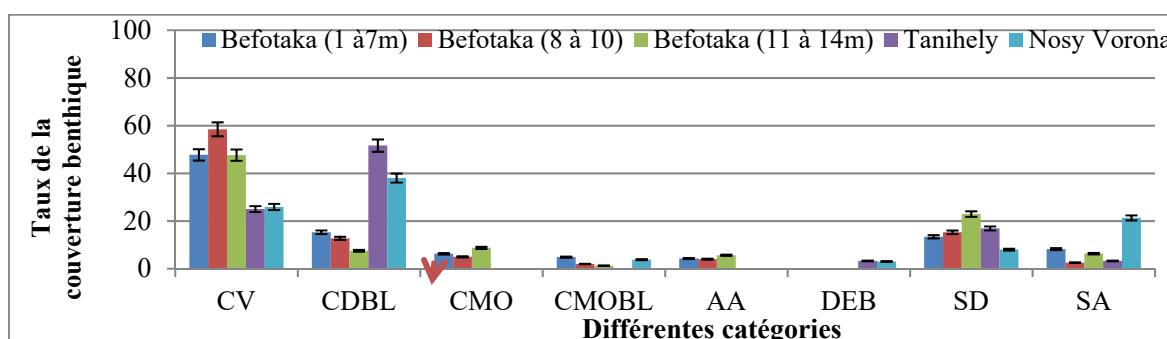


Figure n° 1 : Taux de la couverture du benthos pendant le passage de blanchissement sur les stations

CV : coraux vivants ; CXBL : coraux morts récemment par blanchissement ; CMO : coraux mous et autres : *Aglaophenia*

2.2.2-Résultats de Transect « LIT » pour le suivi en octobre-novembre 2016

Le suivi des stations référentielles du CNRO (groupés en 4 sites) a été effectué sept mois après le passage de blanchissement. L'étude se base sur les coraux (morts par blanchissement et vivants) et de biomasse des poissons.

Cette figure montre les variations de valeurs de taux de recouvrement de coraux vivants et des coraux morts récemment par le blanchissement. Une chute remarquable de coraux vivants a été observée au site Est de 74,85% en 2014 à 21,37% en 2016 contre 46,19% des coraux morts par le blanchissement (cf Figure 2 et photos 4). Alors, les valeurs des autres sites varient entre 32,64 (Ouest) et 55,44 % (Sud) contre 12,52 à 26,91% des coraux morts par blanchissement. Le phénomène de blanchissement en mars 2017 est donc un événement catastrophique qui perturbe les habitats, la rugosité du platier suivi la rupture de la chaîne alimentaire et le déplacement massif des poissons vers les autres endroits plus profonds.

On tient à préciser qu'il y a des algues filamentueuses recouvrant les calices des branches de coraux morts. Ces calices ne sont pas visibles, les algues se densifient et masquent la plupart de calices.

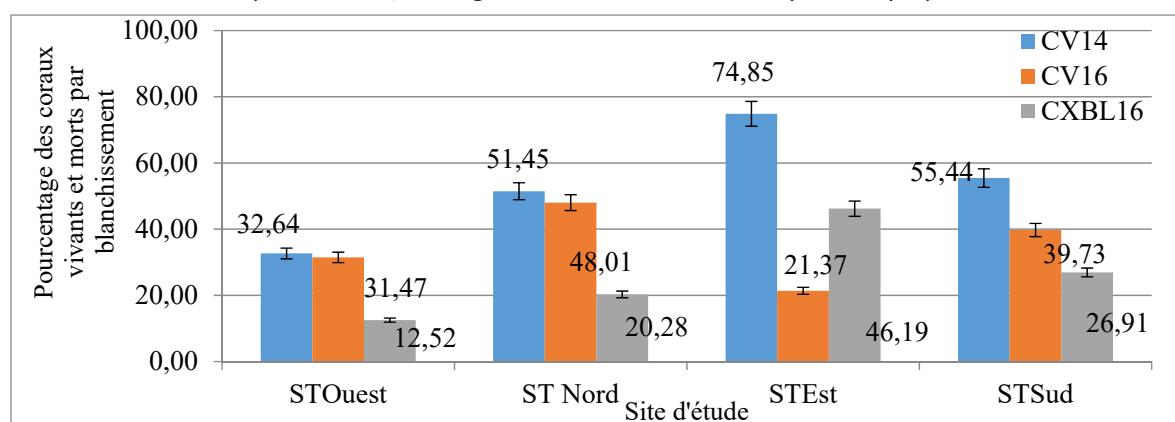


Figure n°2 : Etat de platier récifal aux 4 sites (ST : site, CV : coraux vivants et CXBL : coraux morts par blanchissement)

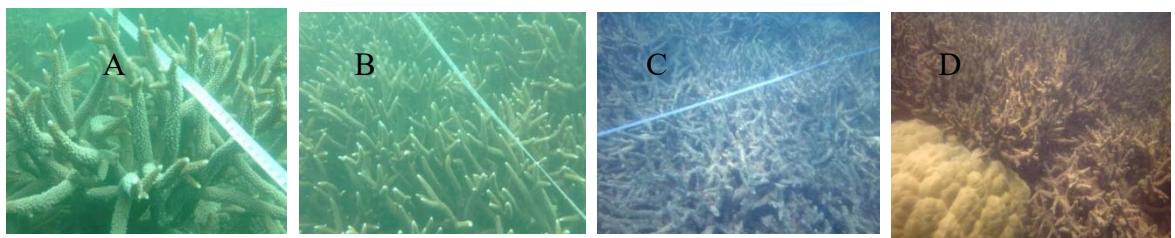


Photo n°4 : Etat de platier récifal au site Est (A et B : Platier d'Ambatozavavy en 2014 ; C et D : Platier en 2016)

2.2.3-Résultats de transect « LIT » des poissons

En conséquence, les biomasses de poissons de chaque site de l'étude décroissent entre 3 061,43 kg/ha (en 2014) et 82,96 kg/ha (en 2016). Les biomasses totales des poissons en 2014 estimées diminuent de 8 257,22 kg/ha à 1 148,70 kg/ha en 2016 - soit une perte de 7 tonnes en deux ans. La diminution catastrophique de biomasse est due à la mort massive des coraux qui provoque le changement radical de rugosité du platier suivi le déplacement de poissons dans l'autre endroit profond ou vers la pente externe du platier. Durant de la mission de suivi en octobre-novembre 2016, les poissons ne retournent pas dans le milieu habituel.

Durant la mission de suivi, les villageois ont donné quelques remarques à la diminution des produits capturés par les pêcheurs après le passage de blanchissement. Avant 2014, les poissons capturés par pêcheur étaient importants pour la consommation locale Actuellement, ces produits capturés décroissent de jour en jour par les effets de la destruction humaine de récifs coralliens autour de Nosy Be.

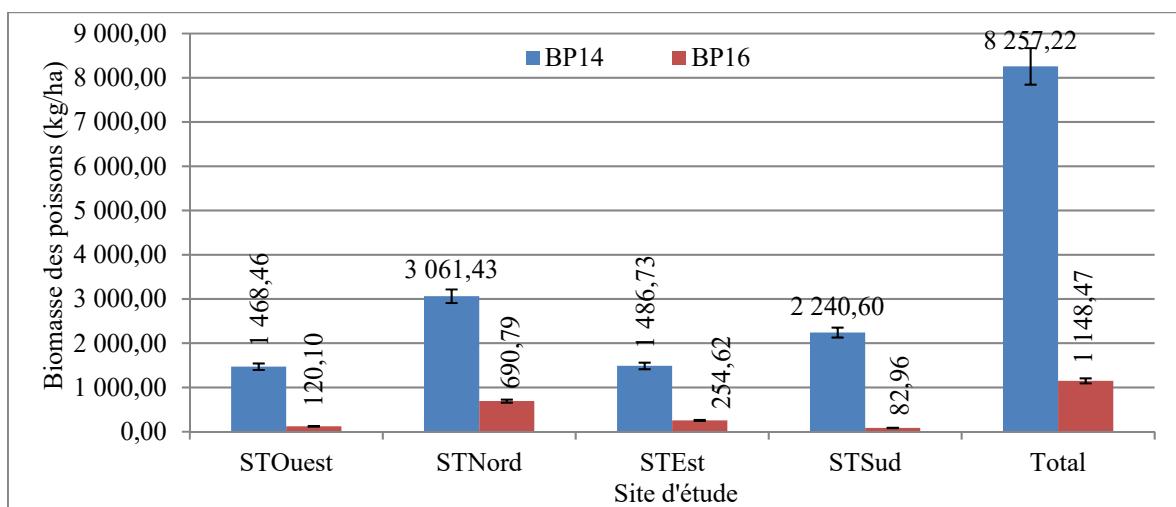


Figure n°3 : Biomasse des poissons au niveau de 5 sites d'étude

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le CNRO a organisé deux missions, dont une mission rapide pour l'observation pendant le passage du phénomène de blanchissement et des missions de suivi en 2014 -2016. Ces deux types de missions ont permis d'évaluer l'état de santé des récifs autour de Nosy Be. Les coraux blanchis autour de Nosy Be sont uniquement liés à l'augmentation de la température. La dessalure, la sédimentation n'entrent pas en ligne de compte.

Le passage catastrophique du phénomène de blanchissement en mars 2016 provoque la mort massive des colonies coralliniennes (dures et molles) de 1,25 à 46,19% et la diminution épouvantable de la biomasse de poissons. La plupart des poissons se déplacent vers l'endroit profond. Le blanchissement de coraux est l'un des indicateurs de changement climatique très approprié. Ce passage de blanchissement modifie la rugosité ou la complexité de platiers coralliens et la biodiversité des poissons. En plus des dégâts du passage de phénomène de blanchissement, les récifs coralliens autour de Nosy Be sont aussi endommagés par les matériels destructifs tels que les nasses ou les casiers qui ont besoin de blocs coralliens vivants et/ou morts, filets de plage (ramikôko) qui raclent les coraux vivants et morts, ...) ainsi que les coups de palmes des touristes.

Le CNRO envisage la transplantation de coraux (durs et mous) en partenariat avec d'autres institutions et organismes.

REFERENCES

- CARREIRO SILVA, M. et MCCLANAHAN, T. R., 2001. Echinoid bioérosion and herbivory on Kenyan coral reefs: the role of protection from fishing, 2001. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 262, no 2, p. 133-153.
- Clua E., 2004. Influence relative des facteurs écologiques et de la pêche sur la structuration des stocks de poissons récifaux dans six pêcheries du royaume des Tonga (Pacifique sud), thèse de doctorat, EPHE, 226p.
- DAGET J., 1976 : Les modèles mathématiques en écologie, *Coll. Ecologie*. Ed. Masson Paris, 172 p.
- DAJOZ R., 1971 : Précis d'écologie. Ed. Dunod Paris, 434 p.
- DENNIS KING, 1996: Reef Fishes & Corals East Coast of southern Africa: p.128
- E. LIESKE ET AL, 2005 : Guided des poissons des récifs coralliens (plus de 2000 espèces décrites et illustrées. p400.
- EWALD LIESKE & R.F. MYERS, 1995 : Guide des poissons des Récifs Coralliens, région Caraïbe, Océan Indien, Océan Pacifique, Mer rouge. Adaptation Française d'y Bouchon-Navaro. : p.400
- LOPE JEAN CHARLES et al., 2001 : Suivi Bioécologique des trois Parcs Marins Masoala p 96.
- Marc Jaquet et al, 2007: Guide pratique de poissons de l'océan indien et de la mer rouge, P.527
- MCCLANAHAN, T. R., 2001. Is there a future for coral reef parks in poor tropical countries. *Coral Reefs*, 1999. vol. 18, no 4, p. 321-325.
- OBURA, David et GRIMSDITCH, G., 2009. Resilience Assessment of coral reefs: Assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress. IUCN,
- Veron JEN, 2000; Corals of the World. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia. Vol. 1-3
- WILKINSON et al., 1984. ASEAN (Association of South East Asian Nations), Classification de l'état de santé des récifs selon ASEAN.14 p.
- YANN FREJAVILLE, 2013. Manuel des méthodes de suivi écologique des écosystèmes marins. P.29.

11. Etude de la capacité de résilience de l'écosystème mangrove : cas de Lavenombato, Sud-Ouest de Madagascar

RASOAVOLOLONJANAHARY Myria Flore Horthancya, YOUSSEUF Jacky Antho et MAHATANTE Tsimanaoraty Paubert

Faculté des Sciences-Mention Sciences de la vie, Université de Toliara ; Institut Halieutiques et des Sciences Marines (IH.SM) et Centre Universitaire Régional Androy (CURA), Université de Toliara

INTRODUCTION

La mangrove, connue sous le nom « honko » en malgache, est une formation forestière constituée par des arbres et des arbustes appelés palétuvier. C'est une formation très fragile qui se développe sur les bandes côtières protégées des régions tropicales et subtropicales, adaptée aux sols saumâtres et humides périodiquement envahies par des marées. L'action de l'homme entraîne la transformation ou la dégradation des communautés biologiques (PRIMACK & RATSIARISON, 2005).

La culture sur brûlis en amont, sous l'effet du changement climatique, et la coupe de bois de palétuviers pour satisfaire les besoins quotidiens ont des impacts négatifs sur la mangrove entre autres l'ensablement de la mangrove en aval, la diminution de la surface recouverte par la mangrove ainsi que la perte de la biodiversité floristique et faunistique.

Cette étude a pour objectifs de déterminer les divers services écosystémiques que fournit la mangrove aux communautés riveraines, d'identifier les différentes pressions et leurs impacts sur cet écosystème et d'évaluer la capacité de résilience de ce dernier pour en faire face.

I- DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1.Situation géographique

La mangrove de Lavenombato se trouve sur la rive gauche du fleuve de l'Onilahy, dans la Commune Rurale de Saint Augustin, environ 35 km au sud de la ville de Toliara, district de Toliara II, Région Sud-

ouest de Madagascar (figure n° 1). Ses coordonnées géographiques se situent dans la latitude 23° 34' S et la longitude 43° 45' E.

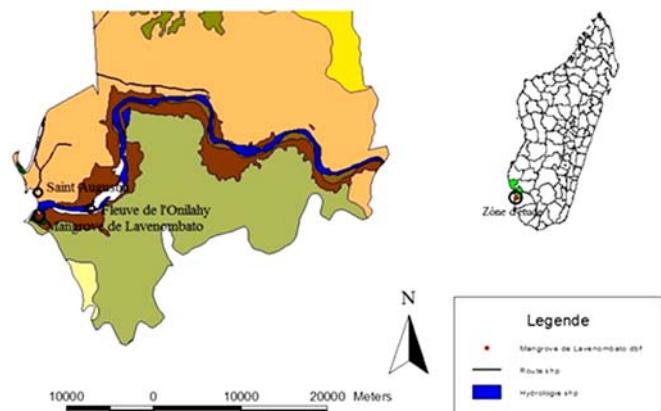


Figure 1 : localisation de la zone d'étude, BD 500. FIDISOAVONINARIVO, 2015

II-1- Méthode d'études

Plusieurs approches ont été faites pour avoir des données sur les pressions dans la mangrove de Lavenombato

a- Approche écosystémique

▪ Inventaire floristique

Pour étudier les espèces floristiques de la mangrove, la méthode de relevé de PCQM selon DHADOUS-GUEBAS (2006) a été adoptée. Cette méthode est utilisée pour inventorier une formation végétale ayant moins de 30 espèces. Le principe est comme suit: un transect de 50m a été mis en place dans la mangrove en utilisant une corde en plastique. Ce transect est perpendiculaire au chenal ou à la côte. Un point d'arrêt pour faire le comptage des pressions est marqué tous les 10 m. Ce point constitue le centre de la zone à inventorier.

Ensuite, la surface autour de ce centre est divisé en 04 subplot de 05m x 05m à l'intérieur duquel où l'inventaire floristique a été effectué (figure 2).

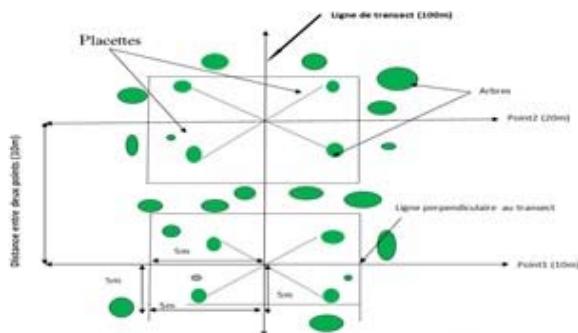


Figure 2

APPROCHE SOCIALE

▪ Méthode d'étude des différentes pressions

Elle est basée sur des enquêtes sous forme d'interviews auprès des populations locales en utilisant des fiches portant sur les objectifs fixés auparavant. De plus, des observations directes sur terrain ont été nécessaires pour vérifier les données obtenues lors des enquêtes

▪ Evaluation des impacts des pressions

Elle se fait par l'utilisation de diagramme de cause à effets et la prise des coordonnées géographiques pour déterminer la surface actuelle de la mangrove étudiée.

III- RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III-1- La diversité floristique de la mangrove de Lavenombato

La mangrove de Lavenombato est composée de 06 espèces de palétuviers qui se répartissent en 04 familles (Tableau n° 1).

Tableau n°1: les espèces de palétuviers rencontrées dans la mangrove de Lavenombato

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires
Acanthaceae	<i>Avicennia marina</i>	Afiafy
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	Tangampoly
	<i>Ceriops tagal</i>	Tangambavy
	<i>Rhizophora mucronata</i>	Tangandahy
Lythraceae	<i>Sonneratia alba</i>	Bonaka
Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i>	Voavorotse

III-2- Les différentes pressions observées dans la mangrove de Lavenombato

a) Les pressions anthropiques directes

Diverses pressions anthropiques ont été rencontrées dans la mangrove de Lavenombato :

- La coupe pour la cuisson de sokay
- La coupe pour le bois d'énergie
- La coupe pour le bois de construction

Ainsi, l'espèce *Xylocarpus granatum* est la plus appréciée par la population locale. Elle présente un pourcentage assez élevée, de l'ordre 80% des bois coupés recensés.

b) Les pressions anthropiques indirectes

- L'effet combiné de la déforestation en amont et le changement climatique provoquent le déracinement des palétuviers en aval pendant la période de pluie.
- Les sables emportés par le fleuve pendant la saison de pluie étouffent les racines de palétuviers.

c) Les pressions naturelles dans la mangrove de Lavenombato

- Sous l'action du vent «Tsiokantimo», le sable étouffe les racines aériennes des palétuviers.
- L'érosion contribue au recul de la surface de mangrove de Lavenombato.
- Une grande quantité de roches calcaires venant de la falaise est tombée du côté de la mangrove. Et ceci entraîne une perturbation sur le développement des jeunes plants de palétuviers.
- L'augmentation de la température sous l'effet du changement climatique provoque la sursalination du sol de mangrove.
- Le cyclone est également un agent dévastateur qui peut provoquer des dégâts.

III-3- Impacts des pressions sur la mangrove de Lavenombato

L'impact de ces différentes pressions se manifeste par la diminution de la surface de la mangrove qui était 2ha en 2007 et devenue 1,90 ha actuellement.

DISCUSSIONS

La mangrove de Lavenombato est considérée comme riche en espèces (6 espèces), en comparant avec le nombre d'espèces de palétuviers existantes à Madagascar (8 espèces). Cette formation végétale est menacée par diverses pressions anthropiques car selon VOOLONIAINA, 2008 et RASOLOFO en 2011, l'utilisation prépondérante de bois de palétuviers dépend de la disponibilité et de la proximité d'autres ressources ligneuses. Et l'espèce *Xylocarpus granatum* est la plus dense et dominante dans la zone d'étude. Ceci est lié à la présence de l'apport en eau douce qui est favorable à son développement. Elle est également appréciée par la population à cause de la dureté de son bois.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La mangrove de Lavenombato présente un intérêt biologique, écologique et socio-économique importante. Pour réduire les impacts des différentes pressions dans cette formation végétale, quelques recommandations ont été avancées:

- Sensibiliser les populations en amont en vue de réduire le défrichement qui est la cause principale du changement climatique et l'ensablement de la mangrove.
- Mettre en place un système de gestion appropriée dans la mangrove de Lavenombato

BIBLIOGRAPHIE

DAHDOUH-GUEBAS, 2006. Empirical estimate of the reliability of the rise of the Point-Center Quarter Method (PCQM); solutions to ambiguous field situations and descriptions of the PCQM protocol, Forest ecology and Management 1-18pp.

PRIMACK, R.B. & RATSIRARSON, J. 2005. Principe de base de la conservation de la biodiversité. École Supérieure en Science Agronomique centre d'information Technique et Économique. SEDICO, Antananarivo. 294 p.

RASOLOFO, V.M. 2011. Etude écologique des ressources crevettières dans les mangroves de la Baie d'Ambaro (Nord Ouest de Madagascar) en vue d'une gestion durable de leur exploitation. Thèse de doctorat de 3è cycle. Université d'Antananarivo.250p.

VOLOLONIAINA, H.J. 2008. Editeur scientifique, HONKO, Département de la Biologie et Ecologie Végétale Faculté des sciences d'Antananarivo, 248p.

12. Utilisation de l'imagerie satellitaire pour le suivi spatial des mangroves - Cas de la NAP Bombetoka

RAOELISOLONARIVONY¹, Mevasoa ANDRIAMADIA², Navalona ANDRIAMIANDRISOA³, Solofo RAKOTONDRAOMPIANA¹, Solofoarisoa RAKOTONIAINA¹, Roger Edmond²

¹ Institut et Observatoire de Géophysique d'Antananarivo, Université d'Antananarivo ; ²Département de Biologie et Ecologie Végétales, Université d'Antananarivo ; ³ Association Reniala

Introduction

Les forêts de mangrove sont, en général, fragiles et sont considérées comme une priorité en termes de conservation de la biodiversité (Valiela et al. 2001). Les écosystèmes de mangrove en bonne santé peuvent jouer un rôle important dans l'atténuation des effets des changements climatiques (Jones, 2013), dans la protection contre l'élévation du niveau des mers et contre les tempêtes(Ramsar, 2002). Ils ont aussi été, depuis toujours, à la base des moyens de subsistance de la population locale, leur fournissant de la nourriture, du bois de chauffe ainsi que du bois de construction (Rasolofo, 1997). Toutefois, au fil du temps, les tentatives d'exploitation abusive de cette richesse se sont amplifiées, et ce, à grande échelle (ANGAP, 2007). Et malgré les différentes activités internationales sous différents programmes environnementaux, la conservation des mangroves n'est pas encore considérée par tous comme une priorité (Andriamalala, 2007). Pour y remédier, il paraît nécessaire d'effectuer une étude approfondie de son écosystème ainsi que de son environnement.

Une recherche fondée sur l'inventaire et la cartographie des mangroves de Madagascar fut recommandée par Bunyard et Ward (1992), afin de mettre en place un programme de conservation et de gestion durable des mangroves du pays. D'autres programmes de recherches menés par l'ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer, actuellement l'IRD ou Institut de Recherche pour le Développement), en coopération avec le CNRE (Centre National de Recherches sur l'Environnement) ont également été réalisés dans la Région de Menabe, axés sur la dynamique des mangroves, la valorisation des systèmes de production et sur l'inventaire des ressources de ces écosystèmes (Chartier, 1994).

Dans le présent travail, on s'est proposé de faire un suivi de l'évolution des mangroves de la baie de Bombetoka entre 2007 et 2017, au moyen de l'outil de télédétection spatiale. En effet, les peuplements les plus importants de mangrove se retrouvent autour des baies de Mahajanga et de Bombetoka. Cette baie abrite la quasi-totalité des espèces de mangroves existant dans la partie Ouest de Madagascar (Lebigre, 1990). L'observation des mangroves nécessite une connaissance de la répartition spatiale de la végétation, ce qui justifie le fait de combiner les techniques de traitement d'image et l'approche écologique (Green et al. 2000).

Matériels et méthodes

1) Description de la zone d'étude

Avec une superficie de 71 943 Ha, la nouvelle aire protégée de Bombetoka se trouve dans le Nord-Ouest de Madagascar à 38 km au sud de la ville de Mahajanga(FANAMBY, 2008). Repérée par les coordonnées 15°48'55"Sud et 46°16'13"Est, elle est à cheval des trois districts Mahajanga II, Mitsinjo et Marovoay (Fig.1). Le site compte 22 îlots de mangrove, au cœur du delta de la Betsiboka, habitat naturel de nombreuses espèces d'oiseaux endémiques; des lambeaux de forêts sèches caducifoliées subsistent sur les deux rives du fleuve (FANAMBY, 2008). Cinq Communes sont concernées par la présente recherche à savoir Boanamary, Marovoay Banlieue, Bemaharivo, Manaratsandry et Katsepy (Fig.1).Deux saisons se distinguent dans la Nouvelle Aire Protégées (NAP): une saison pluvieuse, allant du mois de novembre en avril, et une saison sèche partant du mois de mai au mois d'octobre. On y rencontre aussi deux types de vents : le vent d'alizée qui souffle entre les mois de juillet et de septembre ; puis le vent de mousson qui souffle entre octobre et février. La température varie entre 27 et 33°C et la précipitation moyenne annuelle est de 184 mm

Fig.1 Situation de la zone d'étude

2) Données utilisées

Les données que nous avons utilisées pour l'établissement des cartes d'occupation des terres sont des images Landsat 7 et Landsat 8 (tableau I), téléchargeables auprès du site de la NASA, en saison sèche et en saison humide ; ceci, en vue d'enrichir les paramètres lors la définition des classes thématiques. En plus de ces images, on a également eu recours à l'utilisation de données de type vecteur ou polygone, qui nous ont permis de découper la scène suivant le contour exact de la zone d'étude. Dans le cas présent, ces données «vecteur» ont été obtenues auprès du site web de REBIOMA.

Tableau. I Caractéristiques des images Landsat 7 et Landsat 8

Landsat-7			Landsat-8		
Bandé	Bandé spectrale (μm)	Résolution	Bandé	Bandé spectrale	Résolution
1	0,45 - 0,515 bleu	30mx30m	1	0,43 - 0,45 aérosol	30mx30m
2	0,525 - 0,605 vert	30mx30m	2	0,45 - 0,51 bleu	30mx30m
3	0,63 - 0,69 rouge	30mx30m	3	0,53 - 0,59 vert	30mx30m
4	0,75 - 0,90 PIR	30mx30m	4	0,64 - 0,67 rouge	30mx30m
5	1,55 - 1,75 MIR1	30mx30m	5	0,85 - 0,88 PIR	30mx30m
6	10,4 - 12,5 IRT	60mx60m	6	1,57 - 1,65 MIR1	30mx30m
7	2,09 - 2,35 MIR2	30mx30m	7	2,11 - 2,29 MIR2	30mx30m
PAN	0,50 - 0,90	15mx15m	PAN	0,50 - 0,68	15mx15m
			Cirrus	1,36 - 1,38	30mx30m

3) Méthodologie

Avant de procéder au traitement d'images proprement dit, certaines améliorations ont été apportées aux données sources, en vue d'améliorer la qualité de la classification des unités de couverture des terres. Il s'agit de la fusion qui consiste à extraire les informations redondantes et complémentaires d'un ensemble d'images d'entrée et à les fusionner en une nouvelle image unique et plus complète (Fig.2,3,4)(LIANG Shouzhen and LI Lanyong, 2008). A titre de rappel, la classification est utilisée pour

identifier et classer numériquement des pixels sur une image(Richards and Jia, 2006).Les figures 2, 3 et 4 reflètent le mécanisme de la fusion d'image satellitaire.



Fig.2 Image multispectrale de résolution 30m

Fig.3 Image panchromatique de résolution 15m

Fig.4 Image fusionnée de résolution 15m

La définition des classes d'occupation du sol (comme l'eau, la végétation, les sols, ...) a été obtenue en combinant un certain nombre de techniques, y compris l'interprétation visuelle des images reposant sur la forme, la couleur, la texture et le contraste général de l'image. On a aussi procédé à l'extraction des informations utiles contenues dans les images par analyse en composantes principales et par le calcul d'indices ; ces indices sont fondés sur des opérations arithmétiques entre deux bandes spectrales(Gao, 1996) . On peut, par exemple, citer l'indice de végétation NDVI qui vaut $(\rho_{PIR} - \rho_R)/(\rho_{PIR} + \rho_R)$ ou l'indice de l'eau NDWI qui lui est égal à $(\rho_{PIR} - \rho_{MIR})/(\rho_{PIR} + \rho_{MIR})$, afin de mettre en évidence respectivement la végétation ou les zones humides. ρ_{PIR} , ρ_R , ρ_{MIR} qui désignent successivement la valeur des réflectances pour les bandes proches infrarouge, rouge et moyenne infrarouge. Les indices, quant à eux, améliorent de façon considérable le pouvoir discriminant des compositions colorées et des algorithmes de calculs, permettant ainsi la classification supervisées (BONN, 1996). Pour la définition des unités d'occupation des terres, la nomenclature des unités de couverture des terres écosystémiques (UCTE) élaborée par la FAO a été utilisée ; celle-ci propose un niveau agrégé de 15 classes. Enfin, pour compléter les étapes précédentes, une descente sur terrain pour prélever des échantillons et pour vérifier les classes, a été réalisée. Une fois, toutes les données nécessaires recueillies, on peut procéder à la classification d'image.

Résultats et interprétations

Une fois les étapes précédentes complétées, on obtient aisément les cartes d'occupation des terres correspondant aux années 2007 et 2017. On a, de ce fait, réalisé des classifications supervisées de type « neural net » avec des précisions globales de 88,69% pour 2017 et de 89,76% pour 2017, et avons obtenu les résultats suivants sur changement d'occupation des terres :

Tableau. II Superficie des classes d'occupation des terres pour la NAP Bombetoka

Classes	Superficie 2007 (ha)	Superficie 2017 (ha)
Village	63	129
Culture	477	1289
Savane herbeuse	4644	4172
Savane arbustive	9883	6718
Forêt intacte	667	414
Forêt dégradée	1837	3553
Mangrove intacte	1149	2108
Mangrove dégradée	9380	7875
Mangrove très dégradée	11180	11089
Tanne	10156	2362
Sol nu	1186	9638
Sable	1470	3958
Eau	19878	18667

En d'autres termes, un grand nombre de changements sont notés sur l'occupation des terres du site Bombetoka en 10 ans. Il peut s'agir aussi bien de création, que de disparition des couvertures des terres. Pour les villages, une hausse d'environ 66 ha est notée, ceci est lié aux migrations individuelles venant de la ville de Mahajanga et d'autres régions, vers la NAP. De même, pour la culture, on constate également une nette augmentation de 812 ha liée à l'accroissement de la population. Les savanes,

quant à elles, ont diminué d'environ 3637 ha, suite à une conversion progressive en champs de culture. Les forêts intactes ont également connu une diminution de l'ordre de 253 ha, à cause de l'exploitation abusive de bois. La superficie des mangroves a aussi connu une importante baisse résultant de la conversion en surfaces artificielles, du recul des plages, de l'ensablement et de l'immersion prolongée de certaines zones, ainsi que des cataclysmes naturels. Les tannes ont diminué, suite à la conversion en surfaces artificielles. La surface des sols nus a augmenté à cause de la propagation des feux de brousse. Les bancs de sable ont aussi augmenté du fait de la création de nouvelles îles. Pour terminer, le stock d'eau de la NAP a baissé considérablement en l'espace de dix ans à cause de la diminution des pluies. Au fil du temps, la plupart des détériorations des ressources naturelles de la NAP sont principalement dues aux activités anthropiques.

Discussion et recommandations

Les données sur l'évolution des mangroves de Bombetoka ont été comparées avec celles de la FAO, mais à petite échelle. Pourtant, même à différentes échelles, on a remarqué que nos résultats et ceux de la FAO confirmaient la même chose: la dégradation progressive des mangroves. Une diminution des mangroves de l'ordre de 2,9% en l'espace de dix ans est enregistrée pour Bombetoka, tandis que, dans les données de la FAO est de 0,2% pour une même durée. Cet écart est dû à la globalisation des données. Nous suggérons alors d'adopter la méthode de suivi à grande échelle pour tous les sites importants, surtout ceux qui sont riches en écosystème de mangrove.

Conclusion

Cette étude nous a permis d'établir des cartographies à grande échelle de l'occupation du sol de la baie de Bombetoka entre 2007 et 2017 et aussi de connaître l'évolution spatiale des mangroves entre ces dates. La méthodologie basée sur les différentes techniques de traitement d'image appliquées aux images Landsat 7 et Landsat 8, combinée à l'observation sur terrain nous a permis de différencier treize unités thématiques pour notre site d'étude (tableau. II). Ces cartes à grande échelle s'avèrent être d'une grande utilité pour le suivi écologique de la NAP Bombetoka, en particulier de l'écosystème mangrove associé. C'est aussi une base de données pour d'éventuels projets de gestion du littoral ouest malgache.

Références bibliographiques

- Ramsar (2002). Les zones humides, l'eau, la vie et la culture. 8^e session. Résolution VIII.32.
- Bunyard, A. et Ward, A. (1992). Mangroves of Africa and Madagascar. CEC. Luxembourg. 153-168.
- Henry, Ph. et Henry, C.C. (1994). La lagune sur Belo-sur mer, espace de vie et de ressources-communication séminaires CNRE/ORSTOM sur hommes et mangroves dans le Menabe, Morondava. Juin 1994.
- Chartier, C. H. (1994). Perception, gestion et dynamique de l'environnement maritime et terrestre dans la région de Belo-sur-mer (côte ouest de Madagascar). Géographie. Paris, Université de Paris X-Nanterre: 114.
- Jones, T. 2013. Shining a light on Madagascar's mangroves. Madagascar Conservation & Development 8:4-6.
- Rasolofo, M. V. 1997. Use of mangroves by traditional fishermen in Madagascar. Mangroves and Salt Marshes 1:243-253.
- ANGAP. 2007. Rapport sur la Convention de Nairobi. ANGAP.
- Lebigre, J. M. (1990). Les marais maritime de Gabon et de Madagascar. Contribution géographique à l'étude d'un milieu naturel tropical. Livre 1-2-3. Thèse de doctorat d'état. Institut de géographie, Université de Bordeaux III
- VALIELA, L., J.L., B. and J.K., Y. (2001). "Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments." Bioscience 51(10): 807-815.
- Andriamalala, C.A.J., 2007. Etude écologique pour la gestion des mangroves à Madagascar: comparaison d'une mangrove littorale et d'estuaire à l'aide de la télédétection. University_of_Basel.
- FANAMBY, 2008. Bombetoka – FANAMBY.
- Gao, B.-C., 1996. NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sens. Environ. 58, 257–266.
- LIANG Shouzhen, LI Lanyong, 2008. THE FUSION OF SPOT PANCHROMATIC AND TM MULTISPECTRAL IMAGE BASED ON MULTI-BAND BIORTHOGONAL WAVELET.
- Richards, J.A., Jia, X., 2006. Remote sensing digital image analysis: an introduction, 4th ed. ed. Springer, Berlin.
- Serra, P., Pons, X., Saurí, D., 2003. Post-classification change detection with data from different sensors: Some accuracy considerations. Int. J. Remote Sens. 24, 3311–3340. doi:10.1080/0143116021000021189
- BONN, F., 1996 : Précis de Télédétection, Vol. 2, Application thématique. Edition Marquis, Presses de l'Université du Québec, (AUPELF, Sainte - Foy), 633 p

13. Identification des pressions dans les mangroves d'Ankilahila dans la région Boeny

Zolalaina ANDRIAMANANTENA¹, Hery Lisy Tiana RANARIJAONA¹

¹ Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels- Université de Mahajanga-

I-Introduction

Les mangroves sont des formations forestières caractéristiques des zones côtières dans les régions tropicales et intertropicales, se développant le long des estuaires et dans des marais directement reliés à la mer. Dans le monde, la superficie totale des mangroves est évaluée à quelques 23 millions d'hectares. A Madagascar, elles occupent 327000 ha (Randriatompson, 2007). Elles sont gérées par la communauté locale de base ou Vondron'Olona Ifotony ZAMIA dans le fokontany Ankilahila.

Les mangroves, écosystème unique et irremplaçable, jouent un rôle écologique et économique très important. Cependant, les mangroves subissent différentes pressions depuis quelques décennies. La présente étude s'intitule «Identification des pressions dans les mangroves d'Ankilahila dans la région Boeny». La question se pose donc: «Y-a-t-il des mesures pour atténuer les différentes pressions?» L'objectif principal consiste à mettre en évidence toutes les pressions et menaces sur cet écosystème. Il s'agit spécifiquement (i) de mieux comprendre le potentiel de cet écosystème et (ii) d'identifier tous les types de pressions en vue de bien gérer les ressources naturelles mangroves.

II-Méthodologie

II-1 Zone d'étude

Le fokontany Ankilahila est situé à 10 km au nord du chef-lieu de la commune rurale de Betsako, du District de Mahajanga II dans la Région Boeny et environ à 47 km de la ville de Mahajanga. La mangrove d'Ankilahila est située à 15°33' de latitude Sud et 46°30' de longitude Est.

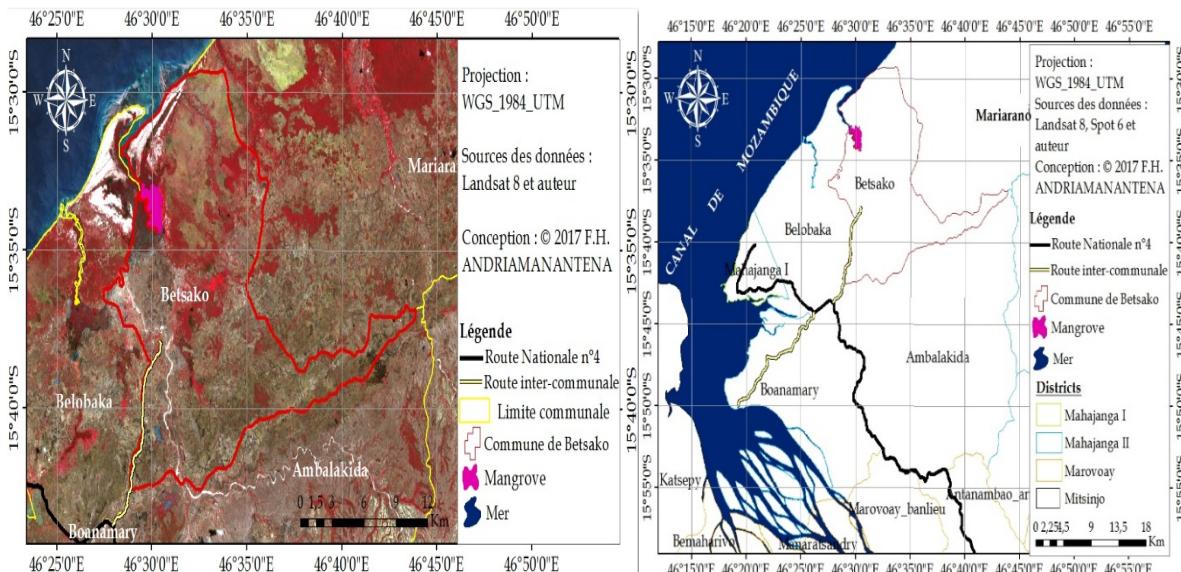


Figure 1: Carte de localisation du fokontany Ankilahila

II-2 Méthodes

La prospection se fait à pied afin de se familiariser avec la végétation et ses caractéristiques écologiques ainsi qu'avec les espèces existantes.

Pour les relevés écologiques, la méthode de transect de Duvigneaud et la méthode de placeau de Braun-Blanquet ont été appliquées. Pour établir une liste floristique, la méthode de transect de Duvigneaud (1980) a été adoptée. Chaque transect est constitué d'une suite de 10 placettes contigües de dimension de 10 m x 10 m soit 100 m². Pour ressortir l'aspect floristique de la formation végétale étudiée, la méthode de placeau, selon Braun-Blanquet (1965) a été adoptée. Cette technique permet une étude quantitative d'une végétation homogène sur une surface de 50 m x 20 m ou 1000 m² subdivisée en 10 placettes de 10 m x 10 m à l'intérieur desquelles les espèces ont été inventoriées.

Pour le traitement des données, le taux de régénération, la fréquence spécifique et la densité ont été calculés. Le taux de régénération ou TR est défini comme étant le pourcentage des individus régénérés par rapport au nombre des individus semenciers (Rothe, 1964). L'étude de la régénération naturelle permet de savoir le dynamisme et la capacité de reconstitution de la mangrove. La fréquence, estimée

en pourcentage est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce (n) sur le nombre total d'individus inventoriés (N). La densité (D) est le nombre d'individus présents considéré par unité de surface (Dajoz, 1975).

Les relevés écologiques sont complétés par les enquêtes ethnobotaniques et socio-économiques. Les enquêtes ont été effectuées de façon individuelle ou collective, sous forme de questions fermées, semi-ouvertes ou ouvertes (Martin, 1995).

III-Résultats

III-1 Caractéristiques floristiques

Cinq espèces de palétuviers réparties dans trois familles ont été recensées à Ankilahila. La famille des RHIZOPHORACEAE domine avec trois espèces. La liste de ces espèces est dans le tableau 1 suivant.

TABLEAU 1. LISTE DES ESPECES RECENSEES A ANKILAHILA

FAMILLES	NOMS SCIENTIFIQUES	AUTEURS	NOMS VERNACULAIRES
AVICENNIACEAE	<i>Avicennia marina</i>	Vierch	Afiafy
COMBRETACEAE	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Wild.	Lovinjo
RHIZOPHORACEAE	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	(Perr) Robinson	Tangampoly
	<i>Ceriops tagal</i>	Perr.	Honkovavy
	<i>Rhizophora mucronata</i>	Lamk.	Honkolahy

Avicennia marina est la plus abondante (44,86%) suivie des RHIZOPHORACEAE (entre 8,77% et 23,78%). *Lumnitzera racemosa* est plus faible en effectifs (3,20%). *Avicennia marina* et tous les RHIZOPHORACEAE ont un taux de régénération supérieur à 100%, ce qui signifie une bonne santé de régénération. Seul *Lumnitzera racemosa* a un taux égal à 11,76% signifiant une mauvaise régénération. La densité et la fréquence spécifique ainsi que la régénération sont calculées et montrées dans le Tableau 2 suivant.

TABLEAU 2. DENSITE, FREQUENCE ET REGENERATION DES ESPECES DE PALETUVIERS DANS L'ENSEMBLE DES RELEVES EFFECTUES A ANKILAHILA

Espèces	Densité (ind/ha)	Fréquence spécifique (%)	Taux de régénération (%)
<i>Avicennia marina</i>	1773	44,86%	106,20%
<i>Lumnitzera racemosa</i>	127	3,20%	11,76%
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	347	8,77%	136,36%
<i>Ceriops tagal</i>	767	19,39%	112,96%
<i>Rhizophora mucronata</i>	940	23,78%	104,35%

III-2 Utilisations, menaces, pressions et conséquences sur la mangrove d'Ankilahila

III-2-1 Utilisations locales des mangroves

Les produits issus des mangroves sont à usages domestiques, tels que le bois de chauffe ou le bois dans la construction (cases ou clôture des parcs à zébus). Les crabes et les poissons sont exploités de manière traditionnelle. Les espèces de palétuviers ont des fonctions thérapeutiques, tel est le cas de l'*Avicennia marina* pour laquelle les feuilles sont utilisées contre les diarrhées ou encore l'écorce de *Lumnitzera racemosa* utilisée contre les maux de ventre.

III-2-2 Pressions anthropiques

Les mangroves d'Ankilahila sont facilement accessibles aux autres pêcheurs des communes voisines qui ne respectent pas les modes d'exploitation rationnelle des ressources halieutiques et des ressources ligneuses. Pour cela, il y a la diminution en qualité et en quantité des ressources halieutiques des mangroves. La densité des adultes est faible parce que les régénérations n'arrivent pas au stade adulte. Les mangroves sont fortement exploitées pour le charbon de bois de mangroves et le bois de construction ou bois d'œuvre. Cela est causé par les besoins de revenus supplémentaires pour les communautés locales et la demande croissante en charbon de bois et en bois de construction (*Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorhiza* et *Rhizophora mucronata* par leur imputrescibilité et leur résistance aux termites). Ainsi, les mangroves se trouvent dans un état de dégradation et leur régénération est moyenne.

III-2-3 Pressions naturelles

Le passage des cyclones très intenses touche la mangrove d'Ankilahila. Ces cyclones entraînent la chute des feuilles, l'abattage des palétuviers voire même leur déracinement. La mangrove est ensablée à cause de l'effet du vent lors des cyclones. L'ensablement implique la modification des caractères physiques du substrat et du fonctionnement respiratoire du système racinaire des palétuviers. Il y a également l'augmentation du niveau de la mer qui peut entraîner la sursalure dans les zones en arrières mangroves. Ces pressions naturelles peuvent entraîner la mortalité des palétuviers et la dégradation des mangroves.

III-3 Stratégies face à la dégradation des mangroves

Des stratégies sont déjà adoptées par les membres du VOI pour la conservation de ces ressources naturelles par le contrôle intensif par les «polisin'ala» et les autres membres du VOI et les fokontany voisins sont sensibilisés en matière de protection et de gestion rationnelle et durable de ces ressources naturelles.

IV- Discussion

La mangrove d'Ankilahila n'a que cinq espèces de palétuviers. Par contre, dans la Station Forestière d'Antrema, il y a sept espèces de mangroves (Randriatompson, 2007) et huit espèces à Mariarano (Andriamalala, 2007). Les quatre espèces principales : *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza* et *Ceriops tagal* se régénèrent bien comme à Antrema (Randriatompson, 2007). Les utilisations locales des mangroves sont presque identiques, comme à Mariarano et à Boanamary (Andriamalala, 2008) et à Antrema (Randriatompson, 2007). La forte demande en bois d'œuvre, en bois de construction (*Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorhiza* et *Rhizophora mucronata*) et en charbon de bois venant dans la région Boeny surtout de la ville de Mahajanga (WWF, 2007) constitue l'une des causes de ces exploitations illicites. Les produits ligneux et halieutiques de cet écosystème sont écoulés facilement par voie maritime à l'aide des pirogues. Ces types d'exploitation agressent cet écosystème et détruisent rapidement les mangroves.

IV-Recommandations

Il faut sensibiliser et informer tous les habitants de la région chaque année sur les textes législatifs sur la mangrove. Au niveau du transfert de gestion, la DREEF (Direction chargée de la Gestion des Forêts) et/ou ses partenaires doivent renforcer la capacité des membres du VOI. Le respect du contrat de gestion doit être fait par le VOI ZAMIA. Au niveau de la population locale, il faut bien l'informer et la conscientiser sur l'importance de la gestion des ressources mangroves. Pour restaurer cet écosystème, les membres du VOI et les populations doivent être formées concernant les techniques à adopter, le mode de plantation et les soins à y apporter

V- Conclusion

Les principales espèces de palétuviers de la mangrove d'Ankilahila ont un taux de régénération moyenne entre 104,35% et 136,36%. Le VOI ZAMIA contribue à la préservation des mangroves. Mais, les pressions anthropiques telles que l'exploitation illicite des ressources halieutiques et l'exploitation du charbon de bois et les bois de construction de mangroves menacent l'état de cet écosystème. Afin d'atténuer la dégradation des mangroves, des stratégies sont déjà adoptées mais des recommandations sont aussi préconisées.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude envers les populations locales et les membres du VOI ZAMIA par leur participation active à tous les travaux et tous ceux qui ont apporté leur contribution et leur assistance.

Bibliographie

- Andriamalala C.A.J, (2007). Étude écologique pour la gestion des mangroves à Madagascar- Comparaison d'une mangrove littorale et d'estuaire à l'aide de la télédétection. Thèse de doctorat. Basel. 280p.
- Braun-Blanquet, (1965). Plant sociology. The study of plant communities. Hafner publishing company- New York and London, 439p.
- Dajoz R., (1975). Précis d'écologie. Gauthier-Villars.534p
- Duvigneaud P. (1980). La synthèse écologique. Dion, Paris. 380p.
- FAO (2005). Status and trends in mangrove area extent worldwide. Document de travail n° 63. Division Ressources Forestières, FAO Rome.
- Martin G., (1995). Ethnobotany. «A People and plants». Conservation manual. WWF for nature. Chapman & Hall. Pp. 13-21.
- Randriatompson N.H.V., (2007). Caractérisation écologiques des différentes formations végétales de la partie sud de la Station Forestière à usage multiple d'Antrema (Régénération naturelle, typologie, ethnobotanique, dynamique spatio-temporelle). Mémoire de DEA, option Ecologie végétale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, 91p
- Rothe P. L., (1964). Régénération naturelle en forêt tropicale de *Dipterocarpus dyeri* (Dau) sur le versant cambodgien de golfe du Siam. Bois et forêt des tropiques, n°94, pp 386 – 397.
- WWF, (2007). État des lieux des mangroves face au changement climatique à Madagascar, Projet WWF-MG 0933.01, 30p.

14. Tendance de l'évolution de la mangrove de Nosy-Be

FALIZANINA Jolie Perle Nanie, RAZAFIARINOSY Damien Daudet, Jaofeno Léonel Angélier, Aboudou Roger - CNRO Nosy-Be

INTRODUCTION

Les formations forestières dénommées mangroves couvrent la plupart des côtes des régions tropicales et subtropicales, et ont toujours joué un rôle écologique, économique et socio-culturel important dans la vie des populations côtières. Elles jouent un rôle primordial dans le maintien de la biodiversité marine et des processus biologiques existants. Madagascar possède 327 000ha de mangrove dont 1195ha à Nosy-Be, selon Kiener en 1972. Il existe 8 espèces de palétuviers. Les dégâts causés par l'homme, en dehors des facteurs naturels n'a laissé que 945 ha de sa superficie actuelle.

Depuis l'année 2014 à nos jours, une mission de suivi et d'évaluation de la santé des mangroves aux stations référentielles autour de l'île de Nosy Be a été organisée par le Centre National des Recherches Océanographiques (CNRO), afin de pouvoir procéder à la conservation et de connaître la tendance de l'état de santé de ces mangroves et de restaurer, si besoin est.

Les objectifs spécifiques sont de:

- ✓ évaluer l'état actuel de mangroves et leur environnante ;
- ✓ observer les catégories des dégradations de mangroves ;
- ✓ estimer les coupes subissant les pieds de mangroves ;
- ✓ compter les pieds morts naturels ;
- ✓ visualiser les modes de la gestion de champs de mangroves ;
- ✓ disposer une base de données biologique sur la biodiversité de mangroves.

I-METHODOLOGIE

1.1- Localisation de sites d'étude

11 sites de mangroves sont visités annuellement par un chercheur, avec l'appui de 3 techniciens. Mais les critères des choix de 06 stations sont basés essentiellement sur la proposition de Communautés Locales de Base (CLB), sur les modes de la conservation de site de mangroves et sur diversification des espèces de mangroves.

1.2-Méthodologie

Nous adoptons deux méthodes pour évaluer les biomasses des espèces existantes des mangroves:

- la méthodologie de SEMESI et KAIRO (1998) basée sur les transect et quadrat a été adoptée, après la concertation des représentants de plusieurs pays réunis au Kenya Belgium Project en marine Science en 1998. En outre, la méthode de Goodman et Rasolonandrasana (1999), dans les travaux d'études de FAO (1970) est une méthode adaptée dans la région tropicale.

Le **transect** a été mis en place avec de ruban gradué, suivant la largeur de champ de mangroves, et perpendiculaire de la côte vers la mer.

Le **quadrat** de 10 m x 10 m a pour but d'évaluer la biomasse, la densité, la fréquence et la dominance des espèces et surtout l'abondance de jeunes pousses de mangroves.

Chaque pied de palétuvier dans le quadrat a été mesuré leur diamètre et leur hauteur pour évaluer le biovolume ou la biomasse de mangroves. Pour les analyses des données, nous avons utilisé Excel.

Observation visuelle de mangroves

A cause du temps imparti, les techniques d'observation visuelles sur d'autres sites ont été adoptées. Le nombre de pieds coupés et les modes de gestion réalisée par les Communautés Locales de Base ont été observés.

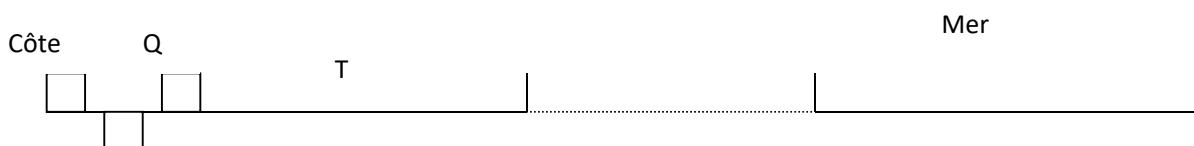


Fig. n°1 : Schéma de la ligne de transect et quadrat

II- RESULTATS

11 champs de mangroves ont été identifiés comme champs référentiels dans lesquels 08 espèces de palétuviers ont été inventoriés: *Avicennia marina*, *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*, *Xylocarpus granatum/Carapa obovata*, *Lumnitzera racemosa*, *Thespesia* et *Pemphis acidula*.

Les résultats de 2014 à 2016 sont repartis comme suit :

- Les sites Navetsy, Sakatia, Ambatozavavy qui représentent respectivement le Nord, Ouest et Est de Nosy-Be, ont donné des résultats par transect et quadrat.

- Les sites Ambalahanoko et Andampy représentant le Sud ont donné des résultats par observations visuelles.

La conservation des mangroves a été faite par les Communautés Locales et que chaque champ de mangrove est représenté en trois zones différentes: une zone bien protégée par l'existence d'un FADY ou lieu sacré comme le cas du Doany à Ambatozavavy; une zone réglementée et une zone exploitée. D'une manière générale, on a constaté que les mangroves autour de Nosy-Be sont dominées par des vieux palétuviers. L'ensablement touche une grande partie de la mangrove (Navetsy, Sakatia et Ambalahanoko). Les coupes existaient déjà surtout depuis la fermeture de l'usine de la SIRAMA et celle de la PECHERIE DE NOSY-BE, les travaux de suivi du CNRO n'a commencé qu'en 2014.

2-1 Evaluation de la mangrove par transect et quadrat

2-1-1 Suivi en 2014

2-1-1-1 Dénombrement des différentes catégories des espèces par sites

La figure ci-dessous nous montre que l'espèce *Rhizophora mucronata* présente les chiffres les plus importants en termes d'effectif, nombre des jeunes pousses et coupe dans tous les sites. Mais Navetsy, la partie Nord de Nosy-Be, l'espèce de *Bruguera gymnorhiza* comporte 567 individus et 8 673 jeunes pousses. En général, le nombre des coupes varie de 3 à 130.

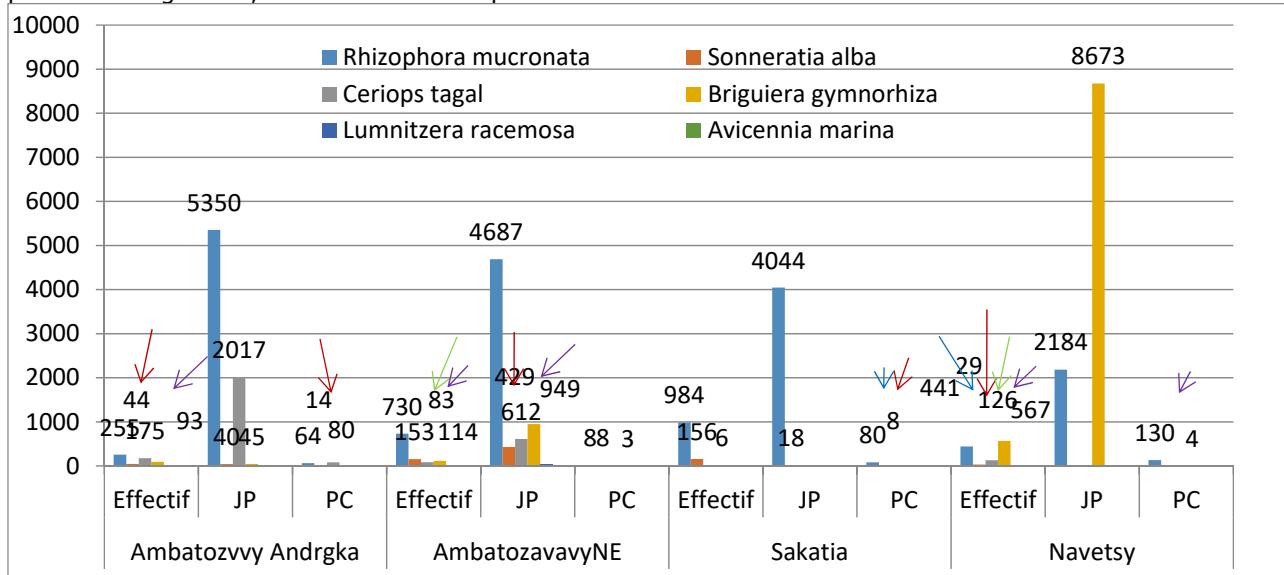


Fig. n°2 Dénombrement des différentes catégories des espèces par sites

2-1-1-2 Volume occupé par catégorie des espèces

Le biovolume total obtenu dans la surface de 1,45ha est estimée à 1 322 m³. L'espèce *Rhizophora mucronata* domine et occupe le volume le plus élevé dans la station d'Ambatozavavy du côté Nord du débarcadère, et suit l'espèce *Bruguera gymnorhiza* dans le site Navetsy. *Ceriops tagal* de Sakatia est le plus pauvre. L'espèce *Avicennia marina* n'est rencontrée que dans le site d'Ambatozavavy A., avec 9 m³ en biovolume (cf.fig n°3).

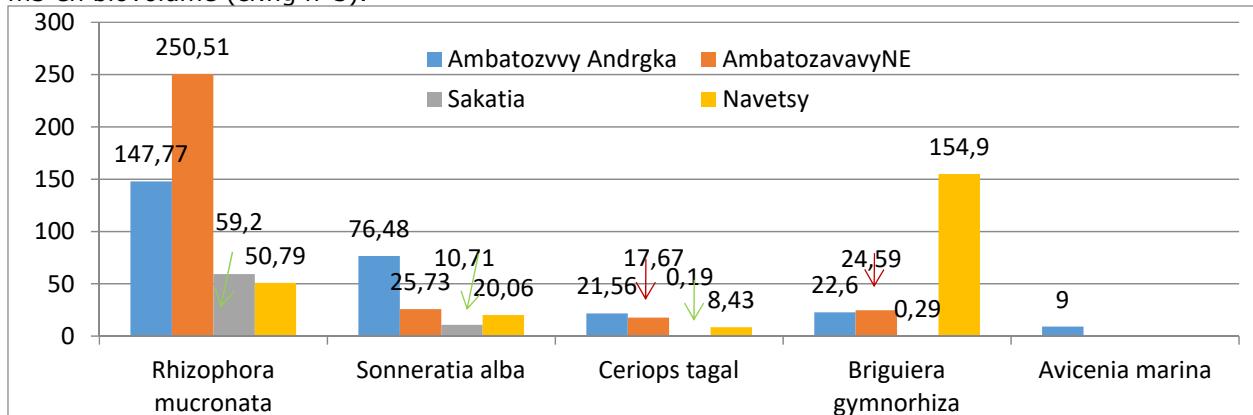


Fig. n°3 Volume occupé par catégorie des espèces

2-1-2 Suivi en 2016

2-1-2-1 Dénombrement des différentes catégories des espèces par sites

L'année 2016, dans l`ensemble, *Rhizophora mucronata* est la plus représentée dans tous les sites. Malgré, quand on parle des coupes, l'espèce *Rhizophora mucronata* est la plus touchée (95 à 253), et ensuite, vient l'espèce *Bruguiera gymnorhiza* (76 à 114) après le *Ceriops tagal* (61) (cf fig. n°4).

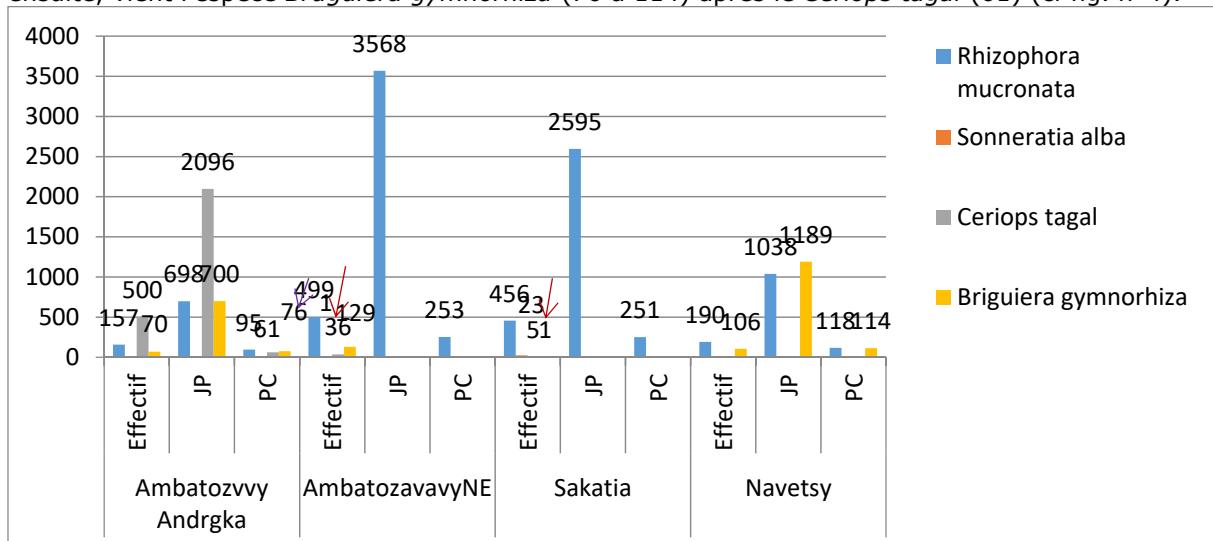


Fig. n°4 Dénombrement de différentes catégories d'espèces

2-1-2-2 Volume occupé par catégorie des espèces

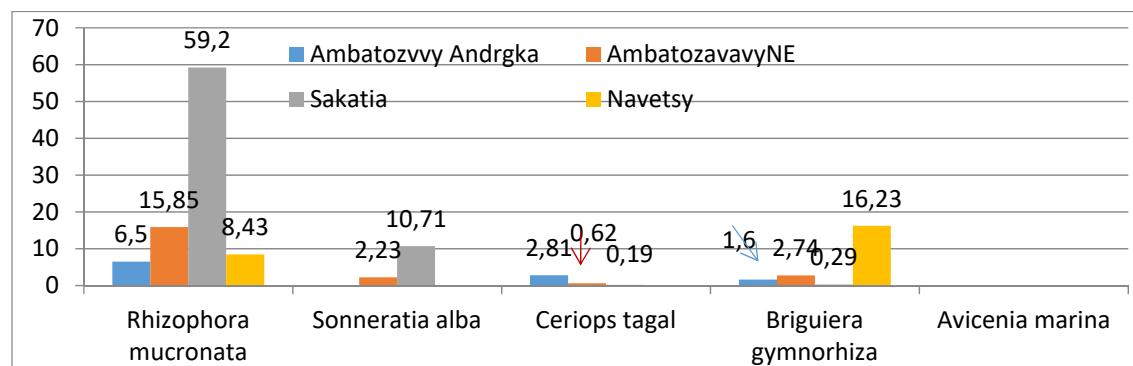


Fig. n°5 Volume occupé par catégorie des espèces

En 2016, le biovolume total obtenu dans la même surface que 2014 a diminué de 127 m³. L'espèce *Rhizophora mucronata* occupe encore le plus des biovolumes dans tous les sites d`étude (cf. Figure5).

2-2 Evaluation de la mangrove par l'observation visuelle

2-2-1 Mangrove d'Andampy

Depuis le début de la fermeture de l'usine SIRAMA, ce site est complètement endommagé par les coupes des pieds de mangroves, c'est-à-dire la majorité de ses ouvriers fabrique des bois de chauffe. Conscient de la gravité de la situation, l'existence de la CLB et l'aide de petits projets de reboisement ont permis de régénérer le site (Informations recueillies auprès des villageois riverains). On a constaté la croissance énorme des juvéniles implantés lors de suivi en 2016 (cf. photo n°2).



Photo n°1: Juvéniles en 2014

Photo n°2: Croissance en 2016

Photo n°3: Evolution actuelle

2-2-2 Mangrove d'Ambalahonko

La mangrove d'Ambalahonko est gérée par la CLB depuis 2007, les coupes des bois de palétuviers pour l'usage traditionnel sont strictement réglementées. Peu de coupes ont été identifiées lors de suivi en

2014 et en 2016. Cependant, l'ensablement touche une partie de cette mangrove et devient une menace. Il y a la dominance de l'espèce *Sonneratia alba* qui s'implante sur les sédiments vaso-sableux (environ 45%) ; ensuite, suit le *Rhizophora mucronata*, environ 35%, et le *Bruguiera gymnorhiza* ainsi que d'autres espèces peu présentes.

2-3 Comparaison de la tendance de l'état de la mangrove de 2014 à 2016

2-3-1 Effectifs et biovolumes

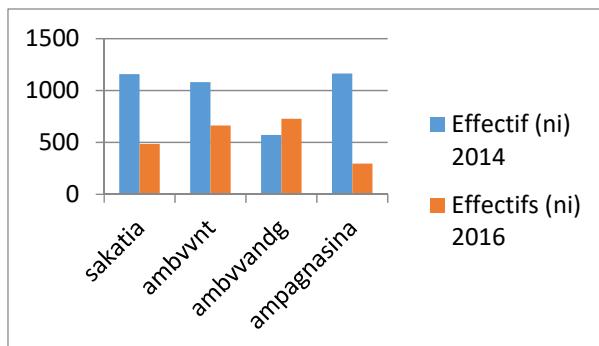


Fig. n°6 Effectifs 2014-2016
(3973 sur 2171)

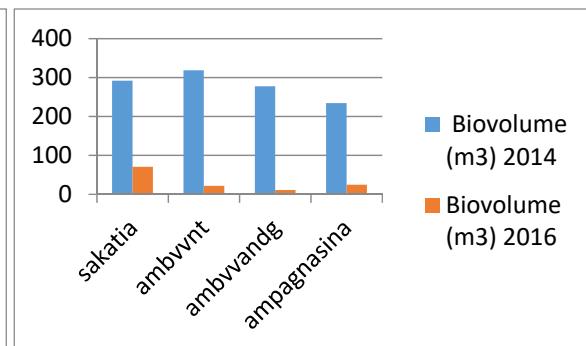


Fig. n°7 Biovolume 2014-2016 1322 sur
127 m3

D'après ces 2 figures, il est évident que les effectifs et les biovolumes de 2016 sont en chute par rapport à ceux de 2014.

2-3-2 Juvéniles, coupes et morts naturels

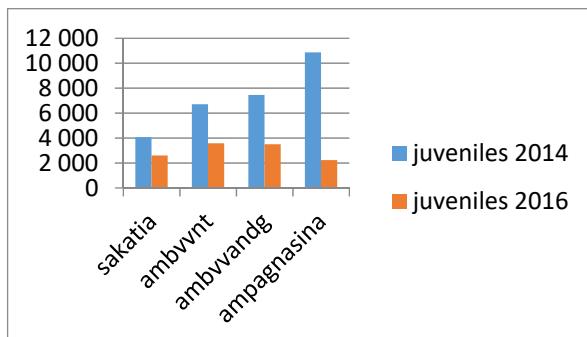


Fig. n°8 Juveniles

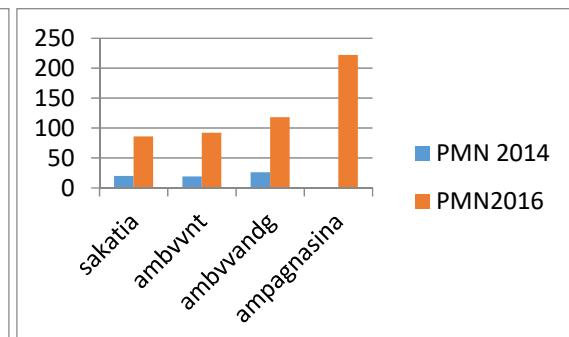


Fig. n°9 Pieds coupés

Dans ces figures, en parlant des juvéniles, coupés et morts naturellement, la tendance est la même .Les nombres des juvéniles régressent plus que de moitié en 2016 (11884 sur 29077). Aussi, la coupe et les morts naturellement augmentent en 2016.

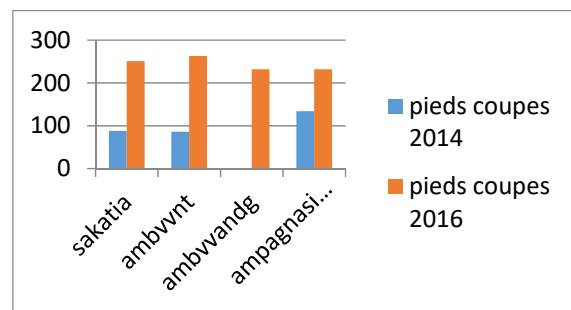


Fig. n°10 Pieds morts

CONCLUSION

Les observations réalisées en Novembre 2016 sur les sites visités nous montrent que:
La mangrove de Sakatia reste encore en bonne santé mais l'ensablement la menace fortement ; la mangrove de Navetsy est hautement menacée par l'ensablement ; la mangrove d'Ambatozavavy est encore qualifiée comme la plus belle mangrove observée et la plus conservée ; la réhabilitation de la mangrove d'Andampy est réussie et la mangrove d'Ambalahonko est bien protégée mais la menace se manifeste par l'avancement du sable.

On peut encore dire que la mangrove de Nosy-Be est en bonne santé parce que le nombre de juvéniles est supérieur par rapport aux effectifs des adultes. Malgré tout, une prise de conscience est souhaitable pour qu'il y ait une préservation de l'écosystème.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Kiener, A. (1972). Ecologie, Biologie et Possibilités de mise en valeur des mangroves malgaches.

Roger Edmond, 2008. Etat des lieux de mangrove de Madagascar vis-à-vis du changement climatique.

15. Structure et pressions sur les mangroves de la Baie de Diégo

LANDY SOAMBOLA Amélie ^{a,1}, RASOAMANENDRIKA Faravavy Marie Agrippine ^{a,2}, ZANDRINIRINA Bejoma Estelle ^{a,3},

^a Parcours Sciences Marines, Faculté des Sciences Université d'Antsiranana

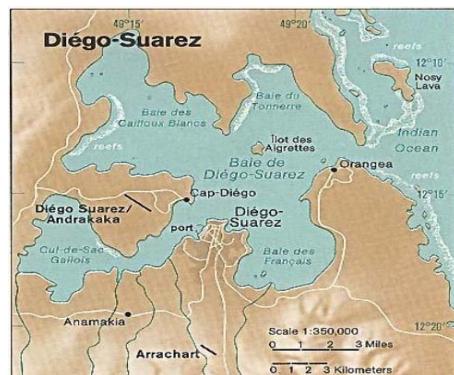
I- Introduction

Etant parmi les quatre composantes de Mangrove de la côte est de Madagascar qui est estimé à 2% de la superficie totale de celle de Madagascar (Kiener, 1972), la mangrove de la Baie de Diégo est la moins étudiée. Pourtant, elle a des nombreuses fonctions dans la vie quotidienne de la population environnante. Quatre communes sont concernées par la Baie de Diégo, dont la commune urbaine de Diégo Suarez et les communes rurales de Ramena, d'Andranovondronina et celle d'Antsampano. Malgré l'existence de la loi en vigueur, régissant l'exploitation de mangrove au niveau national, elle ne semble pas être respectée. De plus, aucun plan d'aménagement n'a été mis en place pour les écosystèmes côtiers marins de la Baie de Diégo. A cet effet, on constate une croissante dégradation des mangroves de la Baie. Consciente des menaces anthropiques et naturelles qui pèsent sur les mangroves de la Baie de Diégo, les données scientifiques devront permettre de voir leur état actuel du point de vue bio écologie et leur niveau de dégradation. C'est la raison de notre étude sur la Structure et les pressions de mangrove de la Baie de Diégo. L'étude a pour objet d'évaluer la structure et la couverture de la formation de mangroves de 04 baies constitutives de la Baie de Diégo et d'identifier les menaces existantes afin de proposer des mesures pour leur gestion durable.

II- Méthodologie

2.1- Site d'étude et sujet d'étude

Se trouvant à l'extrême Nord-Est de Madagascar, la Baie de Diégo est composée de quatre anses dont la Baie des Français (BF), Cul Sac de Gallois (CSG), Baie de Cailloux Blancs (BCB) et Baie de Tonnerre (BT). La baie s'ouvre à l'Est à l'Océan Indien par une passe cloisonnée par un îlot qui la divise en petite et grande passe. Ces quatre baies sont pourvues de formations de mangrove frangeantes, de façon sporadique. La mangrove a des exigences écologiques relativement particulières telles que la température de l'air élevée, les zones abritées et peu profondes, des courtes périodes d'immersion, la présence préférentielle de substrats vaseux et la salinité. La mangrove prospère dans des marais saumâtres car dans cette condition, elle résiste aux fréquentes inondations de la mer.



Carte 1 : de la Baie de Diego Suarez
(source :<http://www.sea-seek.com/?geo=3434>)

2.2- Collecte des données

Une campagne de descente sur le terrain a été effectuée en saison chaude de l'année 2016 et en saison froide de l'année 2017. Du point de vue de la collecte des données, des paramètres physico-chimiques sont enregistrés. Des enquêtes socio-économiques, des observations et de suivi bioécologiques sont également conduites au sein de quatre baies constitutives de la Baie de Diego. L'échantillonnage d'une partie de mangrove a été effectué suivant la méthode de quatre points carrés (Cintron et Shaeffer, 1984). Cette méthode consiste à avoir un transect qui traverse la formation végétale, de longueur de 50 à 100m perpendiculaire à la côte selon la largeur de la mangrove. Toutes les 10m, nous avons marqué un point d'arrêt pour faire un relevé. Ensuite, nous avons divisé la surface autour de ce point en quatre parcelles, constituant ainsi quatre subplots. Ensuite, un pied d'arbre plus proche du centre dans chaque subplot son diamètre à la hauteur de la poitrine, a été mesuré, à 1,30 cm du sol des palétuviers, ayant un diamètre supérieure ou égal à 2,5 cm ou $d > 2.5\text{cm}$. Chaque site de relevé a été choisi de manière à ce qu'il soit homogène et représentatif de l'ensemble de la formation végétale. Tous les transects sont distants de 100m environs. Les jeunes plants (palétuvier inférieur à 1m) et des adultes sont dénombrés dans le quadrat de 10m*10m. Les points géographiques de la formation de mangrove sujette de l'échantillonnage sont résumés dans le tableau qui suit.

Tableau 1 : Points géographiques des lieux d'étude dans la Baie de Diego.

Baie	Station	Latitude	Longitude
Baie de Tonnerre	Ambanililagnabe	12°12'17"	049°17'57.2"
Baie des Cailloux Blancs	Chez Patrick	12°11'39.6"	049°17'43.9"
Cul Sac de Gallois	La Pierrot	12°17'29.5"	049°16'26.6"
Baie de Français	UNA	12°16'51.68"	049°18'29.96"

2.3- Méthode d'estimation des paramètres

Des paramètres sont calculés. La densité est le nombre des individus donné de même taxon trouvé dans une surface donnée (Curtis et McIntosh, 1950). La dominance s'agit de la valeur de l'importance de taxon en considérant l'aire occupée par celui-ci sur l'aire totale étudiée. La fréquence est le nombre d'apparition d'une espèce dans un site donné. L'Indice de Valeur Importante ou IVI est déterminé par trois paramètres tels que la densité relative, la dominance relative et la fréquence au niveau des espèces.

III- Résultats et Discussions

L'eau, au niveau de mangrove de la baie de Diégo, présente une température moyenne, un pH moyen et une salinité moyenne respectivement de l'ordre de 28,5°C, 8,3 et 34,35‰.

➔**Caractéristique de mangrove :** Suivant leur surface, les formations de mangroves de la Baie de Diégo sont classées dans les petites mangroves, vu qu'elles ont une superficie moins de 1 000 ha (Lebigre, 2011). Les trois types de mangrove rencontrée à Madagascar existent dans la Baie de Diégo, dont « Le type estuarien, qui est caractérisé par la rencontre d'eaux salées et d'eaux douces, concerne la formation de mangrove de Cul sac de gallois. », « La formation de mangrove de la Baie des Français (Ampasira) est de type lagunaire qui est caractérisé par la présence d'une grande étendue de tanne. », « Celles de la Baie de tonnerre et Baie des Cailloux blancs sont de type littoral également appelé « mangrove intermédiaire ».

➔**Composition floristique :** Du point de vue de la diversité floristique, cinq (05) espèces de palétuviers réparties dans 3 familles ont été répertoriées dans la formation de mangrove de la baie de Diégo (Tableau 2). Ce nombre indique une richesse moyenne face aux 8 espèces de palétuviers appartenant à 6 familles que composent la formation de mangrove de Madagascar. Ces cinq espèces rencontrées s'agissent de « *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal* et *Sonneratia alba* ». *Sonneratia alba* et *Bruguiera gymnorhiza* sont absents dans la formation de mangrove de Cul Sac de Gallois. On peut avancer que cette baie est moins riche en espèce par rapport aux trois autres baies.

Tableau 2 : Espèces de palétuviers rencontrées dans les quatre sites étudiés

Familles	Noms scientifiques	Nom vernaculaire	BF	CSG	BCB	BT
Acanthaceae	<i>Avicennia marina</i>	Mosotry	+	+	+	+
Lythraceae	<i>Sonneratia alba</i>	Farafaka	+	-	+	+
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	Tsitolomigny	+	-	+	+
Rhizophoraceae	<i>Ceriops tagal</i>	Honkovavy	+	+	+	+
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mucronata</i>	Honkolahy	+	+	+	+

(+) : présence de l'espèce / (-) : absence de l'espèce

Les palétuviers dans la mangrove de la Baie de Diégo se répartissent comme suit : « Zone externe: toujours immergée, allant de la mer vers la terre, elle est composée de *Rhizophora mucronata* et *Sonneratia alba* », « Zone intermédiaire : la partie en aval est caractérisée par une immersion lors de la marée haute de vives eaux et composée de *Bruguiera gymnorhiza* et de *Ceriops tagal*. », « Zone interne: elle est caractérisée par un espace nu appelé « tanne » ou composée d'*Avicennia marina*. Elle est rarement inondée».

➔**Caractéristique édaphique ou typologie du sol :** La variante édaphique est constatée d'une formation à une autre. Dans la Baie de Français (en de l'UNA et de la Montagne de Français) et dans la Baie des Cailloux Blancs, le sol où est installé la formation de mangrove est sablo-vaseux. Baie de Français (Ampasira et Ramena) et Cul de Gallois sont pourvues de fond vaseux. Le fond de la baie de Tonnerre est sablo-rocheux.

➔**Densité :** Malgré la formation de mangrove dans le Cul Sac de Gallois, pauvre et peu diversifié en espèce, elle est dense (12 palétuviers/m²). Par contre, celle dans la baie de Tonnerre est claire (12 palétuviers/m²).

L'influence des paramètres physico-chimiques, à savoir le vent et la houle, la présence d'estuaire à proximité et le type de substrat pourraient être avancés pour expliquer l'installation davantage de mangrove de la Baie de Cul Sac de Gallois. En tant que bras de la mer, la position géographique des quatre baies constitutives de la Baie de Diégo par rapport à la passe de l'Océan Indien vers l'intérieur de la Baie détermine les facteurs environnementaux rencontrés. A l'entrée de la passe au niveau de la Baie de Tonnerre, le vent et la houle sont très forts. Ce qui rend l'installation de mangrove vulnérable. La force du vent et de la houle diminue au fur et à mesure de s'éloigner de la passe. Malgré la proximité de la Baie des Français de la passe, elle se ferme sur elle-même via le cap, ce qui adoucit la force du vent et de la houle à l'intérieur. Ainsi, la densité moyennement élevée est rencontrée dans la Baie des Français surtout au niveau de la formation d'Ampasira. Etant la baie la plus éloignée de la passe et ayant une entrée assez étroite, le Cul Sac de Gallois est abrité de l'important vent et houle de la Baie de Diégo. Etant une baie arrosée toute l'année en son amont par l'estuaire d'Antsakombiny et pourvue de fond vaseux, Cul Sac de gallois devient une zone privilégiée pour l'installation de la mangrove. Du point de vue substrat, les palétuviers semble avoir une préférence en fond vaseux que rocher.

➔**Dominance :** Dans l'ensemble de la formation de mangrove de la Baie de Diégo, on constate une dominance de l'espèce *Ceriops tagal* et de l'espèce *Rhizophora mucronata* par rapport aux trois autres espèces recensées (Figure 1).

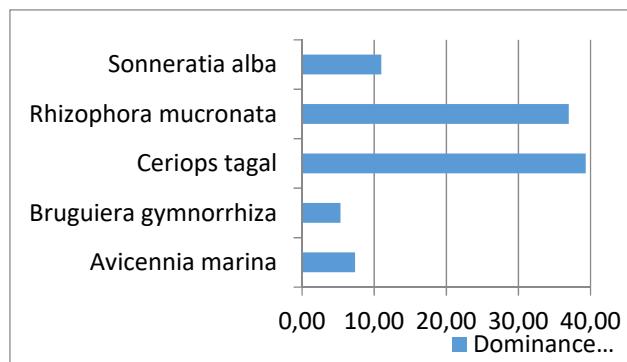
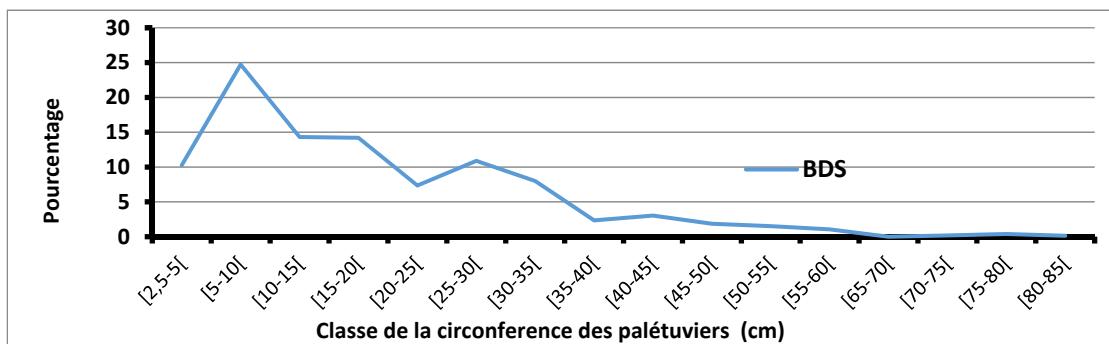


Figure 1 : Dominance des espèces de palétuviers dans la Baie de Diego

➔**Abondance :** L'analyse de l'abondance par stations d'étude nous révèle des résultats suivants. Dans la Baie des Cailloux Blancs et la Baie des Français, *Rhizophora mucronata* est très abondante et *Bruguiera gymnorhiza* est quasi absente. Dans le même sens, la formation de mangrove au sein de la Baie de Tonnerre est essentiellement occupée par *Rhizophora mucronata* et la moins rencontrée est *Sonneratia alba*. *Ceriops tagal* domine largement(autour du 97,5%)dans le Cul Sac de Gallois.

➔**Diamètre à la hauteur de la poitrine (Dhp):** La distribution de la circonférence à la hauteur de la poitrine des espèces recensées dans l'ensemble de mangroves de la Baie de Diégo montre une proportion non négligeable des jeunes individus (environ 35%) compris entre 2.5cm et 10 cm de circonférence. A partir de la circonférence de 10cm, les proportions des individus recensés diminuent au fur et à mesure que la circonférence des palétuviers augmente (Figure 2). En tout, les proportions de palétuviers matures sont évaluées à 65%.



➔**Indice de Valeur Importante ou I.V.I :**

L'indice de valeur importante présenté dans

Tableau 3 : Variation de I.V.I dans la baie de Diego

le tableau 3 montre que *Ceriops tagal* suivi de *Rhizophora mucronata* sont les espèces les plus importantes dans la mangrove de la Baie de Diego. Ces deux espèces sont à la fois dominantes, abondantes et fréquentes.

➔**Régénération naturelle :** *Ceriops tagal* semblent avoir une forte régénération naturelle dans Cul Sac de Gallois et Baie des Français (Figure 4). La régénération de *Rhizophora mucronata* est non négligeable dans la Baie des Cailloux Blancs et Baie des Français. La régénération naturelle de *Avicennia marina* et de *Bruiguiera gymnorhiza* se fait rare dans l'ensemble de la zone d'étude. Ce qui constitue une menace sur le renouvellement de leurs peuplements dans l'ensemble de la baie. Quant à l'espèce de *Sonneratia alba* et *B. gymnorhiza*, la disponibilité de la régénération naturelle semble être en relation avec la disponibilité ou l'abondance du pied de paletuvier (pour la cc détermination $R^2 = 0,98$ et $0,99$).

Genres et espèces	I.V.I (%)
<i>Avicennia marina</i>	17,10
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	12,81
<i>Ceriops tagal</i>	150,93
<i>Rhizophora mucronata</i>	91,04
<i>Sonneratia alba</i>	28,17

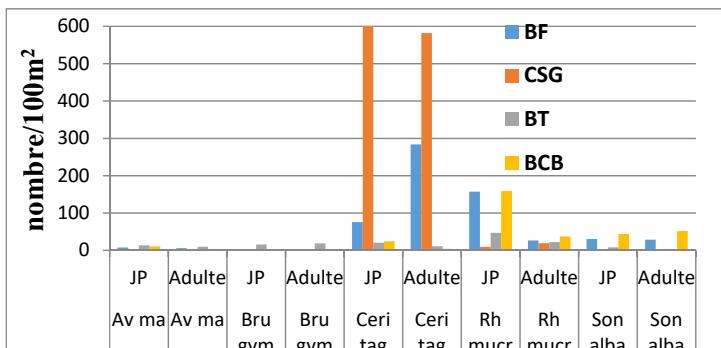


Figure 4 : Densité/100m² de jeune plantule et adulte de palétuviers dans la Baie de Diego

Faune : La faune aquatique rencontrée est composée des Mollusques, des Arthropodes et des Chordata. Mollusques et Arthropodes sont les plus représentés et se situent respectivement à une proportion de 55,56% et à 40,74% des espèces rencontrées. Chordata est faiblement représenté.

➔**Exploitations et menaces :** La vie de la population côtière est largement dépendante de la formation de mangrove. Toute la formation de mangrove de la Baie de Diégo n'échappe pas à des pressions telles que: la pêche aux poissons, crevettes et aux crabes, la coupe et le défrichement en vue de produire des bois de chauffe, d'installation d'infrastructures, le rejet des déchets solides (produits plastiques, pneus, vêtements) et des rejets industriels de la SECREN, port d'Antsiranana et du Central Thermique », la profanation de lieu sacré (par déjection humain), le déracinement pour l'obtention d'un ver appelé *Marpissa mossambica* utilisé pour appât ou vendu aux chinois, la chasse habituelle aux Lémuriens *Eulemur coronatus* et aux Oiseaux, l'utilisation des engins destructifs comme crochet, moustiquaire. Ces multitudes activités exercées au niveau des mangroves peuvent induire à un impact négatif aux autres écosystèmes qui y interagissent et également à l'économie de l'utilisateur de la Baie. Quant aux pressions d'origine naturelle, cas des aléas climatiques dont l'existence est souvent liée aux activités humaines, elles entraînent également la dégradation des milieux et des ressources associées. Des pressions spécifiques sont constatées. C'est le cas de la Baie des français (Ampasira), une déforestation en amont au niveau de Montagne de Français entraîne la sédimentation et l'envasement en aval. L'installation d'une large tanne en arrière mangrove peut être attribuée à une dégradation de cette formation de mangrove. Car elle était absente 40ans passés (d'après une communication orale). Actuellement, il existe des atterrissages sableux apportés par les fleuves non permanents venant de la Montagne des Français vers l'extérieur de la formation mangrove (côte de la mer).

IV- Conclusion et Perspectives

La mangrove du Cul Sac de Gallois et de la Baie des Français est la plus remarquable pour tous les sites étudiés. Les menaces sur la mangrove de la baie de Diégo sont nombreuses. L'exploitation de façon anarchique de mangrove ne peut pas continuer. Il serait urgent que des mesures soient prises pour diminuer cette dégradation et pour sauvegarder ce qui reste pour le bien-être humain. Devant tout cela, des solutions seront proposées : (i) Il s'agirait donc d'abord de trouver des alternatives à l'utilisation de ce bois des palétuviers comme l'utilisation des tiges et des rafles du maïs ou la promotion de l'utilisation de foyers améliorés ou d'autres énergies comme l'énergie solaire et éolienne ; (ii) Renforcement de la gestion de la mangrove et implication des populations dans la gestion de leur propre ressource et (iii) Renforcement de la campagne de sensibilisation et éducation environnementale.

Bibliographie

Curtis, J.T., and Macintosh, R.P., 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*. 31: 434-455.

Kiener, A., 1972. Ecologie, biologie et possibilité de mise en valeur des mangroves malgaches. Bulletin de Madagascar 308, 49±80.

Webographie

https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/pal%C3%A9tuviers/Les%20Mangroves%20de%20Madagascar.pdf
[www.mangroves-mangals: les marais à mangroves de Madagascar : cartes et estimations des superficies \(J.M LEBIGRE, 2011\)](http://www.mangroves-mangals.com/mangroves-mangals-les-marais-a-mangroves-de-madagascar-carte-et-estimations-des-superficies.html)

III. VALORISATION DE LA BIODIVERSITE MARINE

16. Une approche économique de la gestion durable des ressources marines à Madagascar

Ando RABEARISOA - Conservation international

La gestion durable des ressources marines se fait à travers des structures de gestion formalisées ou non, telles que les Aires Marines Protégées (AMP) ou les Aires Marines Gérées Localement. Les Aires Marines Protégées sont considérées par de nombreux experts comme une structure gagnant-gagnant pour préserver la biodiversité marine et côtière dans le monde. Tout en apportant des solutions de nature biologique et écologique à l'épuisement des ressources marines et côtières, les AMP sont également censées créer des avantages économiques et sociaux, dans le moyen et long termes. A Madagascar, les Aires Marines Protégées (AMP) ont connu une forte expansion depuis les engagements pris par l'Etat Malagasy en 2002 et en 2014 de tripler la surface des Aires Protégées terrestres et marines à Madagascar. L'objectif de cette communication est ainsi de discuter des enjeux économiques de la mise en œuvre des Aires Marines Protégées (AMP) à Madagascar. Certaines études (Christie⁴, 2004 ; Oracion et al⁵., 2005) démontrent que les AMPs engendrent des impacts socio-économiques négatifs dans la zone où elles sont créées et engendrent de nombreux coûts (Becker et Choresh⁶, 2006). Ces coûts (économiques et sociaux) pris en charge par les communautés locales ralentissent l'adhésion de ces dernières à la mise en œuvre de telles structures dans leur région. Cependant, la valeur des bénéfices fournis par ces AMPs ne sont pas pris en compte dans les importantes décisions qui affectent ces écosystèmes marins et côtiers (exploitation, préservation, aménagement, etc.). L'évaluation économique des coûts et des bénéfices des AMPs est une des nécessités 1) pour traiter du problème de la pérennité des AMPs, c'est-à-dire les conditions permettant aux populations limitrophes de voir leurs conditions sociales et économiques améliorées grâce à une gestion durable des ressources marines et côtières à leur disposition et 2) réduire les distorsions dans les prises de décisions, notamment celles qui ne considèrent pas la valeur et les bénéfices issus des AMPs et rendent la société plus pauvre du point de vue social et environnemental.

L'évaluation des bénéfices économiques totaux et les coûts de conservation des AMPs peut associer plusieurs méthodes. Dans notre cas, l'analyse coûts-bénéfices (ACB) et une approche multicritère (ACM) seront associées pour évaluer l'AMP de Nosy Ve dans le but de faciliter la prise de décision pour la gestion de l'AMP. La valeur économique totale de l'AMP est importante d'un montant de 74.400 Ar/ha/an. Ce qui est fortement supérieure aux autres évaluations : 46.527Ar/ha/an pour Nosy Antafana (Oreade Breche⁷, 2010) et 31.400Ar/ha/an pour les Aires Protégées terrestres (Carret et Loyer⁸, 2003). Tandis que les impacts socioéconomiques sont très faibles pour les populations locales, d'une valeur de 2.4 sur 5 sur l'Analyse Multicritère. Ainsi, les questions de répartitions des bénéfices doivent être fortement considérées et repose la question de Oracion et al. « Marine protected areas for whom? ».

⁴ Christie P. 2004. Marine protected areas as biological successes and social failures in Southeast Asia. American Fisheries Society Symposium 42:155–164

⁵ Oracion, E. G., M. L. Miller, and P. Christie. 2005. Marine protected areas for whom? Fisheries, tourism, and solidarity in a Philippine community. Ocean and Coastal Management 48:393–410.

⁶ Becker N, Choresh Y. 2006. Economic aspects of Marine Protected Areas (MPAs). UNEP, Tunisia

⁷ Oreade Breche. 2010. Economic evaluation of marine protected areas located of the countries of the Indian Ocean Commission - the cases of Nosy Antafana (Madagascar) and Curieuse (Seychelles)

WWF Madagascar - West Indian Ocean Program Office

⁸ CARRET J.C. et D. LOYER, 2003. Comment financer durablement le réseau d'aires protégées terrestres à Madagascar ? Apport de l'analyse économique. Communication au Workshop « Building comprehensive protected areas systems », World Parks Congress, Durban, Afrique du Sud, 8-17 septembre.

17. Potentialités écotouristiques de la zone côtière de la Nouvelle Aire Protégée Complexé Mahavavy – Kinkony

RANDRIANJAFY RASOLOARISOA Vololomboahangy¹, Tsiavahananahary Tsaralaza Jorlin¹, Tsaradia Jean Noelson¹, Randrianjatovo Solofoson¹, Nirina Clarice^{1,2} et Andriamasimanana Rado².

1 : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (FSTE), École Doctorale Écosystèmes Naturels (EDEN), Université de Mahajanga (401) ;

2 : Asity – Madagascar, 101 – Antananarivo.

INTRODUCTION

La Nouvelle Aire Protégée Complexé Mahavavy – Kinkony (NAP CMK), d'une superficie d'environ 300.000 ha, était reconnue auparavant par sa richesse en poissons (Kiener & Therezien, 1963). Elle était autrefois moins visitée, mais actuellement elle est devenue une attraction des curiosités scientifiques et du public en général. Ainsi, cette NAP CMK est l'équivalent de la catégorie V de l'espace protégé de l'IUCN dénommé "Paysage harmonieux protégé" (Dudley, 2008) qui met en relief la gestion participative (co-gestion), surtout avec les populations locales, afin de maintenir l'intégrité, la valeur de la biodiversité et la richesse unique au sein du Complexé Mahavavy – Kinkony. L'octroi du statut définitif suivant le décret n°2015 – 718 du 21 avril 2015 a mis en exergue le Plan d'Aménagement et de Gestion (PAG) établi en 2014 (Asity Madagascar et al., 2014), dans le but de "préserver la biodiversité, d'utiliser et valoriser perpétuellement les ressources naturelles afin de contribuer au développement durable de la zone concernée."

La NAP CMK est constituée par divers écosystèmes: forestiers, lacustres, marais et marécageux ainsi que fluviaux, marins et côtiers. À ces différents écosystèmes, s'associent une biodiversité impressionnante tant forestière qu'aquatique et les plans d'eau qu'elle renferme jouent des rôles considérables comme accueil et/ou refuge d'importantes communautés animales. Mais l'étude réalisée par le projet ZICOMA (BirdLife International, 2002) a démontré l'importance du Complexé Mahavavy Kinkony pour la conservation des oiseaux. De plus, la ligue malgache pour la protection des oiseaux, "Asity" qui gère actuellement la NAP CMK par délégation du pouvoir issue du Ministère de tutelle, a déjà élaboré un schéma d'aménagement avec plan de gestion. Ce plan de gestion a été approuvé au niveau régional et mis en œuvre depuis 2010. En dehors de ces deux groupes de Vertébrés, l'utilisation de la zone comme zone de frai d'*Erymnochelys madagascariensis*, une tortue d'eau douce endémique et classée menacée dans la liste rouge de l'IUCN est un atout pour le CMK et le grand lac Kinkony faisait partie du site RAMSAR depuis 2012.

La NAP CMK fait partie de la région écofloristique occidentale de basse altitude où des forêts sèches caducifoliées, des savanes arbustives et à palmiers ainsi que des mangroves prédominent et y constituent la majeur partie de la formation végétale. De nombreuses espèces endémiques de l'île et de la Région du Sud-ouest de l'Océan Indien y sont présentes. De plus, les espèces animales caractéristiques de la région écofloristique occidentale de basse altitude y sont facilement observables et parmi elles les espèces figurant dans la liste rouge de l'IUCN suivantes sont citées à titre indicatif :

- *Amaurornis olivieri* (CR), *Anas bernieri* (EN), *Haliaeetus vociferoides* (CR), *Ardea humbloti* (EN), *Ardeola idea* (VU), *Charadrius thoracicus* (VU), *Tachybaptus pelzelni* (VU), *Threskiornis bernieri* (EN) , pour les oiseaux ;
- *Eulemur mongoz* (EN), *Hapalemur occidentalis* (VU), *Microcebus myoxinus* (EN), *Propithecus deckenii* (VU) et *Propithecus coronatus* (CR) pour les lémuriens ;
- *Triaenops furculus* (VU), *Myzopoda aurita* (VU), *Pteropus rufus* (VU) et *Scotophilus borbonicus* (CR) pour les chauves-souris;
- *Erymnochelys madagascariensis* (CR) pour les reptiles aquatiques.
- *Lepilemur ahmansonorum*, une autre espèce de Lémuriens classée en Danger (EN), a été signalée dans la forêt de Tsiombikibo depuis 2008 (Louis et al., 2006).

Il y existe également de nombreuses plantes classées menacées entre autres *Borassus madagascariensis* (VU), *Dalbergia glaberrima* (VU), *Dalbergia humbertii* (EN), *Milletia aurea* (EN).

Les travaux de recherche et de suivi écologique sur divers groupes taxonomiques réalisés depuis 2005 jusqu'à ce jour ont montré que la NAP CMK a de nombreuses potentialités pour pouvoir développer la région et la nation en général.

L'objectif de ce document est de mettre en relief l'importance de la NAP CMK comme site d'accueil des oiseaux migrateurs où des regroupements de peuplement ornithologique se rencontrent sur des bandes de sables et de valoriser cette diversité, à travers l'écotourisme tout en impliquant les communautés locales pour qu'elles puissent bénéficier de la conservation.

MÉTHODOLOGIE

Pour mettre en relief les potentialités écotouristiques de la NAP CMK, cette présentation est focalisée sur le peuplement ornithologique. La méthodologie adoptée a été choisie pour rassembler le maximum d'information sur les oiseaux d'eau de la baie de Marambitsy, de la baie de Boeny et du Delta de Mahavavy.

Zone d'étude

La Nouvelle Aire Protégée Complexe Mahavavy – Kinkony se trouve dans la partie nord-ouest de Madagascar, dans la Province de Mahajanga, dans la Région Boeny, District de Mitsinjo. Les sites choisis sont ceux de la baie de Marambitsy, de la baie de Boeny et du Delta de Mahavavy (figure 1).

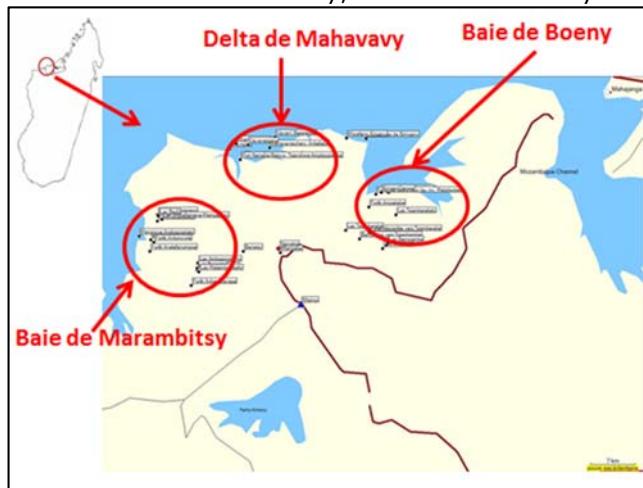


Figure 1 : Carte montrant les sites d'étude

Méthodes proprement dites

De nombreuses descentes sur terrain et de suivi régulier mensuel et/ou saisonnier ont été réalisées, selon les méthodes adoptées par de nombreux chercheurs dont; (i) les observations générales; (ii) le baguage; (iii) le comptage individuel et/ou par paquet, qui sont les plus utilisés. Pour la réalisation de ces travaux, des matériels appropriés ont été utilisés.

Le document élaboré par Rabenandrasana (2004) a été utilisé comme base de référence de tous les travaux de recherche réalisés au sein de la Faculté des Sciences, de Technologie et de l'Environnement (FSTE) de l'Université de Mahajanga.

La nomenclature adoptée est celle qui est utilisée par Langrand (1992), Morris et Hawkins (1998) et Birdlife International (2002).

RÉSULTATS

Au total, 66 espèces d'oiseaux d'eau et/ou aquatiques y ont été répertoriées et la présence de sept espèces menacées, *Haliaeetus vociferoides*, *Anas bernieri*, *Ardeola idae*, *Ardea humbloti*, *Glareola ocularis*, *Charadrius thoracicus* et *Threskiornis bernieri*, ainsi que de nombreuses espèces nidificateuses, ont attiré la curiosité des scientifiques.

À titre indicatif, les espèces suivantes ont dépassé le seuil de leurs populations : *Tachybaptus pelzelni*, *Egretta ardesiaca*, *Egretta dimorpha*, *Ardea humbloti*, *Plegadis falcinellus*, *Platalea alba*, *Anas bernieri*, *Actophilornis albinucha*, *Phoenicopterus ruber*, *Dromas ardeola*, *Glareola ocularis*, *Charadrius thoracicus*, *Charadrius marginatus*, *Charadrius leschnaultii*, *Arenaria interpres*, *Chlidonias hybridus*, *Sterna bengalensis*, *Sterna bergii*, *Sterna dougalii*. En effet, cette zone est importante pour l'accueil des espèces migratrices. La figure 2 suivante montre le nombre d'espèces présentes relatifs aux différents ordres durant les observations et vu l'hétérogénéité des sites, des espèces qui préfèrent d'autres habitats tels que les eaux douces, les milieux temporairement inondés, les rizières, etc., y ont été rencontrées.

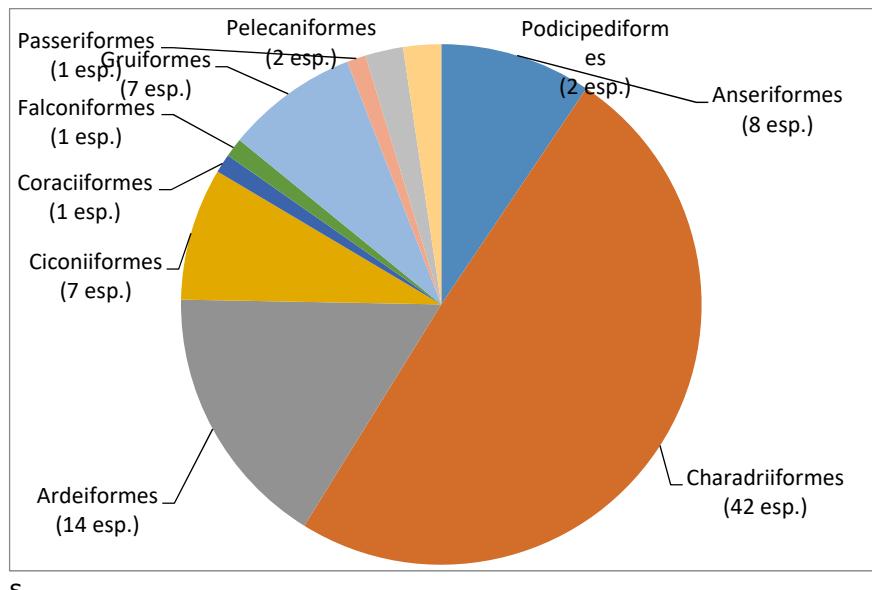


Figure 2 : Nombre d'espèces rencontrés dans différents ordres

Il est noté que l'ordre des Charadriiformes est le plus représenté avec 42 espèces dont les familles de Charadriidae, Scolopacidae et Sternidae sont les plus remarquables tandis que les ordres de Coraciiformes et Pélécaniformes sont les moins nombreux et ne contiennent qu'une espèce de chaque. La première édition de "Safari des Oiseaux" réalisé à Ampitsopitsoka en novembre 2016 précédée du Festival Vorofaly en 2013 et 2015 et la célébration de la Journée Mondiale des Oiseaux Migrateurs (JMOM) en mai 2017 sont déjà considérés comme début pour la promotion de tourisme communautaire dans cette NAP bien que des chercheurs internationaux y viennent depuis des années. Le " Safari des Oiseaux", 2^{ème} édition sera prévu du 03 au 07 novembre 2017. De plus, 34 autres espèces non aquatiques ont fréquenté les mangroves, les arrières - mangroves et les plages côtières et qui pourraient augmenter les espèces aviaires à admirer par les touristes.

Les zones côtières ne constituent pas uniquement les potentialités écotouristiques de la NAP CMK. Force est mentionner que le grand lac Kinkony est une première destination pour l'observation de *Amauornis olivieri* où le marais à Makary est un site de prédilection pour cette espèce. Ainsi, des Tours Opérateurs entre autres Tongava Tours, MaToR, etc., ont commencé à fréquenter la NAP CMK. La collaboration avec les Vondron'Olona Ifotony (VOI), en tant que guide local et pour la location des moyens de déplacement a facilité les travaux de chercheurs. De plus, ces associations s'occupent des touristes, ce qui augmente la possibilité de visiter de nombreux endroits et d'apprécier la particularité de partie ouest malagasy.

Discussion

L'étude réalisée par Randrianjafy (2014) a montré une richesse spécifique élevée, avec 123 espèces recensées et la baie de Marambitsy est la plus riche en espèces (108 espèces) alors que le delta de Mahavavy est la plus faible (45 espèces) le fait que tous les habitats représentatifs de la partie nord de la zone ont été inventoriés, y compris les habitats forestiers, les marais et les lacs ainsi que les mangroves. Par contre, les sites au niveau du delta de Mahavavy sont dominés par les oiseaux d'eaux. Parmi les 23 espèces inféodées au biome de l'ouest (ZICOMA, 1999), cinq seulement ne sont pas rencontrées dans la NAP CMK. Ce sont: *Monias benschi*, *Coua verreauxi* et *Uratelornis chimaera* ainsi que *Xenopirostris xenopirostris* et *Monticola imerinus*.

La proposition de l'installation d'une nouvelle usine de la sucrerie dans le District de Mitsinjo aurait des impacts plutôt négatifs sur la gestion et la conservation de la NAP CMK dans le futur et le rapport avantages/inconvénients mérite des réflexions mûres. A titre d'exemple, l'amélioration des infrastructures surtout routières et en conséquence, l'augmentation des infrastructures d'accueil pourraient être des avantages, mais la destruction de la végétation caractéristique de la région écofloristique occidentale d'une superficie d'environ 23 000 ha relative à la mise en place et à l'extension serait une perte incontestable.

Conclusion

La NAP CMK est une nouvelle destination touristique au sein de la Région Boeny. Des colonies d'oiseaux d'eau y sont facilement observables et *Amauornis olivieri* est caractéristique de cette zone, plus précisément dans les marais de Makary.

Références Bibliographiques

- Asity Madagascar, MMZ et GIZ (2014). Plan d'Aménagement et de Gestion (PAG) Complexe Zones Humides Complexe Mahavavy-Kinkony Région Boeny.
- BirdLife International (2002) Important Bird Areas and potential Ramsar Sites in Africa. Cambridge, UK: BirdLife International.
- Kiener A. & Therezien Y. (1963). Principaux poissons du Lac Kinkony. Bulletin de Madagascar. 204 : 1 - 46.
- Dudley, N. (Éditeur) (2008). *Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées*. Gland, Suisse : UICN. x +96pp.
- Langrand O, 1992. Birds of Madagascar. Delachaux et Niestlé
- Morris P. and Hawkins F., 1998. *Birds of Madagascar : A Photographic Guide*"
- Projet ZICOMA (1999). Les zones d'importance pour la conservation des Oiseaux à Madagascar . Projet ZICOMA, Antananarivo, Madagascar, 266 pages.
- Rabenandrasana Marc N. (2004). Évaluation écologique et identification des sites potentiels pour la conservation de la biodiversité des zones humides du Complexe Mahavavy/Kinkony (Province de Majunga). Rapport non publié au CBC CI Madagascar et BirdLife International Madagascar. Programme. Décembre 2004.
- Randrianjafy V. (2014). Inventaire des oiseaux de la Nouvelle Aire Protégée du Complexe Mahavavy – Kinkony (NAP CMK), Mahajanga, MADAGASCAR. Rapport – Période humide. Asity Madagascar, 45 pages.

18. Valorisation et utilisation durable de la biodiversité marine du parc national Nosy Tanikely, Nosy Be

RANDIMBISON Landisoa Andrianina¹, BEMANAJA Etienne², LOPE Jean Charles²

¹ MNP, ² CNRO

INTRODUCTION

Madagascar constitue la 4^e grande île du monde couvrant une superficie terrestre de 587 045 km² (Mittermeier & al.1999). Dans cette île, un important littoral mesure plus de 5600 km, le long duquel les récifs coralliens s'étendent sur une superficie totale de 2230 km².

De par sa richesse en biodiversité et l'incroyable endémicité des espèces, on la décrit parfois comme étant un laboratoire vivant de l'évolution.

Le pays a un haut niveau de diversité corallienne et de celle des poissons, dans l'océan indien occidental. Cela représente une des principales attractions touristiques dont Nosy Be fait partie avec les archipels aux alentours. Un lieu qui bénéficie cette attraction est le Parc National Nosy Tanihely.

De très nombreux exemples démontrent que la biodiversité est essentielle pour le développement durable et le bien être humain. Elle est un atout supplémentaire indispensable pour l'économie locale et mondiale.

Etant un produit touristique et autonome financièrement, le Parc est parmi les sites les plus visités de Nosy Be par les touristes du monde entier. La biodiversité génère ainsi des bénéfices aux usagers, aux populations. Il convient, par ailleurs, d'évaluer la préservation et la conservation.

DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

Au nord-ouest du Madagascar, l'APMC Nosy Tanihely fait partie du faritany d'Antsiranana, dans sa région Ouest appelée DIANA et s'inscrit dans la Commune Urbaine de Nosy Be.

Le Parc National marin Nosy Tanihely se trouve à 8,5 km au Sud-ouest du port de Hell-Ville et son accès se fait par embarcation.



L'île de la petite terre ou Nosy Tanihely est comprise entre 13° 28' de latitude Sud et 48° 14 de longitude Est et a une superficie de 10 ha, pour la parcelle terrestre et 170 ha, pour la parcelle marine. La zone de protection est de 160 ha.

Son sommet culmine à 40m d'altitude.

Elle est entourée de plages de sable fin interrompues par quelques affleurements rocheux.

Le climat prédominant à Nosy Tanihely est de type tropical chaud et humide, avec une pluviométrie annuelle moyenne de 2250 mm présentant un maximum aux mois de Décembre et Janvier. La saison sèche est nettement marquée de juin à août. La température, quant à elle, varie de 21°C à 31°C pour donner une moyenne annuelle de 26°C.

Nosy Tanihely est dépourvue de source et l'unique apport d'eau douce vient des eaux pluviales récoltées dans un réservoir d'eau (impluvium).

Ce site présente une très riche biodiversité marine ainsi que de nombreuses espèces végétales et animales, et attire aussi bien les touristes en quête d'une plage paradisiaque que les adeptes de la plongée sous-marine ou les scientifiques.

En 2011, Madagascar a ouvert son quatrième parc national marin sur l'île de Tanihely avec son décret de création définitive n°499-2011 sorti le 06 septembre 2011.

IMPORTANCE BIOLOGIQUE DU PARC

Le site présente de nombreuses espèces végétales et animales: A part cette biodiversité, il est également un lieu touristique pour les plages et la beauté du paysage.

❖ **Terrestre :**

- ✓ Forêt représentative de Sambirano: composée de 38 familles réparties en 81 genres et 89 espèces.
- ✓ Faune : Lémuriens (2 espèces), *Pteropus rufus*, 13 espèces d'oiseaux, 13 espèces de reptiles, des invertébrés.

❖ **Marine:** plus important de son côté unique et exceptionnel

- ✓ 74 espèces de récifs de type frangeant,
- ✓ 106 espèces de poissons réparties en 27 familles et 56 genres,
- ✓ 2 espèces de tortues marines (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*),
- ✓ Invertébrés: *Holothurias*, étoiles de mer, oursins,

OBJECTIFS DE L'ETUDE

- 1) Déterminer l'évolution de la santé de la biodiversité marine avec le taux de couverture benthique et le taux de recouvrement spécifique des coraux pour la période de 2012 à 2015
- 2) Evaluer une partie de la valeur d'usage du Parc correspondant au bien-être, à la satisfaction et agrément que procurent les usages récréatifs pour les visiteurs.

MENACES ET PRESSIONS

Face à toute cette beauté exceptionnelle, il y a des pressions et menaces qui affectent les récifs de Nosy Tanihely.

a) **Pressions naturelles**

Les cyclones: ils entraînent toujours des dégâts et destructions physiques des coraux d'où l'importance de quantité de débris et des coraux renversés tels que les coraux mous après évaluation des dégâts cycloniques.

Le blanchissement des coraux, à travers surtout de l'augmentation de température. Les conditions idéales pour le développement et la croissance des coraux sont la lumière, le pH, la Température qui varie entre 22°C et 29°C, la turbidité, ...

En 2016, une augmentation de température qui varie de 29°C au 31°C s'est passée dans le Parc le long de l'année à partir de mois de mars. Ceci a entraîné des blanchissements des coraux et au fur et à mesure le phénomène les tue. Les coraux blanchis sont couverts par des algues qui les asphyxient. Le taux de coraux morts avec les débris et éléments abiotiques peuvent aller jusqu'à 70% surtout au niveau des platiers récifaux moins de 6m de profondeur (suivi effectué en juin 2017).

b) **Pressions anthropiques**

Les pollutions par déchets plastiques: Les bouteilles plastiques, les sachets, ... transportés par l'eau de ruissellement et les courants marins sont mangés par les animaux aux alentours et les tuent ensuite. Tel est le cas des tortues marines. Elles sont aussi déposées sur le littoral et polluent les plages.

La sédimentation: Les sédiments de l'érosion emportés par l'eau de ruissellement se déposent sur les platiers récifaux et peuvent entraîner l'asphyxie des coraux et les algues se développent.

L'ancre de bateau et les coups de palme: ils sont enregistrés dans des zones récifales et peuvent entraîner aussi des destructions et dégâts physiques des coraux et affectent leurs vies s'il n'y a pas de suivi strict et ni d'application des règlements au niveau du Parc

METHODOLOGIE

Les différentes méthodes suivantes sont utilisées:

- dispositifs de suivi écologique marin pour suivre annuellement l'évolution de l'état de santé de l'écosystème récifal,

- méthode d'évaluation contingente (MEC) pour évaluer les services rendus par les récifs coralliens à travers le choix de consentement à payer pour les visiteurs,

A) Dispositifs de suivi écologique marin

L'étude a été effectuée dans 8 stations dont 4, sur les platiers récifaux et 4, sur les pentes externes pour une période de 4 ans (2012 au 2015).

Méthode de transect d'interception linéaire: LIT est une méthode largement utilisée pour recueillir les données quantitatives pour chaque catégorie benthique (English et al. 1997).

La longueur de transect est de 10 m où on enregistre les catégories des fonds marins traversées par le transect. Le processus est répliqué 6 fois dans une station, sans chevauchement et avec au moins 5 m entre chaque transect. La méthode évalue le taux de couverture linéaire de benthos

Méthode de transect de recensement des poissons (abondance), le TVS (Transect Visuel Sous-marin). C'est une méthode, basée sur le recensement visuel des poissons, présente à l'intérieur d'une surface de 250 m² soit 50m x 5m sur les récifs. Elle peut fournir des estimations de biodiversité, de biomasse et densité de poissons.

L'évaluation de l'état de santé général de récifs est réalisée grâce à l'examen de l'évolution des principaux indicateurs écologiques pendant les quatre années de suivi (2012 au 2015) tels que:

- La composition relative du couvert benthique
- les caractéristiques du couvert des coraux durs,
- La diversité et la biomasse des poissons.

B) Méthode d'évaluation contingente ou MEC

La méthode est utilisée pour estimer la valeur économique des services touristiques et loisirs offerts, rendus par l'écosystème récifal du Parc, à travers le choix de consentement à payer plus pour les visiteurs.

Devant être autonome financièrement, pour pouvoir assurer la pérennisation du Parc, l'étude a été effectuée pour déterminer le nouveau tarif d'entrée le plus réaliste en 2016.

La question qui se pose : « Comment peut-on détecter la valeur que les visiteurs donnent à l'aire protégée ».

Le principe fondamental de la méthode d'évaluation contingente est.

- Les préférences des individus servent de base à l'évaluation de bénéfice /avantage ou la valeur d'un bien/service
- L'interrogation directe des consommateurs d'un bien/service

Dans cette étude, l'avantage est le droit de voir, *in situ*, la faune et la flore unique et exceptionnelle du Parc et de vivre l'expérience de se rendre dans ce joyau naturel, donner une valeur au service rendu par la biodiversité du Parc.

L'enquêteur attend la disponibilité des visiteurs avant de proposer la fiche d'enquête et cela, selon leurs activités dans le Parc car on ne peut avoir leurs perceptions/préférences qu'après avoir visité le Parc.

L'enquête a été faite par:

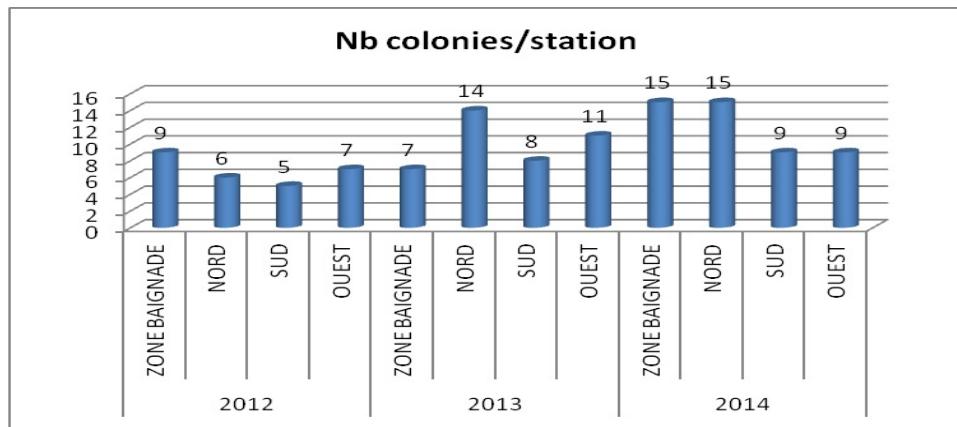
- échantillonnage sans présélections au préalable, sur des personnes âgées de plus de 18 ans,
- période d'enquête 20 jours,
- 40 visiteurs enquêtés sur 531 touristes étrangers soit 7.5%

RESULTATS DE L'ETUDE

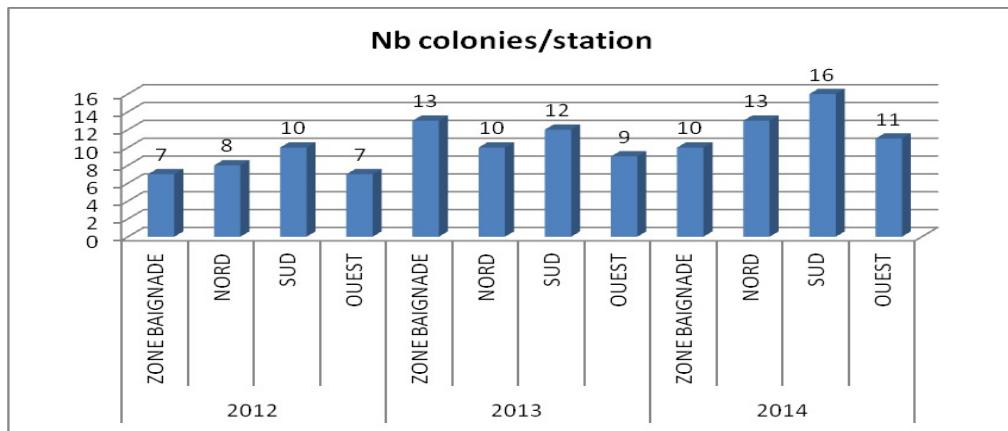
A) Evolution de l'état de santé des récifs

Les résultats se résument par les indicateurs écologiques définis auparavant:

- la composition de la couverture des fonds marins par station
- le taux de couverture des coraux vivants et morts par station
- la biomasse des poissons
- En ce qui concerne la composition de fond marin par station
 - a) Sur les platiers récifaux



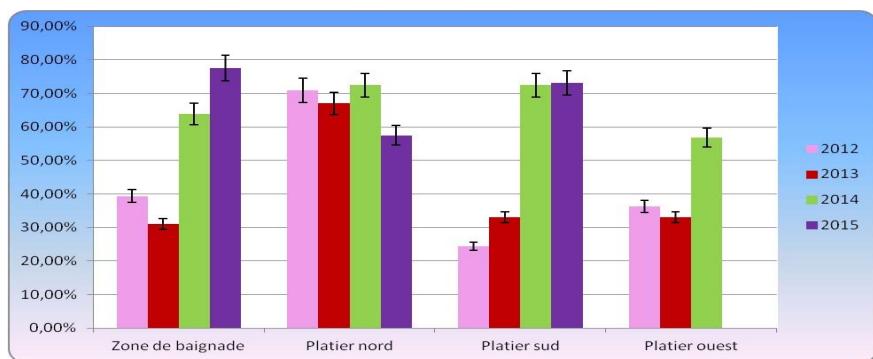
b) Sur la pente externe



Que sur la pente ou sur les platiers récifaux, le nombre des colonies par station augmente d'année en année.

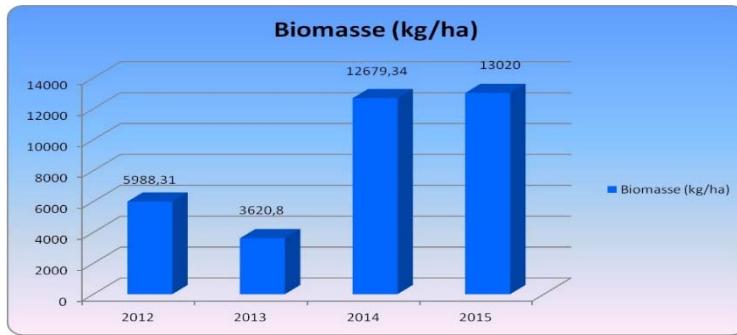
- Concernant le taux de couverture des coraux vivants par station

a) Sur les platiers internes : Les résultats se présentent comme suivants :



b) Sur les pentes externes : les résultats sont

- Pour la biomasse totale des poissons par année de suivi, le résultat est représenté par le diagramme suivant :



- Par rapport à la taille moyenne des poissons par année de suivi,



B) Evaluation des services rendus par l'écosystème récifal

Sur 531 touristes étrangers qui visitent le Parc, 40 visiteurs ont été enquêtés soit 7,5% du nombre total des visiteurs pendant 20 jours.

(i) Caractéristique et comportement des visiteurs

- pour l'ensemble, la principale raison de visite est l'écotourisme,
- 87.2% des touristes sont en vacances pour visiter le Parc,
- 5.1 % sont venus pour d'autres raisons (voyage de noce, repos, ...),
- 7.7% n'ont pas répondu

Les touristes ont une durée moyenne de séjour à Nosy Be entre 3 à 15 jours.

Les visiteurs enquêtés ont l'intervalle d'âge de 27 à 66 ans.

Sur tous les visiteurs enquêtés, 64.2% sont venus pour la première fois à nosy be et 64.1% ont visité la première fois le Parc Nosy Tanihely.

43.6% ont choisi le Parc par recommandations d'autre personne ayant visité le Parc

28.2% l'ont choisi par le biais d'une agence de voyage ou Tour Opérateur

33% sont venus entre amis, 23% sont venus seuls et 44% sont en famille.

(ii) Le niveau de satisfaction sur la qualité du Parc

La perception sur les qualités du Parc est obtenue par le niveau de satisfaction sur les services offerts. Tous les visiteurs n'ont pas déclaré avoir des problèmes durant les visites.

Critères	Sans Opinion %	Pas satisfait %	Peu satisfait %	Satisfait %
Appréciation générale du Parc	2.6	-	2.6	94.8
Activités touristiques offertes (plongée sous-marine, snorkelling, baignade, point de vue, excursion en mer, pique-nique)	-	2.5	-	97.5
Services offerts (accueil, sécurité, ..)	12.8	2.6	-	84.6
Etats des infrastructures	-	2.5	7.7	89.8

(iii) Le consentement à payer (CAP)

La valeur d'une AP est très subjective et elle peut varier d'une personne à une autre. Ce qu'on a demandé aux touristes c'est le prix maximum qu'ils acceptent de payer en visitant le Parc. Le montant est varié entre 5 à 15 euros.

DISCUSSIONS ET CONCLUSION

Selon les résultats de l'étude, on peut conclure que :

Le nombre de colonies augmente d'année en année pendant la période de suivi le long de chaque station, Le taux de couverture des coraux vivants augmente en surface le long de transect par station et suivant la période de suivi,

Il y a une variation positive de la biomasse (en kg/ha) de 2012 au 2015 par station de suivi effectué, Les qualités esthétiques et le potentiel récréatif font de récifs coralliens une attraction touristique majeure,

La satisfaction et le bien-être humain (touristes) en visitant le Parc permet de donner un service récréatif aux touristes à travers son écosystème récifal et sa beauté.

La valeur générée par les activités de tourisme provient des usages tels que la plongée, la sortie d'observation marine, sortie en bateau qui sont directement liées aux récifs,

Une part importante de la richesse créée provient des dépenses liées à ces usages en hébergement, en alimentation et de transport réalisés par les touristes.

Le consentement à payer des visiteurs permet d'évaluer la valeur de l'aire protégée et permet d'estimer les dépenses indispensables à sa conservation, à son fonctionnement en général pour améliorer la gestion financière du Parc.

Cela permet aux usagers du Parc de nourrir au minimum environ 1000 familles malgaches employés des 50 opérateurs touristiques accrédités qui sont en moyenne 4 ménages /opérateurs avec 5 membres de familles par ménage.

Le coût de l'aire protégée permet de renforcer les activités de conservation et de préservation de l'écosystème.

La gestion durable des éléments de la biodiversité est donc une condition absolue pour la survie et le bien-être de nos générations futures.

La durabilité des ressources des parcs naturels, qu'ils soient terrestres ou marins, dépend beaucoup de la qualité de sa gestion technique, mais aussi de sa gestion financière. En effet, les fonds et revenus générés par le Parc, à travers son activité commerciale et les services touristiques et les loisirs offerts sont utilisés pour assurer la conservation et recherche, l'entretien et la réparation des infrastructures et équipements, pour couvrir le frais de fonctionnement et toutes les charges nécessaires pour le développement du Parc.

Ces ressources financières proviennent principalement des recettes générées par les droits d'entrée pour les visites du Parc.

La collectivité à travers la Commune urbaine de Nosy Be bénéficie de projet de développement bien défini par le Parc.

Le gouvernement malagasy a priorisé l'activité de tourisme comme un levier de l'économie du pays, les résultats de cette étude ont permis d'affirmer que la valorisation de l'aire marine protégée Nosy Tanihely permet d'assurer l'utilisation durable de ses ressources accompagnée du développement local, régional et national du pays si elles sont bien gérées.

Bibliographie

Voltaire Louinord (2011), méthode d'évaluation contingente et évaluation économique d'un projet de réserve naturelle dans le Golf de Moribulan, France. 282p

Tina Rambeloma & Andrew Keck, USAID (2001), analyse des Droits d'Entrée dans les Aires Protégées Malgaches

Hamisso Halilou Malam Garba (2009), estimation des valeurs des biens et services produits par les aires protégées : cas du parc régional w du Niger, mémoire de fin d'étude, 102p.

Wiser R.H. (2007) Using contingent valuation to explore willingness to pay for renewable energy: A comparison of collective and voluntary payment vehicles, Ecological Economics 62, 419-432.

Dan Wilhelmsson & David Obura (2002), Coral Reef Degradation in the Indian Ocean, status Report 2002, 276p.

Chelsea Nahill & al. (2009), diagnostique sur la santé des récifs coralliens à Nosy Tanihely et la Baie d'Ambarano, écologie et conservation, SIT Madagascar, 27p.

Maciej Jędrusik. (2006), The role of islands located off the northwest coast of Madagascar in modern tourist development, Professor of Earth Sciences, Faculty of Geography and Regional Studies, University of Warsaw, Poland

19. Possibilité de valorisation durable de la diversité halieutique de Mananara Nord par les pêcheurs traditionnels

RASOLONTIAVINA Nadiée Eléonore¹, RAKOTOMAVO Andriamparany¹, MIASA Eustache¹

¹ISSEDD : Institut Supérieur de Sciences, Environnement et Développement Durable – Université

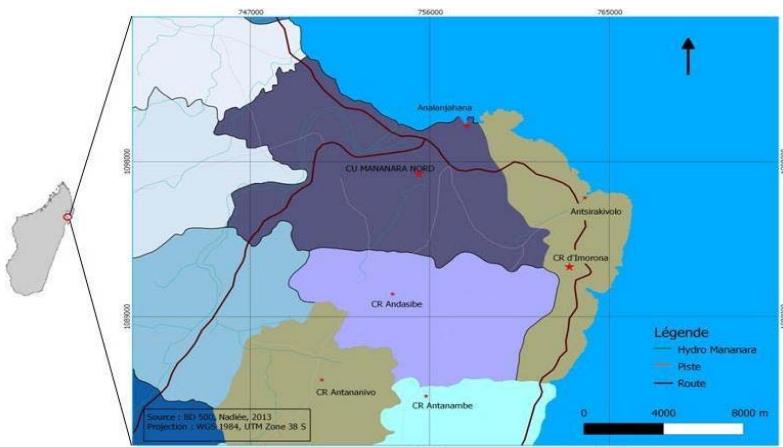
INTRODUCTION

La zone littorale est l'un des secteurs clés pour le développement économique de Madagascar. En effet, elle est le support d'importantes activités génératrices de richesses, telles que le tourisme, l'aquaculture et la pêche. Cette dernière occupe une place non négligeable dans l'économie malgache et le Gouvernement malgache compte sur elle pour assurer le développement du pays. Pour preuve, en 2002, elle a assuré plus de 15.000 tonnes d'une valeur de 130 millions USD (dollar américain), et la principale destination de ses produits est l'Europe (RAFALIARISON, 2006). Cependant, la zone côtière Est malgache fait partie d'une zone qui dispose une potentialité en ressources halieutiques élevée, pour laquelle le District de Mananara Nord fait partie. Le long de la côte de cette zone, la présence des récifs, des mangroves et des forêts littorales assurent la production biologique pour la pêche et confèrent à la zone un paysage merveilleux favorable au développement des activités touristiques. Sa zone de pêche est très intéressante, trois types de pêche y évolue, traditionnelle, artisanale et industrielle. A titre d'exemple, l'exploitation crevettière tient une place importante dans la pêche industrielle : 300 à 550t de 1998 en 2003, dont plus de 50% proviennent des captures dans la Baie d'Antongil (RANDRIANARISOA, 2006). Ce métier attire bon nombre de population côtière, mais les ressources halieutiques sont en voie de disparition car l'exploitation est irrationnelle. La pression se présente principalement par l'usage d'engins et de techniques destructrices, qui diminuent de plus en plus le rendement. Face à ce problème, en 2008, la Baie d'Antongil a élaboré un schéma d'aménagement des espaces incluant ses zones maritimes. Ceci est suivi par la mise en place des réserves marines, à gestion communautaire. Le principe de réserve de pêche est de mieux gérer l'activité, afin que la zone délimitée ne subisse pas un épuisement total de ses ressources. De plus, elle sert à réalimenter les stocks avoisinant cette réserve (TIAMBAHOAKA, 2011).

Dans cette optique, le sujet proposé porte sur la « Possibilité de valorisation durable de la diversité halieutique de Mananara Nord par les pêcheurs traditionnels ». Pour mieux cerner la problématique, une question se pose : serait-il possible que les pêcheurs traditionnels assurent la valorisation durable de ces ressources ? Pour y répondre, cet article évalue techniquement et économiquement la pêche traditionnelle, afin d'apporter des innovations dans le sens du développement durable.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. La zone d'étude



Le District de Mananara Nord est situé au Nord-Est de Madagascar dont le centre est localisé par 16° 10' latitude Sud et 49° 45' longitude Est. Il est délimité au Nord par le District de Maroantsetra, au Sud par le District de Soanierana Ivongo, à l'Ouest par le District de Mandritsara et à l'Est par l'Océan Indien. Suivant la RN5, sa limite Nord est l'embouchure du fleuve Fananehana, et sa limite Sud est l'embouchure du fleuve Anove. Administrativement, Mananara possède 14 communes et 206 fokontany. Elle couvre une superficie de 4 320 km² (.BRAND J. et MORA W., 2009).

Notre intervention a été effectuée dans les trois villages des pêcheurs : Analanjahana, Antsirakivolo et Imorona. Le premier village fait partie des Fokontany de Commune Urbaine de Mananara Nord. Tandis que les deux autres sont des zones périphériques qui se situent au Sud de la ville.

2. La collecte des données

a. L'approche sur terrain

Cette approche est basée sur l'entretien avec les personnes ressources, l'observation directe et participative et enquête auprès des pêcheurs. L'enquête a été faite sous forme d'interview individuelle et par groupe. L'échantillonnage était de l'ordre de 30 %.

b. Suivi participatif

Le suivi participatif a pour but de susciter une dynamique participative de la communauté, en favorisant une meilleure connaissance sur ses activités dans le milieu, à partir de la production des données fiables et adéquates. La participation étroite de la communauté de pêche dans le suivi est très favorable, car elle constitue la source d'information de base sur la zone. Pour réaliser ce travail, une formation de 2 jours des responsables de suivi de pêche a été organisée avant la descente sur terrain. L'objectif est la compréhension des membres de la communauté de la nécessité de la collecte des données concernant l'activité pêche et d'assurer le suivi à l'avenir.

c. Le suivi de capture

Le suivi est effectué au débarquement des produits frais par les pêcheurs au niveau de chaque village. Il porte sur:

- La capture par unité d'effort, c'est-à-dire la quantité de produits frais débarqués en kilogramme, en fonction de l'effort appliqué par une unité de pêche pendant un jour.
- L'inventaire des espèces capturées

Les noms vernaculaires sont acquis sur place, en se basant sur l'expérience des pêcheurs et des mareyeurs. Nous avons aussi utilisé des planches, dans les diverses publications, pour éviter la confusion avec des autres espèces.

- la biométrie de chaque espèce capturée.

Elle s'est basée sur la mensuration des espèces capturées avec un échantillonnage de cinq individus par espèce.

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

1. Réserves marines à gestion communautaire

Le principe de réserve consiste à mieux la gérer, afin que la zone délimitée ne subisse pas un épuisement total de la ressource. De plus, elle sert à réalimenter les stocks avoisinants cette réserve. La présence de communauté de pêcheurs proche d'un site à conserver complique l'élaboration des réglementations (*dina*) et la surveillance du site.

Réserves marines	Superficie en Ha
Analanjahana	191
Antsirakivolo	186
Imorona	209

Les réserves marines contribuent à l'amélioration du rendement de la pêche: la période de fermeture interdit tout accès au site et permet ainsi à la ressource de se régénérer en dehors de toute forme de pression. Elles responsabilisent les pêcheurs face à la gestion de la ressource. Cette responsabilisation se fait grâce à l'implication des communautés de pêcheurs dans l'établissement de la réserve.

2. L'activité pêche dans ces zones

a. Les engins de pêche

Dans ces zones, l'embarcation utilisée est la pirogue monoxyle, sans balancier. Les pêcheurs qui vont au large amènent souvent des voiles, qui ne sont installées que lors du retour dans l'après-midi. La longueur des pirogues des pêcheurs traditionnels dans ces trois zones varie de 2m à 4m. En partant avec leur pirogue, ces pêcheurs amènent des autres engins de capture.

Nous avons inventorié cinq matériels, tels que : les filets maillants de taille différente, le harpon, les nasses dormantes, le fusil et les fils de pêche avec un à plusieurs hameçons.

D'après ce tableau, 3 engins sont plus souvent utilisés :

À Analanjahana, l'utilisation de la ligne à hameçon (89%) est la plus fréquente; Antsirakivolo s'intéresse à la nasse dormante (43%). Les pêcheurs d'Imorona, préfèrent beaucoup plus le filet maillant (47 %). Parmi ces engins, c'est le fusil est le moins utilisé par les pêcheurs.

Tableau 1 : taux d'utilisation des engins de pêche

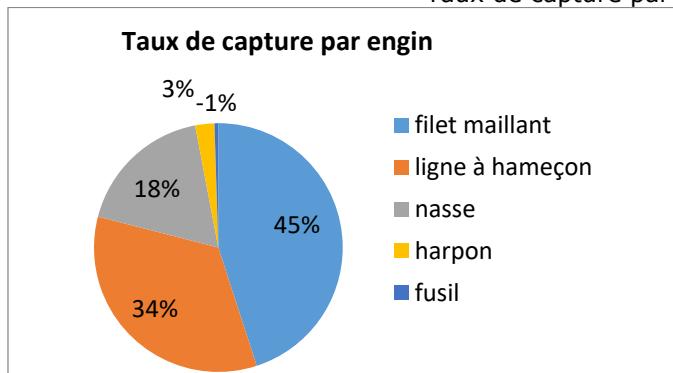
Engins de pêche	Taux d'utilisation en %		
	Analanjahana	Antsirakivolo	Imorona
Filets maillants	11	13	47
Harpon	-	34	15
Fusil	-	4	-
Fil à Hameçon	89	6	11
Nasse	-	43	27
Total	100	100	100

b. Les espèces capturées

Pendant nos travaux de terrain, nous avons rencontré 85 espèces. Certaines espèces sont prises par hasard, ne représentent qu'un seul individu quelque fois et ne sont pas très intéressantes pour la population locale. Les espèces très recherchées et qui ont des valeurs marchandes: *Siganus sutor*, *Lethrinus harak* *Caranx armatus*, *Octopus cyanea*, *Euthynnus offinis*, *Loligo vulgaris*, *Thynnus thunnus*. Ces espèces tiennent une grande importance pour la population locale grâce à l'élément nutritionnel qu'elles apportent.

c. La quantité obtenue

- Taux de capture par engin



En termes de production, nous avons remarqué que le filet maillant a capturé beaucoup plus de poissons. La ligne à hameçons a pris la deuxième place.

Graphe 1 : taux de production par engin

- Quantité moyenne journalière par pêcheur

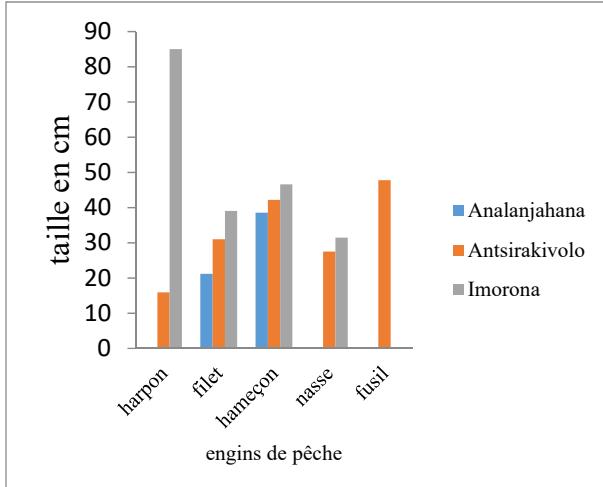
Tableau 2 : production journalière par pêcheur

2013	Nombre de pêcheurs sortant en mer		Quantité obtenue (kg)	Nombre de jour de pêche	Quantité moyenne (kg/pêcheur/jour)
avril	45		745,24	16	1,03
mai	16		515,23	12	2,68
juin	24		244,72	14	0,72
juillet	18		191,56	8	1,33
total	103		1696,75	50	5,73

Pendant quatre mois de notre suivi ; avec cinquante jours de travail :

- 103 sortaient en mer avec un total de 1696,75 kg de poissons capturés.
- La moyenne capturée par pêcheurs est de 16,47 kg soit 1,91 par jour

• **La taille de capture par engin de pêche et par site**

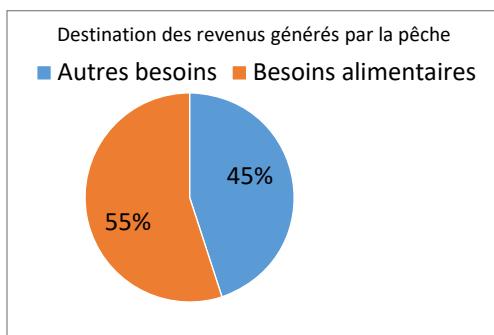


D'après ce graphe, le harpon a capturé des espèces de plus grande taille avec la moyenne de 85 cm. La deuxième était le fusil, avec la taille moyenne de 50cm. Mais tandis que les autres capturent des poissons de 21 à 47 cm

Graphe 2 : taille des espèces capturées

d. Destination des produits de pêche

Comme dans les autres zones côtières, les pêcheurs dans notre zone d'étude sont aussi bénéficiaires des revenus apportés par la pêche. Plus de 85% des poissons pêchés sont vendus aux mareyeurs locaux pour être revendus à Mananara Nord. Les 15% restants sont vendus localement.



La recette générée par la pêche tourne autour de 55 000 Ariary par sortie par pêcheur. Donc Voici l'utilisation des revenus y afférents :

- 55 % pour la nourriture
- 45 % pour autres besoins de la famille et aussi pour l'entretien de des matériels de pêche

Graphe 3 : destination des revenus de la

RECOMMANDATION ET CONCLUSION

Dans ces trois zones étudiées, les techniques de capture sont très différentes: en termes de rendement, les techniques utilisées sont encore très archaïques, ne permettant pas aux pêcheurs de capturer de gros poissons. Mais d'après notre analyse, il est possible de valoriser durablement ces ressources grâce à la mise en place des réserves marines dans ces zones qui s'avère être appréciée et elles sont bénéfiques à l'environnement. Ces réserves marines assurent la conservation des ressources halieutiques. Ensuite, la présence des organismes de protection et de conservation de l'environnement, du milieu marin, comme Wildlife Conservation Society et Madagascar National Parks, peut garantir la gestion du milieu marin. Leur collaboration avec la population locale peut minimiser les menaces sur ces ressources. Les pêcheurs disposent aussi d'activités alternatives (cultures de rente, riziculture) qui peuvent être complémentaires à l'activité pêche. La culture de rente tient la première place dans ces zones, ce qui permet de réduire l'exploitation de ces ressources marines.

Mananara Nord dispose d'un potentiel en ressources halieutiques élevé, mais certains pêcheurs n'acceptent pas les mesures prises par les gestionnaires du parc. Pour résoudre à ces problèmes, des stratégies ont été recommandés tels que :

- Renforcement de la sensibilisation auprès de la population est très nécessaire, avec des appuis techniques des pêcheurs et des acteurs concernés.
- Renforcement de l'application du Dina
- vulgarisation des techniques modernes d'agriculture (exemple : méthode de pépinières pour les girofliers)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RAFALIARISON H R, 2006 : *Contribution de la pêche et l'aquaculture dans le développement économique de Madagascar*, mémoire de Maîtrise es- sciences économiques de l'Université d'Antananarivo, 65 pages.

RANDRIANARISOA L.Y, 2006 : *La pêche crevettière dans la Baie d'Antongil, approche écosystémique des captures secondaires*, thèse de doctorat IHSM Madagascar, 198 pages.

TIAMBAHOAKA. S.C.B, 2011 : *Analyse perspective de gestion intégrée de la pêche et des ressources halieutiques marines de la région Analanjirofo (côte Est de Madagascar)*, MASTER II ès Sciences marines, 111 pages.

WEBOGRAPHIE

<http://www.fao.org>

<http://www.fishbase.org>

<http://www.BU.Antananarivo.org>

20. Alternative de sources d'énergie de séchage et technique de conservation de produits de pêche et des autres produits locaux en saison des pluies. Cas des pêcheurs de Sambirano

RANDRIANAIVO Romule Joseph, RANARIVELO Lucien, RABARISON Guy, RANDRIANJAFY Honoré

FOFIFA Département de Recherches technologiques

Contexte et justification

Les poissons d'eau douce et de mer constituent une ressource alimentaire très importante en Afrique. Dans le nord-ouest de Madagascar, les produits halieutiques sont destinés, soit à l'autoconsommation et la vente locale, soit à l'exportation, dans le cas de « chevaquines ». La filière « Pêche », secteur économique important, fait vivre beaucoup de familles malgaches, principalement dans le secteur artisanal. Pourtant, le poisson commence à se décomposer quelques heures seulement après sa capture s'il n'est pas conservé convenablement ou transformé. Il doit être alors transformé afin de prolonger sa durée de conservation pour atteindre les marchés situés loin des lieux de capture.

Le salage et le séchage effectués séparément ou combinés sont des méthodes traditionnelles de conservation de poissons, utilisées depuis des siècles. Ces deux techniques sont plus à la portée de la majorité des pêcheurs que la méthode de conservation par le froid qui implique de gros investissements. En saison de pluie, les pêcheurs enregistrent des pertes économiques, faute de pouvoir conserver ou sécher convenablement leurs produits de capture, car la méthode traditionnelle de séchage au soleil ne peut pas résoudre ce problème. Les produits mal conservés et de qualité médiocre sont difficiles à écouler.

A Antsiranana, nous savons depuis 1988 (FAO/DPA, 1988) que 50% des pêcheurs travaillent dans le milieu marin, 41 % travaillent dans le milieu estuarien, et 9 %, en milieu d'eau douce.

Dans la région du Sambirano, les produits de la pêche traditionnelle sont destinés à l'autoconsommation, pendant la période de production maximale (*novembre – décembre ; juillet – août*); le surplus de production est conservé selon les techniques traditionnelles de séchage qui occasionnent des pertes en quantité et en qualité : séchage au soleil, séchage-fumage. De telles technologies sont très mal adaptées pour la conservation des produits de pêche, notamment en période de pluies.

Les matériels construits et mis au point dans le cadre de ce projet n'existaient pas encore à Madagascar, et constituent des nouveautés, en ce sens que l'on peut utiliser plusieurs types de combustibles. Ces matériels respectent les normes de la technologie moderne, tout en restant à la portée de la masse paysanne, du point de vue acquisition et utilisation.

En outre, le séchage traditionnel avec des ressources ligneuses des formations côtières est très dégradant pour l'environnement. Le bois se trouve être le seul matériau utilisé. La proposition cherche à atténuer l'impact négatif du séchage sur l'environnement, par la diversification des ressources utilisées comme combustibles: ressources fossiles (pétrole, gaz, ...), autres déchets (algues marines, coprah, déchets végétaux, coques de café ou d'arachide, copeaux et sciures de bois, balles de riz).

Objectifs

Le projet a pour objectifs de :

- Intégrer des techniques et équipements de séchage performants dans la conservation des produits de pêche et d'autres produits locaux : séchoir et fumoir ;
- Améliorer la qualité des produits séchés ;
- Contribuer à la protection de l'environnement par l'utilisation des sources d'énergie autres que le bois.

Méthode

La démarche méthodologique comporte trois phases :

1. Diagnostic et élaboration de protocoles de recherche : une enquête pluridisciplinaire sur les techniques de séchage, les matériaux disponibles pour la fabrication de séchoir, les compétences en terme de transfert de technologie, les combustibles utilisables, les produits halieutiques à traiter.
2. Conduite de la recherche : Fabrication de prototypes (*dimensionnement des séchoirs en fonction de la production*), tests, mises au point et démonstration des séchoirs sur les différents combustibles disponibles (*essais de séchage sur différents produits intégrant plusieurs paramètres tels que température, teneur en eau, durée de séchage, etc.*), analyses comparatives des produits finis par rapport à ceux obtenus par la pratique traditionnelle (*qualités organoleptiques, qualités microbiologiques*)
3. Diffusion des résultats : Formation des utilisateurs et constructeurs de séchoirs, présentation des fiches techniques, publication et communication, élaboration de manuel du séchoir, produire un film documentaire à la télévision nationale

Deux prototypes de matériels ont été construits pour les mises au point et démonstrations. Ils ont chacun une capacité jusqu'à 100 kg de poissons frais : séchoir solaire, séchoir-fumoir.

Le séchoir fumoir est constitué par un bâti en tôle plane noire et cornière (dimension LxLxh : 1,2mx1mx0,8m) abritant le foyer (peut être en briques ou terre), et d'une armoire de séchage/fumage en bois recevant 10 claies de 1m² chacune où sont disposés les produits. Chaque claie est faite de grillage carré métallique avec un cadre en bois. Le système de chauffe est composé d'un foyer en fût métallique de 200 litres chauffé par des brûleurs faits en pots de peinture récupérés. Selon le procédé, séchage ou fumage, on met ou on enlève le fût. Des événements sont situés au bas du bâti faisant office de régulation de la température. L'air est évacué en haut par une cheminée située au-dessus de l'armoire.

Le séchoir solaire est constitué par un cadre en bois de forme trapézoïdale couvert de plastique cristal solide (dimension : LxL=1,40mx1m). Il peut recevoir 10 claies identiques à celles citées ci-dessus. Des pierres peintes en noir sont placées au-devant à l'intérieur jouant le rôle de capteur. Au-dessus à l'intérieur, on place une tôle galvanisée ondulée peinte en noir qui fait aussi office de capteur, en même temps elle empêche les rayons du soleil de frapper directement sur les produits. L'air frais entre par devant, passe à travers les pierres et les produits ; et sort par derrière en haut du séchoir.

Résultats et discussions

Les matériels construits et mis au point répondent aux critères suivants :

- Coût moindre par rapport aux matériels importés de même type ;
- Emploi de différentes sources d'énergie, autres que le bois de chauffe ou le charbon et réduit la consommation ;
- Utilisation facile pour une vaste gamme de produits animaux (poissons, viande) ou végétaux ;
- Facilité d'entretien;
- Localement fabricable avec des matériaux disponibles sur place ;
- Économiquement rentable.

Quand on utilise le séchoir-fumoir comme fumoir seul, on utilise seulement avec les copeaux ou sciure de bois, tandis que pour le séchage, on peut utiliser différents combustibles, tels que charbon, déchets végétaux, coque de café, bois, gaz.

Parallèlement aux essais et démonstrations, nous avons formé les constructeurs et les utilisateurs. Les matériels ont été conçus pour pouvoir être déplacés de village en village, afin que les pêcheurs puissent s'y familiariser.

Les produits traités à Ambanja ont été analysés à Ambatobe, concernant le taux de sel, l'humidité et la détection des moisissures sur les produits stockés sous emballage plastique.

Nous avons comparé les produits issus de la méthode traditionnelle avec les nôtres qui se sont alors révélés significativement beaucoup plus stables et de qualité supérieure.

Pour nos produits, l'emballage sous film plastique souple, de type polypropylène (SFOI), est tout particulièrement adapté du fait de son coût, de ses qualités techniques (protection contre les agents d'altération) et de son aptitude à faciliter la vente (information du consommateur, promotion, fonction d'alerte).

Nos poissons fumés à chaud ou à froid sont caractérisés par une teneur en eau de 40 à 60%. Dans cet état, ils ne sont pas encore stables, quand ils sont emballés. Sans mesure particulière, ils seront soumis aux différentes réactions de détérioration qui vont écourter leur durée de conservation en quelques jours seulement. Ces mesures consistent :

- en un séchage supplémentaire des poissons fumés jusqu'à une teneur en eau finale de 20 à 30%, les rendant ainsi stables comme les poissons séchés,

- ou en une réfrigération/congélation qui a la vertu de paralyser les agents de dégradation entraînant ainsi une prolongation de la durée de conservation jusqu'à 8 semaines et même plus. Les figures 1, 2 et 3 montrent la variation de la température et de l'humidité ou perte de poids en fonction du temps. Les courbes montrent qu'il n'y a pas de brusque diminution de l'humidité, c'est-à-dire que le séchage n'est pas très rapide ; donc, il n'y a pas de croûte sur la surface extérieure des poissons et ils ne sont altérés ni par les poussières ni par les insectes. Par conséquent, les produits obtenus sont de meilleure qualité que ceux traités par la méthode traditionnelle.

Les tableaux 1 et 2 nous montrent les caractéristiques, données et les résultats des essais conduits avec ces matériaux. Les résultats nous paraissent très satisfaisants car les paramètres de séchage sont respectés et plusieurs types de combustibles peuvent faire fonctionner les matériaux conformément aux objectifs de ce projet.

Le tableau 4 nous montre qu'il y a des jours où l'on peut utiliser le séchoir solaire et que le nombre de jours d'utilisation annuelle des matériaux peut s'étendre jusqu'à 150 jours. Le séchoir solaire peut servir pour stocker les produits finis ou pour compléter le séchage des produits fumés.

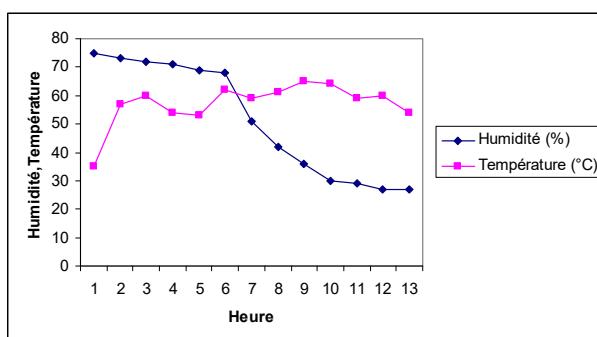


FIGURE 1. Variation de l'humidité et de la température pendant le séchage dans le séchoir fumoir

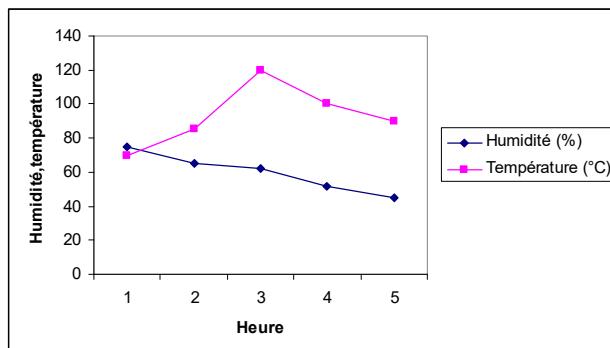


FIGURE 2 Variation de l'humidité et de la température pendant le fumage

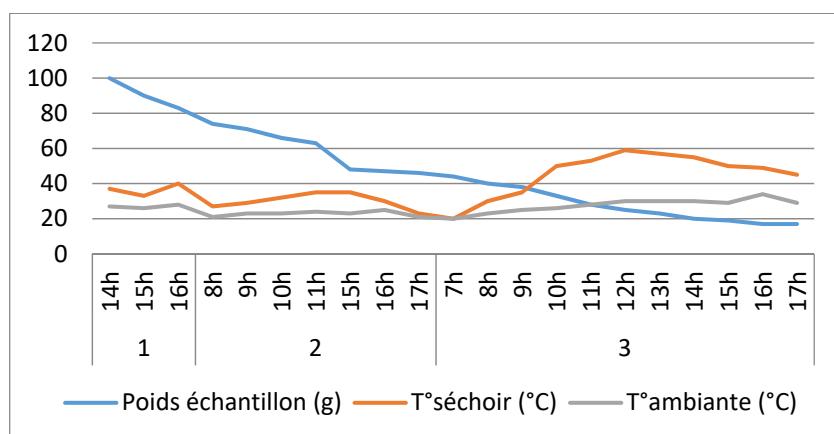


FIGURE 3 Perte de poids du produit dans le séchoir solaire

Tableau 1. Caractéristiques des séchoirs

	Séchoir/fumoir armoire	Séchoir solaire
Coût de fabrication (Ar)	2.000.000	1.000.000
Durée de vie	10 ans	10 ans
Température dans le séchoir	50-65°C	35-50°C
Température ambiante	20-33°C	20-33°C
Combustible	Copeaux de bois, bois, charbon, gaz, déchets végétaux, balle de riz.	Soleil, gaz ou charbon en appoint
Entretien	- Grillage des claies à remplacer tous les 3 ans - Peinture	- Plastique à remplacer - Peinture
Ratio avantage coût	1,42	1,43
Délai de récupération	5 mois	4 mois
Seuil de rentabilité	1000 kg/an	500 kg/an

Tableau 2 Résultats des essais sur les produits traités

Paramètres de séchage	Crevette	Poisson
Traitement	séchage	Séchage/fumage
Densité sur claie (kg/m ²)	8 à 10	10 à 12,5
Durée de traitement (heure)	2 à 4 jours (séchoir solaire)	Séchage: 8 à 12 Fumage à chaud: 2 à 4 Fumage à froid : 14
Température (°C)	Séchage: 50 à 65	Séchage: 50 à 65 Fumage à chaud: 90 à 120 Fumage à froid : 35-40
Taux de sel (%)	2 à 3	2 à 3
Teneur en eau finale (%)	18 à 25	Séchage: 18 à 25 Fumage: 40 à 60
Aspect	Intérieur beige, extérieur rose clair	Séchage: beige Fumage: rouge
Quantité du combustible pour 100 kg frais (kg)	Soleil	Séchage: 24 Fumage: 10 à 20
Durée de conservation	1 an	Séchage: 1 an Fumage: 1 mois

Tableau 3. Les autres types de produits halieutiques traités

Désignations	Séchage	Fumage à froid	Fumage à chaud
Calmar	oui	Non	oui
Crabe	non	Non	oui
Chévaquine	oui	Non	non
Huitre	oui	Non	oui

Tableau 4. Pluviométrie Ambanja en 2005

Mois	Précipitation (mm)	Nombre de jours de pluie
Janvier	592,2	16
Février	362,4	18
Mars	691,0	19
Avril	180,2	10
Mai	75,0	4
Juin	11,5	5

Juillet	12,8	3
Août	12,0	3
Septembre	81,0	7
Octobre	9,3	3
Novembre	136,4	9
Décembre	880,6	22
TOTAL	3.044,4	119

Tableau 5. Action de diffusion

Date	Régions	Actions
2006	Diana ; Ambolibozikely	Démonstration du fumoir pour le fumage des poissons
2007	Analanjirofo	Commande de 2 séchoirs fumoirs par PPRR pour les pêcheurs de Fénerive Est : formation de 17 pêcheurs de 5 associations
2007	Atsinanana	Formation des artisans de Toamasina pour la construction de séchoir fumoir
2007	Atsinanana	Formation des pêcheurs de Mahanoro sur l'utilisation du séchoir fumoir. Tournage d'un film documentaire par la TVM pour les émissions HEBDOMAS et E-See magazine
2007	Analamanga	Publication de manuel du séchoir fumoir
2007	Menabe	Démonstration de séchoir fumoir à la foire FIVE du 23 au 25 août à Morondava
2013	AlaotraMangoro	Séchage du Tsiprifery avec le séchoir solaire (projet PARRUR 3)
2016	Anosy	Commande de séchoir solaire cadre par le GRET pour les pêcheurs d'Ambovombe

21. La consommation en bois de mangroves de Bombetoka par la filière « chaux »: son évolution en cinq ans (2012-2017)

¹Hery Lisy Tiana RANARIJAONA, ²Florent BEZARA et ³Seraphin REMISY

¹ Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels (EDEN), Université de Mahajanga ² Institut de Biologie Appliquée, Université de Mahajanga³ Direction Régional de l'Ecologie, de l'Environnement et des Forêts région Boeny

Résumé

L'utilisation de la chaux date plus de 4000 milles ans. Elle a été complètement oubliée dans les pays industrialisés depuis environ 150 ans, date de la découverte du ciment. A Mahajanga, une partie des grottes de Belobaka, un des patrimoines malgaches est impacté par son exploitation, et surtout, les palétuviers de la mangrove de Bombetoka qui sont parmi les bois utilisés pour sa calcination. En 2012, il a été démontré que *A. marina* est la plus appréciée par les chaufourniers comme bois de calcination de la chaux et la fréquence de calcination est de 1 à 4 fois par mois, alors qu'un four à comme capacité 10 tonnes de bois, équivalent de 420m³ de bois. Après cinq ans d'exploitation, comment est l'évolution de cette filière et celle de la consommation en bois. C'est bien l'objectif du présent travail. Des enquêtes menées en 2016 auprès des chaufourniers, ainsi que le comptage des fours disponibles et le suivi des bois arrivés en bateau et en camion au site de calcination ont permis de démontrer une hausse considérable du nombre des chaufourniers, de la quantité du bois utilisé par four, surtout en saison humide. Malgré le fait que la mangrove de Bombetoka soit une Nouvelle Aire Protégée, l'exploitation illicite y règne. Le renforcement des législations, les mesures pour alterner l'activité des chaufourniers ainsi que la recherche d'autre source d'énergie pour pallier la consommation en bois de mangrove sont parmi les moyens pour y remédier.

Mots-clés : mangrove, Bombetoka, chaufourniers, *Avicennia marina*.

Il ne nous est parvenu de redéfinir le terme mangrove, mais afin de mieux situer les problématiques qui ont des impacts anthropiques sur la mangrove, il nous est un devoir de stipuler qu'une mangrove est une forêt à palétuviers. Cette définition signifie qu'il s'agit donc d'une ressource naturelle qui va

s'épuiser tôt ou tard, si aucune mesure ne soit prise par l'Etat. C'est une formation végétale halophile qui subit les battements de marées, vu sa situation située dans une zone d'interface mer-terre (Diouf, 2017). Une mangrove ne se rencontre que seulement dans moins de quinze pays dans le monde. Elle constitue l'un des composants du marais maritime de l'écosystème marin et côtier à Madagascar. Cette position assez délicate lui confère sa fragilité car elle peut être sujette à la fois à des menaces et des pressions venant de la mer et/ou de la terre, d'origine anthropique ou dérivés des changements climatiques (températures, pluies, ...). Ces effets peuvent agir soit de façon directe soit indirecte sur la végétation à palétuviers. La mangrove malagasy est caractérisée par sept espèces de palétuviers. C'est le cas de la mangrove de Bombetoka dans le district de Mahajanga II, région de Boeny.

La chaux est définie comme étant une matière poudreuse de couleur blanche obtenue par décomposition thermique du calcaire, connue vers 160 avant JC (Chatelet, 2005). Elle est très utile et est un des matériaux très courant pour la construction. Utilisée depuis l'antiquité notamment dans la construction jusqu'à la découverte du ciment au milieu du XIX^e siècle, surtout en France. Par ailleurs, les combustibles utilisés pour calciner la chaux étaient des bois, de l'herbe sèche, des pommes de pin, des noyaux d'olives, des noyaux des fruits. Ils ont été choisis du fait qu'ils ont la capacité de fournir un pouvoir calorifique de 900° à 1100° et de le maintenir constant pendant plusieurs jours (Flach, 1982; Adam, 1984). La chaux possède plusieurs valeurs car elle peut être l'un des éléments utilisé pour la peinture, pour les plâtres, le cuivre, les agents de blanchiment secs, les colorants, le verre, l'or, les neutralisants à pelouse et jardin, le cuir, les mortiers, le papier, les produits pharmaceutiques, et la dentifrice (Ghomari, année non indiquée). En outre, le genre *Rhizophora* a été très prisé pour son pouvoir calorifique et sa capacité à se consumer lentement, sans séchage préalable (Ajonina et al. 2001).

A Madagascar, les premiers fours à chaux connus sont ceux de Jean Laborde, depuis 1857, situés à l'Est Madagascar et alimentés avec des charbons de bois (Renoux, 2011). Par ailleurs, aucune étude n'a été faite sur les fours à chaux ni sur les combustibles utilisés. Dans la région Boeny, il existe des fours à chaux artisanaux en argile, situés à côté d'un site patrimoine de la région Boeny, les grottes de Belobaka.

En outre, la mangrove rend des services écologiques importants dans la vie humaine. Mais il faut dire que l'homme exploite de manière irrationnelle les mangroves. Par conséquent, une dégradation de la mangrove a souvent été constatée, en plus de l'influence du changement climatique. Par ailleurs, en 2013, dans la commune rurale de Belobaka, district de Mahajanga II, région Boeny (figure 1), des enquêtes ont été effectuées, pendant la saison humide (novembre et décembre 2012), auprès des 34 enquêtés dont 2 femmes, 10 hommes, 11 chaufourniers, 11 transporteurs de bois pour combustion (8 en bateaux et 3 en camions). Quelques habitants d'Amboanio et de Boanamary ont été également questionnés au hasard. Des observation et surveillance des mouvements des transports des combustibles en bateaux et par route, de la mangrove de Bombetoka vers le port d'Antafia et d'Antafia vers les chaufourniers de Belobaka, ont été réalisées (Ranarijaona et al., 2013). Plus de 90% des paysans pratiquent l'activité sur la filière chaux, dans les fokontany suivants: Ampitolova, Ankazomenavony et Antsaboka, tandis que 50 % pratiquants dans les autres fokontany, tels que Belobaka, Ampazony, Amparemahitsy, Besely et Ladigy et minoritaires à Antsanitia, où la pêche prédomine. Cette étude a permis de recenser les espèces telles que *Hura crepitans* (Euphorbiaceae), *Mangifera indica* (ou mangarano) (une variété de manquier, qui est la moins appréciée par la population locale) (Anacardiaceae), et *Avicennia marina* (Avicenniaceae) comme bois combustibles. La quantité de bois pour calciner la chaux varie selon les espèces utilisées, d'une saison à l'autre, et de la capacité de fours utilisés. D'après les enquêtes, un chaufournier peut avoir 1 à 6 fours (figure 2), dont la capacité varie de 6 à 12 tonnes. La fréquence de la cuisson est de 1 à 4 fois par mois ; la quantité de bois utilisée varie de 10 m³ à 42 m³. Ainsi, on peut dire que la calcination de la chaux est une activité économique qui se développe dans la commune de Belobaka Mahajanga II, et qui, de par la pratique et le mode de transformation constitue un réel problème de gestion des mangroves. Pour une gestion concertée durable des mangroves, et pour une sécurisation des activités économiques de développement autour de l'exploitation des ressources. Par conséquent, il est une urgence de trouver un équilibre entre les besoins de consommation et afin de réduire la dégradation continue des mangroves. Cinq ans après, la même étude a été refaite dans le même site, afin de comprendre l'évolution de l'exploitation des palétuviers pour la calcination de la chaux, par cette activité économique des chaufourniers, qui pose des problématiques importantes sur la gestion durable de la mangrove. Des questions se posent quelles peuvent être les alternatives viables et efficaces à développer, afin de réduire les quantités de bois extraites dans la mangrove pour alimenter les fours au grand bénéfice de la population ? Pour répondre, il faut connaître le fonctionnement du secteur de la calcination de la chaux, les différentes techniques utilisées ainsi que l'alimentation des fours en bois.

Une hypothèse a été avancée qu'une énorme quantité de bois est utilisée comme combustibles pour calciner la chaux par les chaufourniers et que des pressions pèsent sur la mangrove.

Ainsi, l'objectif est d'évaluer les quantités de bois liés à la calcination de la chaux utilisés par les chaufourniers de Belobaka de 2013 à 2016 et proposer des alternatives viables à la dégradation continue des ressources de la mangrove, afin d'apporter des recommandations et des mesures de conservation

à prendre pour néanmoins réduire les impacts potentiels causés par les pressions anthropiques de la mangrove.

Localisation du site d'étude

La commune rurale de Belobaka se trouve dans le district de Mahajanga-II, région Boeny (figure 1). Elle se situe à 10km de la ville, à la sortie de Mahajanga, près de la Route Nationale 4, et dans le même site que les grottes de Belobaka, un patrimoine mondial. La population locale a comme activités économiques principales la calcination de la chaux, l'agriculture et la pêche. Elle est délimitée au Nord et à l'Est, par la commune rurale de Betsako, au Sud-est, par celle d'Ambalakida, à l'Ouest, par la commune urbaine de Mahajanga, au Sud, par les deux communes rurales : Boanamary et Marovoay. Elle est composée par neuf fokontany, à savoir Belobaka, Amparemahitsy, Ampazony, Ampitolova, Ankazomenavony, Antsaboaka, Antsanitia, Betsely et Ladigy. En 2008, la population dans la commune est estimée à 18000 habitants avec un taux de croissance démographique moyen annuel de 2,8 % et une densité moyenne de 86habitants par km². La taille moyenne du ménage est de cinq personnes. Les principales ethnies de la commune par importance en nombre sont les Sakalava, Tsimihety, Betsirebaka, Menabe et de Melaky. En totalité, il existe 44 villages, ou secteurs, au sein de la commune rurale de Belobaka..

Méthodes adoptées

Les méthodes adoptées en 2013 (Ranarijaona, 2013) ont été réalisées en février 2016 auprès des 44 enquêtés dont 30 chaufourniers, 14 transporteurs de bois pour combustion (8 en bateaux, 3 en camions et 2 en charrettes) et quelques habitants d'Amboanio et de Boanamary questionnés au hasard. Egalement, des observations et surveillance des mouvements des transports des combustibles ont été faites, soient en bateaux et par route : de la mangrove de Bombetoka vers le port d'Antafia et d'Antafia vers les chaufourniers de Belobaka (Ranarijaona, 2013). La même enquête a été réalisée en février 2016 dans les mêmes sites auprès des transporteurs et des 50 chaufourniers enquêtés.



Figure 1 : localisation du site

Résultats

Le tableau n°1 donne l'évolution de l'activité de la filière chaux de 2013 à 2016 dans la commune de Belobaka. D'après les enquêtes, les fours de Belobaka sont des fours artisanaux en argile. Au total, 50 chaufourniers ont été recensés si seulement 11 chaufourniers en 2013. Les espèces les plus appréciées et utilisées par tous les chaufourniers sont *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata* et *Xylocarpus granatum*.



Bezara,



Figure 2 : four à chaux et les bois de palétuviers brûlés pour

Tableau n°1 : évolution de l'activité de la filière chaux de 2013 à 2016 dans la commune rurale de Belobaka.

Variables	Années	2012	2016
Nombre de chaufourniers		11	50
Nombre de fours / chaufournier		1 à 6	1 à 3
Capacité des fours / chaufournier		6 à 12 tonnes	2 à 10 tonnes
Fréquence de cuisson		1 à 4 fois par mois	1 à 4 fois par mois
Quantité de bois de chauffe (suivant la capacité du four) / mois		60 à 100 m ³	45 à 85 m ³
Quantité de la chaux obtenue par four et par mois		**	16,5 à 26,5 tonne

Le tableau suivant donne les variations des prix des bois utilisés ainsi que leurs transports jusqu'au site de calcination de 2012 à 2016.

Tableau n°2 : Variations des prix des bois utilisés ainsi que le transport jusqu'au site de calcination.

Tarifs (en ariary)	Saison sèche	Saison humide
Prix moyen des bois (en Ariary) par m ³	8000	10000
Prix moyen du transport des bois de mangrove en camion	37500	40000
Prix moyen du transport des bois en 404 bâché	22500	30000
Prix moyen du transport des bois en charrette	16500	20000

1m³ de bois =12 pièces de bois

Les principaux vendeurs de la chaux sont la société Aqualma et les fournisseurs grossistes pour la construction surtout en ville.

Discussion

Au total, 50 ménages à Belobaka sont des chaufourniers. Mais il faut souligner que pour eux, c'est un travail temporaire, car un chaufournier peut-être à la fois un pêcheur ou un charbonnier ou autre, suivant la saison. En revanche, le travail de chaufourniers est une des principales sources de revenus pour la population locale qui le pratique. Malgré cela, la consommation en bois est palpable si on tient compte du volume de bois prélevé. En plus, les espèces de palétuviers sont les préférées des chaufourniers à cause de leur pouvoir calorifique. Ce qui a une répercussion sur les ressources naturelles, car une surexploitation, qui est parfois illicite, a été constatée. Les chaufourniers achètent leurs bois, sans tenir compte de la légalité des exploitants de palétuviers. Toutefois, le prix du bois est faible pour les chaufourniers, comparé au prix unitaire des bois pour la construction en ville (2500 ariary la pièce). Du point de vue économique, il vaut mieux alimenter les besoins en construction que la calcination de la chaux.

Il faut dire aussi que l'exploitation des roches de Belobaka a une répercussion sur les grottes de Belobaka (patrimoine). Deux grottes ont été fissurées à cause de l'extraction des roches sur place, alors que c'est une autre source de devises pour la commune en tant que site touristique.

Malgré les réglementations en vigueur, il est important de signaler qu'une exploitation incontrôlée et/ou illicite de palétuviers à Bombetoka existe. Il faut dire aussi que tous les acteurs (politiciens, chercheurs, population locale,) sont conscients des valeurs de la mangrove, bien qu'ils soient aussi préoccupés sur la dégradation des écosystèmes.

Il faudrait ainsi trouver d'autres solutions alternatives pour calciner la chaux.

Des solutions sont avancées pour remédier au problème de consommation en bois à cause de la calcination de la chaux, comme :

- valoriser et de gérer les déchets solides tels que les copeaux de bois, le son, la paille, les graines de mangue, l'épicarpe des noix de coco, les herbes de savane. Ces déchets sont disponibles en permanence et faciles à récupérer et valoriser.
- Il faut continuer le reboisement et la restauration des mangroves, en faisant participer la population locale, en tenant compte des besoins et de l'économie de la Commune.

- Annoncer la suspension de l'exploitation du palétuvier n'est pas une solution, il faudrait plutôt donner de multiples opportunités pour le développement vert: extension du tourisme dans les différents secteurs, tels que pêche, agriculture, transport, services...
- Renforcer la création des aires protégées marines à Madagascar et impliquer la population locale dans la conservation.
- En ce qui concerne la mangrove de Bombetoka, la filière à soie de mangrove peut être aussi une issue pour les femmes.
- Rassembler des jeunes de la localité et de se concerter avec les responsables de l'environnement pour œuvrer ensemble dans la préservation des palétuviers, serait une bonne idée. Il est du devoir de chacun de préserver l'environnement.
- Organiser chaque année une campagne de reboisement « spéciale MANGROVE » est aussi une solution.

Par ailleurs, les informations sur la biodiversité marine ne sont pas exhaustives, il est important que l'état consacre un budget de recherche spécialement pour la mer pour qu'il y ait consommation et gestion durables. La collaboration entre les institutions, les centres de recherche en partenariat au niveau national, et international est nécessaire. Il faut continuer et soutenir financièrement et/ou matériellement les échanges entre les acteurs, et/ou les opérateurs économiques afin d'améliorer la connaissance sur la biodiversité marine et concevoir des messages à transmettre aux différents concernés. Plusieurs canaux et outils de communication pourraient ainsi être utilisés.

Conclusion

Le présent article est le premier qui parle de la calcination de la chaux à Madagascar, notamment dans la commune rurale de Belobaka Mahajanga II. Au total, 50 chaufourniers y ont été recensés. Il s'agit d'une activité économique qui prend une place importante dans la région de Boeny. Les produits obtenus approvisionnent les différentes constructions, qui sont actuellement en vogue, surtout en ville. Si on tient compte de la capacité des fours, de la fréquence de calcination, du nombre de fours par chaufournier, et du volume de bois consommé pour la calcination, on peut confirmer que la consommation en bois de mangroves est importante. Les espèces *Avicennia marina* et *Xylocarpus granatum* sont les préférés pour la calcination de la chaux à cause de leur pouvoir calorifique atteignant jusqu'à 1100°. Leurs bois ont été extraits dans la mangrove de Bombetoka. Ainsi, il est urgent de trouver des alternatives pour les combustibles utilisés pour calciner la chaux. Le message à faire passer par la vulgarisation des résultats de recherche pourra appuyer la sensibilisation des populations locales et des autorités pour qu'il y ait consommation verte durable des mangroves de Bombetoka. Une des solutions à prendre en considération est la création d'emploi car la majorité des chaufourniers sont des déflatés, ayant perdu leurs emplois à cause du chômage technique et la crise à Madagascar.

Références

- Chatelet, M. 2005. La céramique du haut moyen âge (6^{ème} – 10^{ème} siècle) du sud de la vallée de rhinsupérieur :technologie, typologie, chronologie, économie et culture, Montagnac, éd. Mergoil, 608p, 196 pl.
- Chatelet, M. 2002. Un deuxième four à chaux mérovingien découvert en alsace: le four de sessenheim « hecklen » (bas-rhin. Revue archéologique de l'Est, t. 54-2005: 349-364.
- Cormier-Salem, M.C. 1994. Dynamique et usage de la mangrove dans les pays des rivières du sud (du Sénégal à la Sierra Léone), Acte de colloques et séminaires; Edition Orstom. 357p.
- Diouf, S.N. 2017. Etude de l'effet de la consommation du bois énergie sur la dynamique du peuplement forestier de la mangrove. Cas de la trasformation du poisson dans la Communauté Rurale de Djirnda. Connaissances et savoirs, Saint-Denis, France.
- Ghomari, F. Sciences des matériaux de construction. Université AboubekrBelkaid. Département de Génie Civil. 19p.
- Ranarijaona, H.L.T., Rakotoarisetra, F., Tsitomotra, A., Ramiandrisoa, H.T.J.F., Razafindravola, J.V., Miladera, C.J. Andrianaseta, G.S. et Rabesa, Z.A. 2013, La chaux et son impact sur l'exploitation des mangroves: cas de la baie de Bombetoka. Colloque scientifique. Biomad 3. Université de Mahajanga.
- Renoux, E. 2011. Impacts des genres de vie littoraux sur les couverts végétaux du Nord-Ouest de Madagascar. Thèse de Doctorat. Université de Nantes. Frances. 437p.
- <http://madagascar-tribune.com/Pour-la-sauvegarde-de-la-mangrove,18072.html> consulté le 13/09/2017
- <http://www.madagascar.ird.fr/toute-l-actualite/les-appels-a-propositions/appel-a-participation-mangroves-2017-ecole-thematique-dygem-et-colloque-moio> consulté le 13/09/2017

22. Valorisation des co-produits marins comme source de protéines

RANDRIAMAHATODY Zo¹, REJO Roger¹, RAVONINJATOVO Mboahangy¹, RAVONIZAFY Christine¹, RANDRIANATORO Hery¹, RAJAONARIVONY Marcellin¹, RANDRIAMIDOSY Jean Claude¹, RAZANAMPARANY Louisette²

¹Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Aliments et des Eaux (LACAE), Centre National de Recherches sur l'Environnement

²Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

1. INTRODUCTION

La biodiversité marine à Madagascar offre un vaste panel de ressources alimentaires commercialisables incluant différents types de poissons, de crustacés et autres. Selon le Ministère chargé des Ressources Halieutiques et de la Pêche, 113 098 tonnes de produits halieutiques ont été produits en 2015, dont 73 812 tonnes issus de la pêche maritime et 18 849 tonnes provenant de l'aquaculture. L'exportation prend une place importante dans cette filière avec des produits de différents types, incluant des produits transformés. La transformation des produits au niveau des industries exportatrices sont à l'origine de «déchets» qui ne possèdent pas encore une voie de transformation ni de valorisation bien définie. Ils sont, dans beaucoup de cas, sources de pollution environnementale et leur élimination coûte aux entreprises. Ce sont cependant des matières récupérables et réutilisables, d'où leur appellation de «co-produits». 30% à 60% du poids de l'animal entier sont considérés comme co-produits (Mackie et al., 1982).

D'autre part, différentes molécules d'intérêts peuvent être extraites de ces matières. On peut citer la chitine, les enzymes, les éléments minéraux, le collagène, la gélatine, les peptides... Ces molécules sont très intéressantes dans beaucoup de domaines, pour ne citer que l'alimentation, la nutraceutique, l'agriculture, l'élevage, le traitement des eaux...

Le CNRE s'est ainsi intéressé depuis quelques années au thème de recherche sur la valorisation des co-produits halieutiques, qui consiste à rechercher des techniques de transformation des co-produits afin d'extraire les molécules d'intérêt qu'ils renferment et d'étudier les applications dans différents domaines comprenant la nutrition et l'alimentation.

La malnutrition protéino-énergétique est, en effet, un problème réel et pertinent à Madagascar. L'objectif de cette étude est ainsi de valoriser quelques co-produits marins pour contribuer à la lutte contre la malnutrition et réduire la pollution environnementale.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Matériels biologiques

Différents co-produits de poissons et de crustacés ont fait l'objet de cette étude. Ils ont été aimablement fournis par la société MANDA S.A et la société ANTARTICA sises à Antananarivo. Il s'agit de têtes de poissons: mérou (*Epinephelusmalabaricus*) et perroquet (*Scarusghobban*); de têtes de crevettes pénéides (*Penaeusspp*), d'arêtes de mérou et de perroquet, d'écailles de poisson *Pomadasyspp* (soisoy), de carapaces de crevette *Penaeusspp* et enfin d'un mélange de viscères et des pattes de crabe *Scylla serrata*, écarté lors des transformations des crabes.

2.2. Hydrolyse enzymatique

La technique d'hydrolyse enzymatique, qui est respectueuse de l'environnement et des matières à transformer, a été adoptée pour la valorisation de ces matières. Deux sortes d'hydrolyse ont été effectuées selon la composition des matières premières.

2.2.1. Hétérolyse

C'est une hydrolyse enzymatique par addition d'enzyme exogène. Pour ce faire, une technique décrite dans une étude antérieure (Randriamahatody et al., 2011) a été adoptée avec quelques modifications: 2% de pepsine ont été utilisés pour effectuer l'hydrolyse à pH 2 et à 40°C pendant 2 heures. Le pH réactionnel est ajusté à 2 par addition de HCl 1N durant l'hydrolyse. Après inactivation de l'enzyme avec de la soude 5N, refroidissement, centrifugation, un surnageant et un culot ont été obtenus. Le culot a été lavé avec de l'eau distillée pour les co-produits de crustacés et les écailles de poisson, donnant ainsi naissance à deux autres fractions «eau de lavage» et «résidus».

2.2.2. Autolyse

L'autolyse a été effectuée sur les matières qui possèdent des enzymes endogènes, notamment les têtes de crevette et le mélange viscères et pattes de crabe. La technique utilisée par Cao et al. (2009) a été effectuée : gradient de température allant de 40°C à 70°C pendant 2 heures 30. 3 fractions ont été obtenues et collectées après inactivation par la chaleur, refroidissement, centrifugation et lavage de la préparation : surnageant, eau de lavage et résidus.

Les différentes fractions sont séchées à l'étuve et réduites en poudre avant d'être analysées.

2.3. Analyses physico-chimiques

Les teneurs en eau, en cendres brutes, en lipides et en protéines totales des matières premières et des fractions d'hydrolyse ont été déterminées, selon des méthodes officielles (AOAC, 2005).

Les acides aminés ont été identifiés par chromatographie sur couche mince après hydrolyse acide avec du HCl 6N pendant 72 heures.

L'étude des spectres d'absorption dans un intervalle de longueurs d'onde comprises entre 200nm et 400nm a été effectuée à l'aide d'un spectromètre (UV / Vis) sur du collagène natif et des dérivés hydrolytiques des écailles de poisson *Pomadasysssp*.

2.4. Recherches de propriétés fonctionnelles

Ces études ont été effectuées sur les surnageants, culot et eau de lavage. La capacité d'absorption d'eau et la capacité d'absorption d'huile ont été déterminées par la méthode utilisée par Sathivel et al. en 2005. Elle consiste à déterminer la quantité d'eau ou d'huile absorbée par g de protéines. La capacité moussante qui est la proportion de volume de mousse obtenue après homogénéisation, a été déterminée selon la méthode décrite par Shahidi et al.(1995). L'activité émulsifiante a été caractérisée par la méthode utilisée par Nazck et al. en 1985. L'étude de la stabilité des émulsions a été effectuée en s'inspirant de la technique utilisée par Groninger en 1976, décrite par Gbogouri en 2005.

2.5. Incorporation dans un aliment

Des croquettes salées à base de farine de blé ont été enrichies à 5% et à 10% avec le surnageant autolytique des têtes de crevette. La composition protéique des aliments enrichis a été déterminée. Des tests de préférence portant sur 85 sujets âgés de 14 à 18 ans ont été également conduits.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Composition des matières premières

La composition des matières premières est résumée dans le tableau 1. Les protéines constituent l'élément principal des co-produits étudiés avec des teneurs dépassant la moitié du poids sec, excepté pour les arêtes de poisson *Epinephelusmalabaricus* (26,98%) et le mélange viscères et pattes de crabe *Scylla serrata* (35,43%). Les cendres sont présentes en quantité considérable avec une teneur pouvant atteindre 59,09% du poids sec pour les pattes et viscères de *Scylla serrata* et 49,30% pour les arêtes d'*E.malabaricus*. Pour les lipides, seules les têtes de mérou contiennent une quantité assez élevée (21,43% du poids sec).

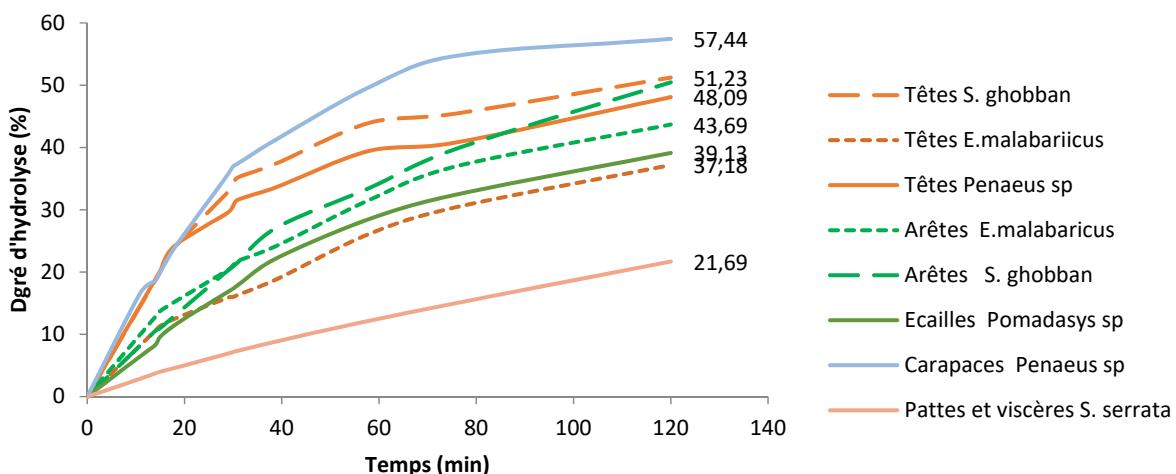
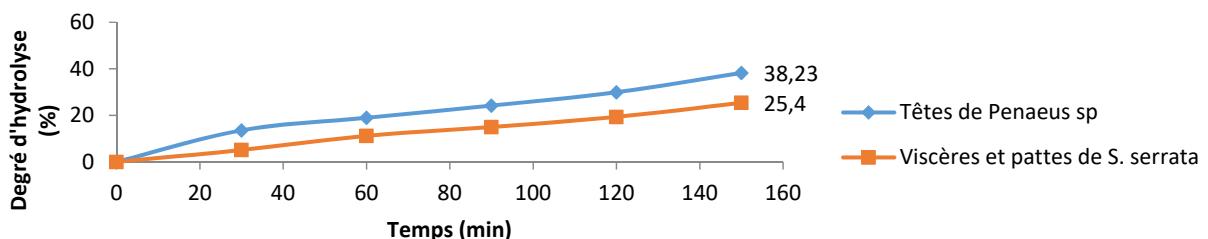
Tableau 1 : Composition biochimique des différents co-produits, en g pour 100g de matière sèche

	Têtes			Arêtes			Ecailles	Carapaces	Pinces et viscères
	<i>E.malabaricus</i>	<i>S.ghobban</i>	<i>Penaeus. sp</i>	<i>E.malabaricus</i>	<i>S.ghobban</i>	<i>Pomadasysssp</i>			
Protéines*	57,66±0,22	55,45±0,21	50,71±0,20	26,98±0,67	51,15±0,10	56,61±0,59	51,11±0,54	35,43±0,46	
Lipides*	21,43±0,33	1,99±0,15	8,95±0,31	7,54±0,24	1,80±0,00	0,30±0,00	2,22±0,14	0,44±0,03	
Cendres*	26,27±0,48	39,53±0,22	23,47±0,03	49,30±2,36	34,03±0,22	42,46±1,37	29,28±0,42	59,09±0,75	

* : Teneur moyenne en % par rapport au poids sec ± écart-type

3.2. Hydrolyse enzymatique

La figure 1 montre les cinétiques d'hydrolyse en présence de la pepsine des différents co-produits. Le degré d'hydrolyse qui est le pourcentage de liaisons peptiques coupées varie de 21,69 à 57,44% au bout de 2 heures. Ce sont les carapaces de crevette qui sont les mieux hydrolysées et les co-produits de crabes présentent le degré d'hydrolyse le plus faible. Il serait intéressant dans l'avenir de tester d'autres enzymes et d'optimiser les conditions d'hydrolyse. La figure 2 représente les cinétiques d'hydrolyse obtenues lors des autolyses des têtes de crevette et des pattes et viscères de crabe. Le degré d'hydrolyse qui est la proportion d'azote solubilisée varie de 25,40 à 38,23% au bout de 2 heures et demi. Les têtes de crevette possèdent un degré d'hydrolyse supérieur aux co-produits de crabe.

**Figure 1 : Cinétiques des hydrolyses pepsiques de quelques co-produits marins****Figure 2 : Cinétiques des autolyses des têtes de crevette et du mélange viscères et pattes de crabe**

3.2. Composition en protéines des différentes fractions d'hydrolyse

D'après la figure 3, de toutes les fractions, les surnageants sont les plus riches en protéines avec des teneurs qui varient de 41,73% pour les arêtes d'*E. malabaricus* à 73,56%, pour les pattes et viscères de crabe. Ceci est dû à la solubilisation des protéines durant l'hydrolyse enzymatique. Les surnageants générés par autolyse sont plus riches en protéines que ceux générés par hétérolyse. Certains culots et eau de lavage contiennent néanmoins une quantité importante de protéines pouvant aller jusqu'à 55% du poids sec. Par contre, les fractions résidus renferment une quantité faible de protéines, la teneur maximale étant de 30% pour les têtes de crevette autolysées. Cette faible teneur en protéines est due à des teneurs élevées en d'autres substances qui pourraient être valorisées dans d'autres domaines que l'alimentation.

L'identification des acides aminés par chromatographie sur couche mince montre qu'au moins 8 acides aminés essentiels (Phénylalanine, Histidine, Tryptophane, Isoleucine, Glycine, Valine, Leucine et Thréonine) sont présents dans les matières premières et les surnageants des co-produits étudiés. La présence de l'acide glutamique qui est un acide aminé exhausteur de goût est aussi notée. Ces résultats sont en accord avec la littérature, pour ne citer que ceux obtenus par Cao et al. en 2009 sur les têtes de crevette et leur autolysat.

L'étude du spectre d'absorption à l'UV des écailles de poisson *Pomadasys sp* montre que les fractions d'hydrolyse possèdent un maximum d'absorption à 240 nm qui est également l'absorption maximale du collagène natif. On pourrait ainsi avancer que ces produits d'hydrolyses sont des collagènes, pouvant être exploités en alimentation par la production de gélatine, et très recherchés en cosmétique.

3.3. Propriétés fonctionnelles de quelques fractions

Differentes propriétés fonctionnelles sont identifiées dans les fractions d'hydrolyse (Tableau 2). La capacité d'absorption d'eau est surtout présente dans les fractions insolubles et elle est particulièrement élevée dans la fraction eau de lavage obtenu suite à l'hydrolyse pepsique des écailles de *Pomadasys sp*, avec une valeur de $18,65 \pm 0,23$ ml d'eau absorbée par g de protéine. La capacité d'absorption d'huile est également retrouvée avec une plus grande intensité dans les fractions insolubles, par rapport aux fractions solubles. La capacité moussante est importante pour les fractions solubles obtenues lors des hydrolyses pepsiques. Les pattes et viscères de crabes présentent la capacité la plus élevée, suivie des écailles de poisson, des carapaces de crevette et enfin des têtes de crevette. Enfin, les fractions solubles obtenues avec le mélange pattes et viscères de crabe présentent des capacités émulsifiantes. Les

fractions obtenues par autolyse présentent des capacités supérieures à celle obtenue par hydrolyse pepsique.

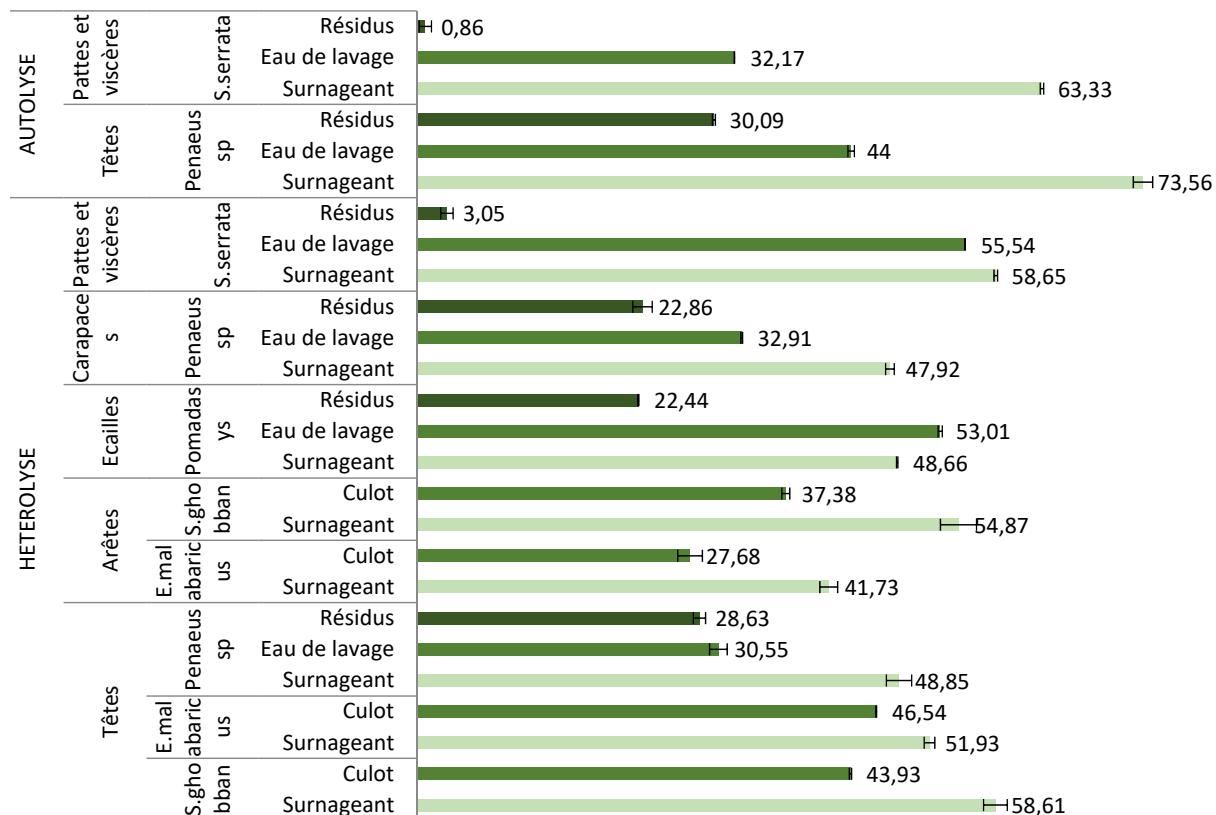


Figure 3 : Composition en protéines (en g/100g de matière sèche) des différentes fractions obtenues après hydrolyses enzymatiques de quelques co-produits marins

Tableau 2 : Propriétés fonctionnelles des fractions d'hydrolyse des co-produits étudiés

			AE (ml/g)	AH (ml/g)	CM	CE (%)	SE(%)
Têtes	<i>S.ghobban</i>	Surnageant		1,78 ±0,05			
		Culot		2,61 ±0,11			
	<i>E.malabaricus</i>	Surnageant		1,03 ±0,03			
		Culot		3,32 ±0,13			
	<i>Penaeusspp</i>	Surnageant		0,87 ±0,10	215		
		Eau de lavage	6,88 ±0,21	4,20 ±0,22	50		
Arêtes	<i>E.malabaricus</i>	Culot	1,36 ±0,5	1,96 ±0,84			
	<i>S.ghobban</i>	Culot	1,10 ±0,65	2,10 ±0,70			
Ecailles	<i>Pomadasys</i>	Surnageant			325		
		Eau de lavage	18,65 ±0,23				
Carapaces	<i>Penaeusspp</i>	Surnageant		1,63 ±0,02	240		
		Eau de lavage	4,32 ±0,02	3,28 ±0,01	220		
Pattes et <i>S.serrata</i>	<i>S.serrata</i>	Surnageant*		0,74 ±0,20	375	2,59 ±0,57	53,33
Pattes et <i>S.serrata</i>	<i>S.serrata</i>	Surnageant**		0,58 ±0,02	62,5	43,22 ±0,09	73,00

AE (ml/g) : Absorption d'eau en ml par g de protéine ; **AH (ml/g)** : Absorption d'huile en ml/g de protéine ; **CM** : Capacité moussante ; **CE** : Capacité émulsifiante ; **SE** : Stabilité des émulsions ; * : hétérolyse ; ** : autolyse

3.4. Incorporation dans l'alimentation

D'après le tableau 3, les incorporations à 5% et à 10% des autolysats de têtes de crevette dans la farine destinée à fabriquer des croquettes ont permis l'enrichissement en protéines de ces derniers. Le même phénomène a été rapporté par Ibrahim et al.(1999) avec des farines de têtes de crevette.

La valeur hédonique de la croquette à 10% est supérieure à 5, signifiant que l'aliment est accepté du point de vue sensoriel. Ces produits constituent ainsi une nouvelle source de protéines pouvant être utilisés pour l'enrichissement des aliments afin de contribuer à la lutte contre la malnutrition.

Tableau 3 : Teneur en protéines et valeur hédonique croquette enrichie avec des autolysats de têtes de crevette

Croquette	Protéines (g/100g du poids sec)	Valeur hédonique (Vh)
Témoin	7,90	5,46
5% d'autolysat	11,76	4,94
10% d'autolysat	14,78	6,68

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les co-produits marins étudiés contiennent une quantité importante de protéines de différentes sortes qui ont pu être extraites d'une manière douce. Les produits obtenus contiennent des acides aminés essentiels et possèdent des propriétés fonctionnelles intéressantes. L'incorporation de certains dérivés dans un aliment matrice induit une teneur plus élevée en protéines tout en gardant une valeur hédonique satisfaisante. Deux voies possibles s'ouvrent ainsi pour les applications en alimentation humaine: utilisation des produits dérivés comme ingrédients, notamment des agents texturants en agroalimentaire, et enrichissement protéique des aliments. Ce travail contribue à la mise en place d'une économie circulaire et d'une création de valeur pour la filière des produits halieutiques.

Il est à envisager dans l'avenir d'optimiser des techniques de transformation, d'effectuer des essais à grande échelle pour l'application industrielle, d'explorer d'autres domaines d'application comme l'alimentation animale et l'agriculture. Enfin, la recherche de partenaires privés pour l'exploitation des résultats est dans les perspectives.

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOAC, 2005. Official methods of analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Cao W., Zhang C., Hong P., Ji H., Hao J., Zhang J. (2009). Autolysis of shrimp head by gradual temperature and nutritional quality of the resulting hydrolysate. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 244-249.
- Gbogouri G.A., Linder M., Fanni J., Parmentier M. (2004). Influence of Hydrolysis Degree on the Functional Properties of Salmon Byproducts Hydrolysates. *Journal of food science*, 69:8, 615-622.
- Ibrahim H. M., Salama M. F. and El-Banna H. A. (1999). Shrimp's waste: Chemical composition, nutritional value and utilization. *Nahrung*, 43: 6, 418 – 423.
- Limam Z., Sadok S. And El Abed A. (2008). Enzymatic hydrolysis of shrimp head waste: functional and biochemical properties. *Food Biotechnology*, 22:4, 352-362.
- Mackie I.M. (1982). General review of fish protein hydrolysates. *Animal Food Science and Technology*, 7:113 - 124.
- Naczk, M., Diosady L. L., Rubin L. J. (1985). Functional properties of canola meals produced by a two solvent system. *Journal of Food Science*, 50, 1685-1692
- Randriamahatody, Z., Sylla, K. S. B., Nguyen, H. T. M., Donnay-Moreno, C., Razanamparany, L., Bourgougnon, N., & Bergé, J. P. (2011). Proteolysis of shrimp by-products (*Penaeus monodon*) from Madagascar. *CyTA Journal of Food*, 9, 220-228.
- Sathivel S., Smiley S., Prinyawiwatkul W. & Bechtel P. J. (2005). Functional and nutritional properties of red salmon (*Oncorhynchus nerka*) enzymatic hydrolysates. *Journal of Food Science*, 70, 401-406.
- Shahidi F., Hang XQ, Synowiecki J. (1995). Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chemistry*, 53 : 285-293.

23. Biomolécules Marines d'Intérêt Biologique de Madagascar

ROUKIA Djoudi¹,² NathalyBOMTEMPS², RABESA Zafera Antoine¹, RAJAONARISON Jean François¹

¹ Laboratoire de Recherche en Biotechnologies, Environnement et Santé (LRBES), Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (FSTE), Université de Mahajanga ;

² Laboratoire de Chimie des Biomolécules et de l'Environnement, Centre de Phytopharmacie, Université de Perpignan, 52 avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan Cedex, France

INTRODUCTION

Le biotope marin est considéré comme le plus riche des différents habitats du globe, mais également comme le moins bien connu des scientifiques. C'est aussi le berceau prébiotique de notre planète; ceci a pour conséquence une diversité d'espèces, de systèmes d'organisation, de formes et de solutions adaptatives. Cette biodiversité est la source d'une formidable chimiodiversité. Les organismes marins biosynthétisent des composés propres à chaque espèce et jouent un rôle écologique (défense de l'espèce, communication chimique, ...). Ces médiateurs constituent une empreinte chimique de l'espèce. Cette empreinte peut varier, au sein de la même espèce, en fonction du lieu de récolte, de la saison, de paramètres génétiques ou des facteurs biotiques ou abiotiques comme la pollution. Par ailleurs, plus de quinze mille molécules nouvelles ont ainsi été caractérisées dans des organismes marins durant ces 30 dernières années! Parmi ces composés, des molécules aux activités "anti"-(-fongiques, -bactériens, -tumorales, -inflammatoires, -virales, ...) ont été découvertes essentiellement dans des invertébrés. La recherche de nouvelles molécules aux propriétés pharmacologiques intéressantes est un enjeu important dans la lutte contre les fléaux actuels comme le cancer, le sida, ainsi que contre les maladies inflammatoires, cardio-vasculaires ou parasitaires (G. Catherine, 2011).

Madagascar a des potentialités importantes en biodiversité marine, ses récifs coralliens s'étalent sur plus de 3 000 km (récifs frangeants, bancs coralliens, récifs immersés). Par ailleurs, il y a des menaces qui pèsent sur les écosystèmes et les biodiversités marines qui relèvent d'actions anthropiques et de la variabilité climatique. Ce travail vise donc à étudier, à valoriser et à sauvegarder les invertébrés marins de Nosy Be.

MATERIELS ET METHODES

Matériels biologiques :

- Les quatre coraux mous (*Lobophytomsp*, *Sarcophytonsp*, *Sarcophytoncrassocauleet Sinulariasp*) ont été récoltées dans la région de Nosy -Be - MADAGASCAR, en février 2010.
- *Pseudopneustesvariolaris*(Oursin) et *Artémia salina* qui ont été utilisés pour les deux tests biologiques, ont été récoltés à Perpignan – FRANCE.

Criblage chimique et biologique :

50g de chaque corail mou a été congelé, lyophilisé et extraite à l'aide de dichlorométhane et méthanol (v : v).

Extraction et purification des composés :

7g de l'extrait dichloro-méthanolique de *Sarcophytoncrassocaulea* subissent une colonne chromatographique sur colonne ouverte de silice DC6 et 22 fractions ont été obtenues. Untenine (1) et Purealiline (2) ont été isolés respectivement à l'aide de flash chromatographique (RP 18 15-25µm) dans le MeOH-H₂O (0-100%) à partir de la fraction 4-5 et 12-15. Quant à la fraction 19 jusqu'au 22, elles ont subi le même système chromatographique mais dans le DCM-MeOH (0-100%) et on a obtenu 3.3mg de Sarcocrassolide et 5.2mg de Crassolide.

Activité antiproliférative sur de la division cellulaire des œufs d'oursin :

Des gamètes femelles et mâles sont extraits de l'oursin *Pseudopneustesvariolaris*.

La ponte est provoquée par injection intracoelomique à l'aide d'une seringue à travers la membrane péripiproctale de 2MI de KCL 0,5 M. Les gamètes sont récoltées dans un bêcher contenant de l'eau de mer filtrée en plaçant l'adulte face aborale vers le bas. La quantité optimale est de 20000 œufs (4% V / V). Le milieu de fécondation doit être le plus stérile possible afin de ne pas provoquer une mortalité anormale des ovocytes fécondés, le cycle cellulaire dure 1 h. Après 3h les embryons ont pour la plupart, atteint le stade 8 cellules: blastomères (2³). Pour préparer les échantillons, les solutions mères des extraits à tester sont solubilisées dans le DMSO à raison de 10mg / mL puis diluées au 1/10 dans l'eau de mer afin d'obtenir des concentrations de 1mg/mL. Une dernière dilution au 1/10 est effectuée quand 10µl de cette solution est déposée au fond des puits de la microplaqué à laquelle on ajoute 90µl du milieu contenant les ovocytes d'oursins fécondés. La concentration finale est donc de 100µg/mL. Le pourcentage de DMSO à ne pas dépasser est de 1% dans la solution contenant les œufs. Dans un

premier temps, il est possible d'observer les œufs 80 à 90mn après la fécondation, puis de les compter à nouveau 30 mn après pour observer un éventuel retard dans la division (Simon-Levert A. et al, 2007).

Test de toxicité sur larve de crevette de l'*Artémia salina* :

Ce test est effectué sur des larves d'*Artémia salina*, crevettes d'eau saumâtre, en vue de déceler la toxicité éventuelle des extraits bruts et des composés. Les œufs lyophilisés d'*Artémia salina* sont mis à éclore dans l'eau de mer, à l'abri de la lumière. Une partie du récipient est éclairée. Après éclosion, les larves vont se regrouper dans la partie éclairée du récipient et seront débarrassées de leur coquille. 48 h sont nécessaires pour que les crevettes atteignent un développement suffisant pour réaliser le test. Les extraits à tester sont dilués dans l'éthanol pour obtenir une solution à 10 mg/mL puis ces solutions sont diluées au 1/10^e dans de l'eau distillée (solution à 1mg/mL). 20 µl de chaque échantillon ainsi préparé sont prélevés et placés dans les puits de la boîte 96 puits. 90 µl d'eau de mer contenant 10 crevettes sont déposés dans les puits suivis de 90 µl d'eau de mer filtrée. Finalement dans chaque puits de la boîte se trouve une solution à 100 µg/mL (1% d'éthanol). En plus de nos échantillons, deux « puits témoins » sont également prévus : avec dans le premier, de l'éthanol à 1% et dans le second, uniquement de l'eau de mer. Les résultats sont lus après 24 h d'incubation à température ambiante et en présence de lumière (Simon-Levert A. et al, 2007).

RESULTATS ET DISCUSSION

- Analyse chimique:

Cette analyse nous a permis de mettre en évidence d'au moins 13 composés, mais également l'isolement et la caractérisation de 4 composés à partir de l'extrait diclorométhanique de *S.crassocaula*: 2 Cembranoïdes diterpéniques, untenine et purealilin L. Par ailleurs, ces 4 composés isolés ont été déjà isolés à partir d'autres invertébrés marins connues dans le monde (Wang. G., 1996 et Ishibashi. M., 1991).

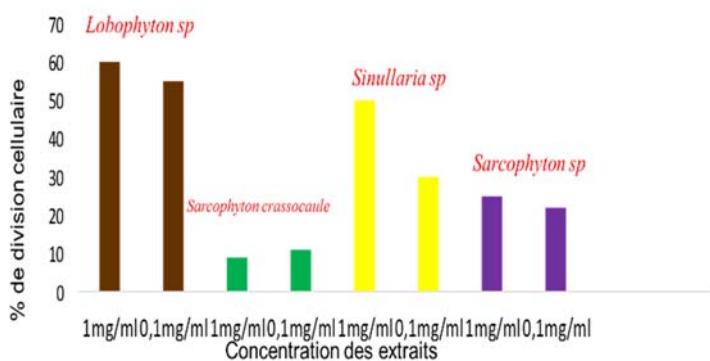
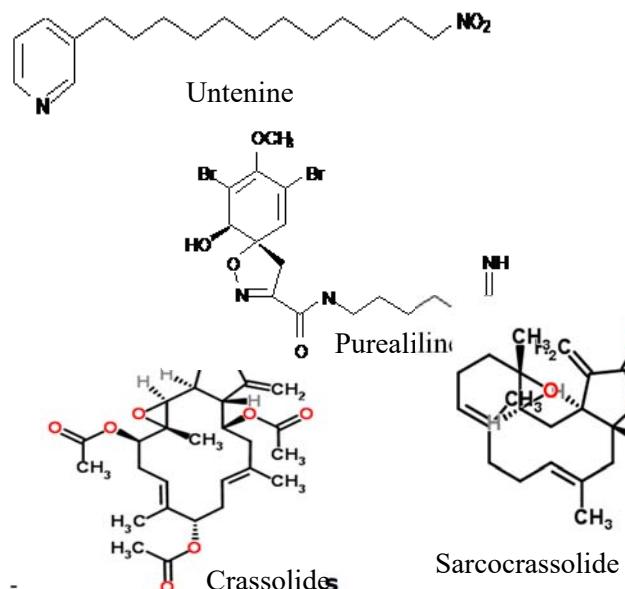


Figure 1 : Activités antiprolifératives des extraits sur les œufs de *Pseudopneustes variolaris*

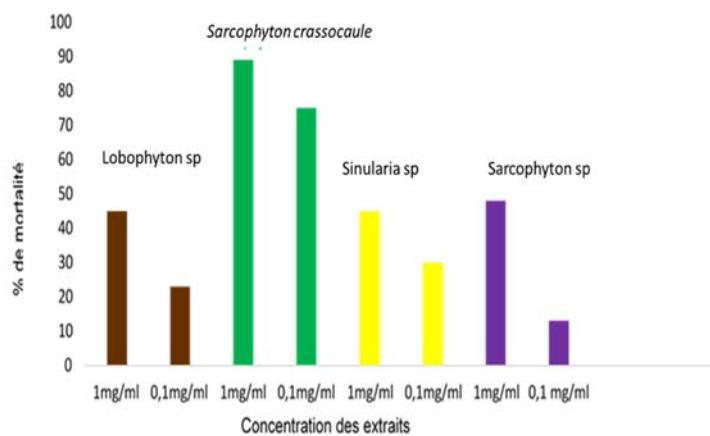


Figure 2 : Test de toxicité des extraits sur larves de *l'Artémia salina*

Les figures 1 et 2 montrent que l'extrait de l'espèce *S. crassocaule* a beaucoup plus d'activité que ceux des trois autres espèces de coraux mous et ceci quel que soit l'activité testé.

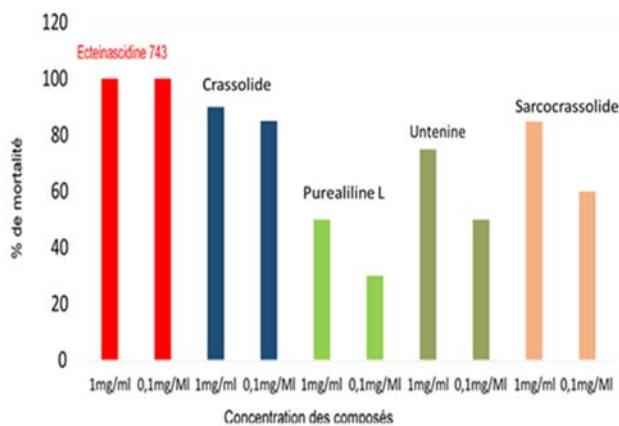


Figure 3 : Test de toxicité des composés isolés sur larves de *l'Artémia salina*

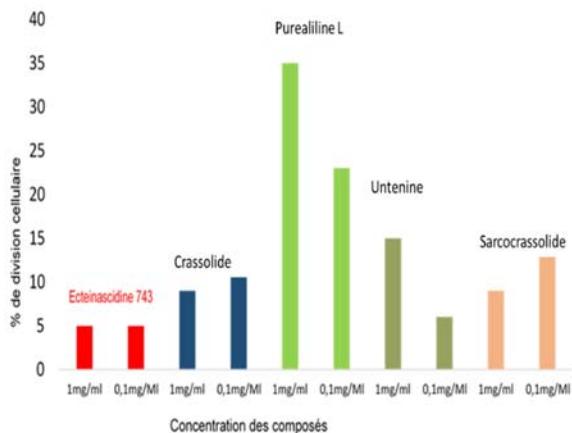


Figure 4 : Activités antiprolifératives des composés isolés sur les œufs de *Pseudopneustes variolaris*

Les figures 3 et 4 montrent que la majorité des composés ont des activités intéressantes que ce soit sur l'activité antiproliférative ou sur le test de toxicité. Les deux composés cembranoïdes diterpéniques ont plus d'activités par rapport aux autres composés et par rapport au témoin Ecteinascidine 743, le composé Crassolidea, presque les mêmes activités. On peut donc supposer que la présence de ces composés confirme les deux activités biologiques de l'extrait de *S. crassocaule*.

CONCLUSION

Sur le plan biologique, les deux tests ont montré des résultats très *intéressants*, tels qu'une activité anti proliférative et une toxicité des extraits totaux de la plupart des 4 espèces étudiées. Sur les composés isolés, c'est les deux cembranoïdes diterpéniques qui sont les plus actifs.

Sur le plan chimique, l'espèce *S.crassocaule* met en évidence 13 composés : 4 composés ont été isolées et caractériser.

9 autres dont la nature reste encore à déterminer. Par ailleurs, les 4 composés isolés ont été déjà isolé à partir d'autres invertébrés marins connues dans le monde.

Sur le plan de la valorisation, l'ensemble de ces résultats chimiques et biologiques révèlent l'énorme travail qui reste à poursuivre dans la connaissance du milieu marin de Nosy-be. Connaissance qui demeure à la base de la valorisation et donc de la préservation durable de ressources naturelles menacées.

BIBLIOGRAPHIE

CATHERINE GABRIE. 2011, *Six années pour la protection, la gestion et la valorisation des récifs coralliens du Pacifique*. Capitalisation du Programme CRISP.160p.

SIMON-LEVET A., Aze A., BONTEMPS-SUBLIELOS N., BANAIGS B. ET GENEVIERE A.M.2007. *Antimitotic activity of methoxyconidiol, a meroterpene isolated from an ascidian*. Chem.Biol.Inter.168:106-116

ISHIBASHI, M., 1991. *Perealidin A, a new cytotoxic bromotyrosine-derived alkaloid from the Okinawan marine sponge Psammoplysilla purea*. Experientia, vol 27, p. 299-300.

WANG, G., 1996. *Three novel anti-microfouling nitroalkylpuridine alkaloids from the Okinawan marine sponge Callyspobngiasp*. Tetrahedron Letters, vol 37, p.1813-1816.

24. Potentialité de l'ensilage des coproduits de calmar (*Ioligosp.*) en alimentation piscicole

RAHERINIAINA Christian Edmond.*, Mara R.M.T., Andrianasolo H.D., Maherizo G.T.F., Fitahia E.M. et Ranaivoson E.

Laboratoire VALOREMAR de l'Institut Halieutique et des Sciences Marines (IH.SM) Université de Toliar

1. Introduction

Madagascar est un pays insulaire possédant une zone économique exclusive de 1.400.000 km². La pêche est l'un des principaux secteurs porteurs sur lesquels le Gouvernement Malagasy compte assainir le développement économique du pays. Ainsi, il dispose d'une potentialité halieutique riche et suffisamment diversifiée pour pouvoir assurer l'avenir de ce secteur. En 2009, cette potentialité halieutique est estimée à 480.000 tonnes [1].

L'exportation des produits halieutiques reste une importante source de devises. Le nombre de sociétés de pêche et de transformation des produits halieutiques autorisées à exporter ne cessent d'augmenter ces dernières années. Selon le Ministère des ressources halieutiques et de la pêche, on compte à Madagascar 25 sociétés autorisées à exporter vers l'Europe et 20 autres hors de l'Europe [1].

Quelle que soit leur destination, les produits de la pêche doivent être préalablement traités et conditionnés. On constate que cette activité au préalable liée à la filière pêche génère une quantité importante des sous-produits de la pêche, appelés encore coproduits de la pêche (CPP). Considérés comme inutiles, les CPP font partie des déchets des usines et sont déchargés périodiquement dans un site dédiés [2].

Par ailleurs, de nombreuses études ont démontré la présence encore des molécules intéressantes dans les CPP motivant ainsi une thématique de recherche visant à les valoriser dans différents domaines. Et ce, dans ce contexte que, depuis 2010, le laboratoire VALOREMAR a mis en place une thématique de recherche axée sur l'étude des voies de valorisation des CPP disponibles dans la Région et des résultats prometteurs ont déjà été obtenus [3].

Pour la pisciculture, la disponibilité d'aliments riches en protéine est importante car la réussite de la production en dépend. Les poissons nécessitent un apport protéique alimentaire élevé, de l'ordre de 30 à 55 % selon les espèces. [4]. La farine de poisson est la source protéique la plus utilisée pour les aliments piscicoles, en raison de sa teneur en protéines et de sa richesse en acides aminés indispensables qui couvre les besoins des poissons [4].

Dans le cadre de cette étude, nous avons étudié la faisabilité d'intégrer les coproduits de calmar, comme étant une source des protéines d'origine animale dans la nourriture des poissons. L'objectif étant de trouver une voie de valorisation des coproduits de calmar en alimentation piscicole.

2. Matériel et méthodes

2.1. Ensilage des coproduits de calmar

Le matériel biologique de cette étude est les coproduits de calmar, *Loligosp*. Ils ont été collectés auprès d'une société de pêche partenaire de l'IH.SM basée à Toliara. Le processus d'ensilage a été effectué au laboratoire VALOREMAR où les CPP ont été broyés puis pesés. Dans un récipient contenant des broyats, un volume d'acide formique y a été ajouté à raison de 35ml par kilo de broyats [5-6]. Le tout a été mélangé puis loti dans des récipients couverts en plastique résistant à l'acide où sont marqués la date et le type d'ensilage. Ces récipients ont été exposés sur la paillasse du laboratoire avec une température ambiante de 26°C. Chaque lot a été malaxé une fois par jour de manière à homogénéiser l'évolution de la maturation de l'ensilage puis on a mesuré le pH. Un bon ensilage doit avoir un pH compris entre 3,5 et 4.

2.2. Application en alimentation piscicole

Les expérimentations sur l'alimentation piscicole ont utilisé les Tilapias (*Oreochromisniloticus*) comme animaux tests. Les expériences ont été réalisées entre février et mars 2015 au sein même de l'IH.SM Université de Toliara. Pour ce faire, des lots d'alevins de Tilapia de poids moyen de 1,5g et de taille moyenne 3,3cm ont été utilisés. En se basant sur la formule des aliments déjà utilisés dans un laboratoire d'aquaculture de l'IH.SM, l'ensilage des coproduits de calmar a été introduit, en substitution de la farine de poisson, à raison de 0% pour le témoin, 50% pour le lot E 50 et 100% pour le lot E 100(*tableau 1*).

TABLEAU 3 : FORMULE DES ALIMENTS-TESTS (POUR 1000G)

Ingrédients	Proportion	Rations expérimentales (g)		
		Témoin	E 50	E 100
Son de maïs (g)	12%	120	120	120
Son de riz (g)	15%	150	150	150
Arachide broyée (g)	17%	170	170	170
Farine de soja (g)	26%	260	260	260
Farine de poisson (g)	30%	300	150	-
Ensilage de calmar (g)		-	150	300

2.3. Paramètres d'élevage

Les valeurs indicatives des paramètres d'élevage utilisées sont résumées dans le *tableau 2*.

TABLEAU 4 : PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU ET DE CONDUITE DE L'ELEVAGE

Paramètres	Valeurs
Température	26 - 29°C
Oxygène dissous	4 mg/l
pH	6,8 - 7,2
Densité	1 poisson / 5L d'eau
Taux de nourrissage	10% de la biomasse

2.4. Mesure des paramètres zootechniques

La mensuration avec pesage du cheptel a été effectuée une fois par semaine et les performances zootechniques ont été calculées à l'aide des différentes formules illustrées dans le *tableau 3*.

Tableau 5 : Formules pour calculer les performances zootechniques [7]

Paramètres	Formules
Gain moyen de poids (g)	Poids moyen final – poids moyen initial (g)
Gain de poids journalier (g/j)	$\frac{\text{Gain moyen de poids (g)}}{\text{Durée d'élèvement(j)}}$
Gain moyen de taille (cm)	Taille moyenne finale – taille moyenne initiale (cm)
Gain de taille journalier (cm/j)	$\frac{\text{Gain moyen de taille (cm)}}{\text{Durée d'élèvement(j)}}$

Taux de survie (%)	$\frac{\text{Nombre final de poissons}}{\text{Nombre initial de poissons}} \times 100$
Biomasse nette (g)	Biomasse finale - Biomasse initiale (g)

3. Résultats

3.1. Maturation de l'ensilage

Au contact de l'acide, les broyats de CPP changeaient rapidement d'aspect et l'odeur désagréable a disparu. Le pH commençait à diminuer. Sous l'effet des enzymes présentes dans les viscères, l'ensilage liquéfié est obtenu après 5 jours avec un pH stable de 3,8. L'ensilage solide est obtenu après étuvage de l'ensilage liquide à 75°C pendant 72h. Le rendement en matière sèche est de 14,12%.

3.2. Croissance des poissons

Après 49 jours d'élevage, la courbe de croissance des Tilapia montre que celle du lot E100 a connu une croissance pondérale (*Figure 1*) et linéaire (*Figure 2*) plus rapide que celle des deux autres lots (E50 et Témoin). Le couple taille/poids moyen final des poissons du lot E100 est de 6,10cm/7,65g contre 5,80cm/6,80g pour E50 et 5,41 cm/5,06 g pour le témoin.

- **Performances zootechniques obtenues**

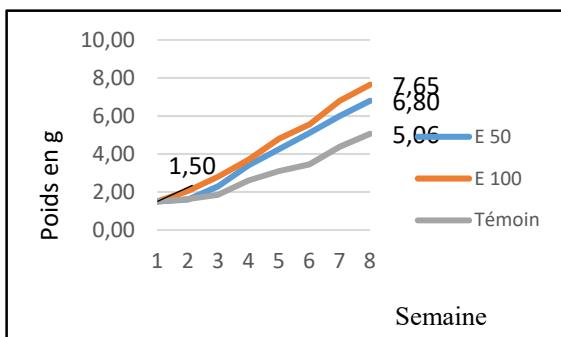


FIGURE 1 : CROISSANCE PONDERALE DES POISSONS

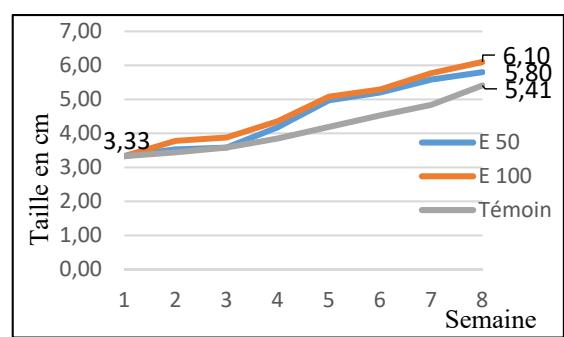


FIGURE 2 : CROISSANCE LINÉAIRE DES POISSONS

Ces performances sont illustrées dans le *tableau 4*. Le lot E 100 se montre toujours plus performant avec un gain de poids journalier de 0.13g/j.

TABLEAU 4 : PARAMETRES ZOOTECHNIQUES DES POISSONS REGROUPEES EN LOTS

Paramètres	E 50	E 100	Témoin
Poids moyen initial (g)	1.55	1.50	1.50
Poids moyen final (g)	6.80	7.65	5.06
Gain moyen de poids (g)	5.25	6.15	3.56
Gain de poids journalier (g/j)	0.12	0.13	0.07
Taille moyenne initiale (cm)	3.38	3.24	3.36
Taille moyenne finale (cm)	5.80	6.10	5.41
Gain moyen de taille (cm)	2.42	2.86	2.05
Gain de taille journalier (cm/j)	0.05	0.06	0.04
Taux de survie (%)	100	100	80
Biomasse initiale (g)	15.5	15	15
Biomasse finale (g)	68	76.5	40.5
Biomasse nette (g)	52.5	61.5	25.5

4. Discussion, conclusion et perspectives

Une bonne maturation de l'ensilage se traduit par un aspect liquide et généralement sans odeur [5]. La désodorisation est due à la diminution de la triméthylamine qui est un gaz dégageant une odeur de poisson pourri, sous l'action des enzymes et microbes sur les protéines de poisson [8]. Un taux de triméthylamine faible témoigne d'un bon processus de désodorisation et d'une bonne maturation de l'ensilage [9]. L'aspect liquide de l'ensilage est dû à l'autolyse de la protéine [10]. La liquéfaction est provoquée par l'action des enzymes endogènes des viscères et accélérée par l'ajout d'acide. Celui-ci stimule les conditions optimales pour l'action enzymatique et aide ainsi à la destruction des tissus et limite la croissance microbienne [6]. Le rendement en poudre de l'ensilage est légèrement élevé que celui obtenu par la méthode de fabrication de farine. L'ensilage de coproduits de calmar fournit un rendement de 14,12 %, alors que la fabrication de farine de coproduits de calmar est 14% [2]. Ou encore, l'ensilage de coproduits de sèche, espèce très voisine du calmar, fournit un rendement de 14,3 % [6]. L'augmentation du pourcentage d'ensilage de calmar dans la source protéinique animale a amélioré significativement la croissance des poissons. Cela témoigne une forte digestibilité des protéines de l'ensilage de coproduits de calmar [6]. Ainsi, l'absorption des acides aminés serait pour les poissons [10].

En guise de conclusion, la réalisation de cette étude par l'équipe VALOREMAR de l'IH.SM Université de Toliara a permis de mettre en évidence que l'ensilage constitue une bonne pratique de valorisation des CPP. En l'intégrant dans l'alimentation de Tilapia de Nil, l'ensilage permet une croissance améliorée du cheptel. Ce qui nous a permis de confirmer sa potentialité en pisciculture.

Aussi, avons-nous formulé nos perspectives suivantes :

- Compléter au fur et à mesure notre base de données sur les CPP disponibles à Madagascar;
- Vulgariser nos résultats aux aquaculteurs intéressés, à travers des ONGs et Associations, dans l'objectif de pouvoir, à terme, développer la filière aquaculture villageoise dans différentes Régions de Madagascar;
- Encourager les entreprises travaillant dans le secteur pêche à entrer dans la voie de valorisation de leurs CPP.
-

5. Références bibliographiques

- [1] Anonyme, 2009- La pêche à Madagascar, Fiche technique, Ministère de la pêche, 13p.
- [2] Fanjara E., 2013- Etude d'une voie de valorisation des sous-produits de poulpe et de calmar en alimentation avicole, mémoire de Licence, IH.SM, Université de Toliara, 29 p.
- [3] Raheriniaina C.E., 2012, Sous-produits de la pêche dans le littoral Sud-Ouest de Madagascar, nature et valorisation. Rapport d'activité du projet SPP-IH.SM/PARRUR.
- [4] Françoise M. et Sadasivam K., 2009. Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage. Article. Synthèse Nutrition et alimentation des poissons, pp. 103-111.
- [5] Michel B. et Jipé L., 2009- La fabrication d'ensilage de poisson, Revue de la CPS Communauté du Pacifique, StredderPrint Limited, Nouvelle Zélande, 26 p.
- [6] Le Bihan E., 2006. Valorisation des co-produits issus de la pêche des céphalopodes : application à la seiche Sepia officinalis. Thèse de doctorat, Université de Caen/Basse-Normandie. 285 p.
- [7] Yacouba B., Allassane O., Kouassi S. D. et Germain G., 2008- Production de Oreochromis niloticus avec des aliments à base de sous-produits agricoles, article in : Sciences & Nature, Vol. 5, N°1, CNRA Abidjan, pp. 89 – 99.
- [8] Kherrati B., Faïd M., El Yachioui M. et Wahmane A., 1998- Process for recycling slaughter houses wastes and by-products by fermentation, article n : Bioresource Technology, Vol 63, pp. 75-79.
- [9] Hammoumi A., Faïd A. et Amarouch H., 1997- Utilisation des déchets de poisson fermentés par voie biotechnologique en alimentation animale, article in : Cahiers Agriculture, Vol 8, pp. 207-209.
- [10] Winter K. A. et Feltham L. A. W., 1983- Le poisson ensilé: une nouvelle source de protéines, Bulletin technique 1983-6F, Agriculture Canada, 16 p.
- [11] G.H.F. Viera, A.M. Martin, S. Saker-Sampaiao, C.A. Sobreira-Rocha, R.C.F. Goncalves, in: G. Charalambous (Ed.), Food Flavors: Generation Analysis and Process Influence Elsevier, Amsterdam, 1995, p. 1405.

25. La culture de la spiruline du genre «*Arthrospira platensis* » dans la côte nord-ouest de Madagascar face à la lutte contre le changement climatique

RAMILAVONJY RAMIANDRISOA Benjamin Christian

Institut de Biologie Appliquée, Université de Mahajanga

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION

A Madagascar, la spiruline a été découverte par le Docteur RAMAMPIHERIKA Kotonirina Daniel en 1989. Actuellement, le changement climatique (CC) est devenu une préoccupation mondiale à laquelle l'humanité fait face. Ce problème environnemental se traduit par le réchauffement du système climatique planétaire, dû à la concentration des gaz à effets de serres (GES), dont les impacts engendrent de graves conséquences sur l'Homme et l'environnement, en général (CCNUCC, 1992). Une ressource à l'abri des problèmes environnementaux s'avère une bonne voie. Et, la production de la spiruline pourrait être une solution pour combattre le changement climatique (Fox, 1999a).

Ces différents contextes nous ont poussés à choisir le présent thème: « Essai de culture de la spiruline dans la Région Nord-Ouest de Madagascar pour la contribution à la lutte contre le changement climatique ».

Les objectifs de cette recherche consistent à essayer de délocaliser la faisabilité de la culture de la spiruline dans la région Nord-Ouest de Madagascar et d'avoir des idées sur la culture de la spiruline face au changement climatique.

Notre travail présente quatre parties dont la première partie présentera l'introduction. La deuxième partie parlera les matériels et méthodes. La troisième partie donnera les résultats. Et la quatrième abordera la discussion, suivie de la conclusion et des recommandations.

DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES

1.1. Matériel biologique

Le matériel biologique est basé sur la position systématique d'espèce de la spiruline étudiée.

1.2. Matériels de culture

Pour cultiver la spiruline, deux bacs plastiques et deux aérateurs ont été utilisés. Le tableau suivant montre la préparation de la culture.

Tableau 2. Matériels de culture

Matériels de culture	Utilisation
Deux bacs plastiques	Cultiver la spiruline
Deux conduites d'aération	Apporter de l'oxygène et agitation

1.3. Matériels de suivi et entretien

Pour le suivi et l'entretien de culture de la spiruline, les matériels suivants ont été utilisés: le microscope optique, le salinomètre, le thermomètre, le disque de Secchi, le papier pH, la pipette graduée, la balance de précision et l'erlenmeyer.

1.4. Matériels de récolte

Les matériels de récolte sont : Goblet, préfiltre, filtre et cuvette

1.5. Intrants utilisés

Les différents intrants utilisés sont : Bicarbonate, urée, NPK_{11, 22, 16}, sulfate de fer et sel

2. METHODES

2.1. Etapes de la culture

La culture de spiruline se déroule en quatre phases : la phase préliminaire, l'ensemencement, le suivi et entretien du milieu de culture et enfin la récolte

2.2.1. Phase préliminaire

La phase préliminaire détermine toutes les préparations avant la culture :

2.2.2. Ensemencement

L'ensemencement dépend de la quantité de la souche initiale. Si cette quantité est suffisante, le démarrage de la culture est facile.

La formule des intrants utilisés dans les bacs 1 et 2 est résumée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Formule des intrants dans le bac 1 avant la récolte

Nourriture d'ensemencement	Formule chimique	Taux
Bicarbonate	HCO ₃	Volume (l) x 8g / l

NPK _{11, 22, 16}	NPK _{11, 22, 16}	Volume (l) x 0,4g / l
Urée	CO(NH ₂) ₂	Volume (l) x 0,04g / l
Sulfate de fer	FeSO ₄	Volume (l) x 1ml / l

Source : CDA, 2015

2.2.3. Récolte

Pour bénéficier d'une longue durée d'ensoleillement pour le séchage et pour permettre à la spiruline de surnager avant le plein du soleil, la récolte a été faite le matin vers 8 h 15 mn. Avant chaque récolte, la concentration est vérifiée à l'aide de disque du Secchi. La concentration se trouve entre 1,5 à 3cm pour éviter la photolyse après la récolte. Deux filtrations superposées avec distance de 20 cm ont été utilisées.

2.3. Spiruline et leurs potentialités d'atténuer le CC

On peut estimer la quantité de CO₂ séquestrer par la spiruline :

Taux de CO₂ éliminés dans l'atmosphère (TCEA) :

$$\text{TCEA} = a \times 365 \times S2 \times 1,8 \times 3,5 \quad (\text{Kg de CO}_2 \text{ éliminés par an})$$

Légende :

a : Productivité de spiruline en g/m²

S2 : Surface du bassin en m²

365 : Nombre de jours dans une année

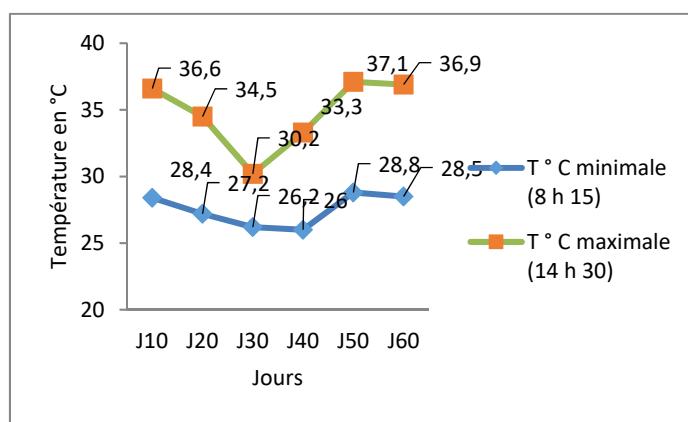
1,8 : Taux d'absorption de la spiruline/jour/m²

TROISIEME PARTIE : RESULTATS

1. FAISABILITE DE LA CULTURE DE LA SPIRULINE

1.1. Variation journalière de la température

L'enregistrement de la variation de la température pendant l'expérience est très importante. En effet, elle influe les autres paramètres ainsi que l'évaporation.



Les températures maximales et minimales moyennes enregistrées varient respectivement de 30,2 °C à 37,1 °C et 26,0 °C à 28,8 °C. Le trentième jour (J₃₀) est marqué par une journée orageuse. Ce qui a entraîné une baisse de température.

Figure 24. Variation moyenne journalière de la température

1.2. Variation journalière du pH et rendement moyen journalier

Le pH d'une bonne culture, correspondant à une bonne production est de 9,5 à 10,5 [94]. Ainsi, pendant la phase de production, le pH a été noté journalièrement. Les résultats sont les suivants:

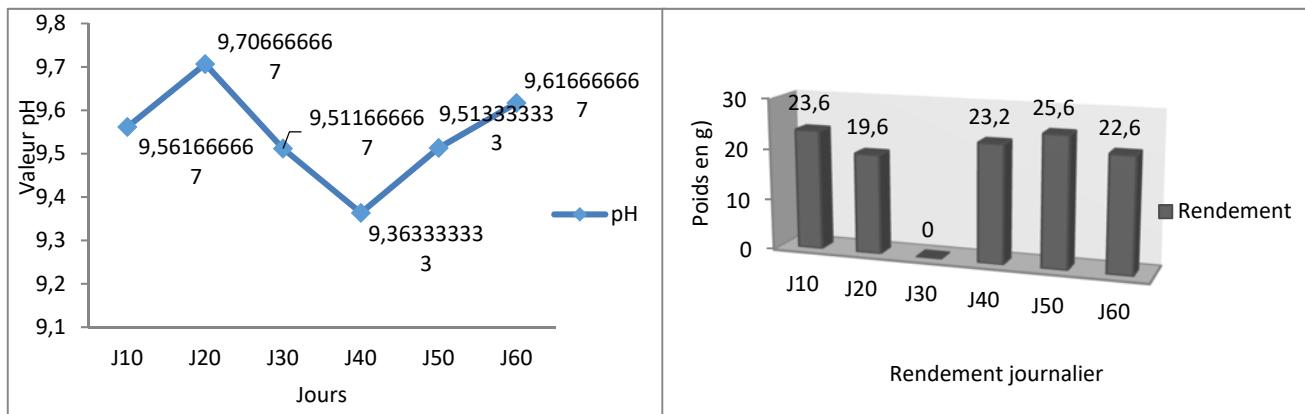


Figure 25. Variation moyenne journalière du pH

Figure 29. Rendement moyen journalier

Pendant la phase de production, le pH journalier moyen varie de 9,36 à 9,71.

Dans ce diagramme, la production est exprimée en rendement journalier. Avec une récolte journalière de 25 %, soit 12 710 ml, nous avons obtenu à l'exception du trentième jour (J_{30}), une production qui varie de 19,6 g/m²/j à 25,6 g/m²/j (J_{30}).

2. EFFETS DE LA SPIRULINE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

2.1. Économie de l'environnement

La culture de la spiruline a utilisé largement moins de surface et même que la déforestation. En effet, un hectare de culture de la spiruline permet de réduire jusqu'à : 20 fois moins par rapport à la production du soja, 25 fois moins par rapport à la production du maïs, 30 fois moins par rapport à la production du blé, 250 fois moins par rapport à la production du riz et 300 fois moins par rapport à la production de la viande. (Ramampiherika, 2012, Ramilavonjy, 2016)

2.2. Séquestration du carbone

Parmi les microorganismes photosynthétiques, la spiruline est responsable de l'augmentation de la teneur en dioxygène (1% à 20%) de l'atmosphère primitive de la Terre. La culture de cette algue a participé à l'élimination du gaz carbonique pour produire l'oxygène. Donc, Elle utilise la ressource de l'énergie solaire (lumière) pour transformer le dioxyde de carbone en matière organique et en dioxygène. D'après l'équation suivante :



Le tableau ci-dessous montre l'efficacité de la séquestration de CO₂ et de la production d'O₂ par la spiruline :

Tableau 10. Efficacité de la séquestration de CO₂ et de la production d'O₂ par la spiruline:

Désignation	Produit de 3,5 g/m ² /jour
Produit de spiruline (tonne/an)	12,8 ou $3,5 \times 365 \times 1.000 / 10.000.000$
Gaz carboniques consommées (tonne/an)	23 ou $12,8 \times 1,8$
Dioxygène produite (tonne/an)	16,8 ou $12,8 \times 1,31$

Pour produire 12,8 tonnes/an de spiruline par an, l'équivalent de la séquestration de CO₂ est de 23 tonnes/an et d'émission d'O₂ est de 16,8 tonnes/an, avec une productivité de 3,5 g/m²/jour. Donc = 12,8

Dans notre expérience, la moyenne du rendement de produit est de 20,8 g/m²/jour. Donc, en un an, elle produit $20,8 \times 365 \times 0,3$ ou 2,28 kg. Donc, elle a séquestré le dioxyde de carbone de 4,10 kg ou (2,28 × 1,8).

0,3 : Paramètre constant à petite échelle, 1,8 : Paramètre constant pour séquestration.

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION

La température minimale et maximale observée par jour durant l'expérience est respectivement de 20°C et de 30°C. La valeur limite tolérée par la spiruline est de 20°C (Zarrouk 1966) pour la valeur minimale, et la valeur maximale est de 31°C. Vonshak (1997b) a étudié l'effet de la température sur l'activité photosynthétique de la spiruline.

Le pH peut intervenir et a une influence sur les divers processus du métabolisme algal. La valeur du pH dans chaque bac de la culture de spiruline est identique. Cette valeur du pH est comprise entre 7 à 12, pour les bacs 1 et 7 à 14, pour le bac 2. Or, la valeur du pH normal pour la culture de la spiruline est de 8,5 à 11. Il y a une chute du pH jusqu'à 7. La raison est que le processus oxydatif telle que la minéralisation, la nitrification et la respiration sont des facteurs de chute du pH (Charpy L., 2002 p).

La spiruline comme toutes les plantes vertes utilisent la photosynthèse pour absorber le CO₂ et réduire différents composés organiques. Cela contribue donc à la diminution du CO₂ dans l'atmosphère. La quantité de carbone piégée dans les écosystèmes terrestres est environ 3 fois plus élevée que dans l'atmosphère. Ce carbone du sol est 700 fois plus important que l'augmentation annuelle en CO₂ (Cirad, 2002). Par conséquent, la conservation du carbone par la culture de la spiruline, ou du moins la réduction du rythme de libération de CO₂, peut réduire de façon significative les émissions du gaz à effet de serre. En même temps, l'accroissement de la quantité de CO₂ absorbée par la spiruline, grâce à la culture à grande échelle peut accélérer l'absorption du CO₂, réduisant ainsi la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

En bref, la culture de spiruline au sein du Centre de Développement d'Aquaculture d'Amborovy - Mahajanga est largement développée. Les paramètres biologiques (la forme, la couleur, l'odeur et les grumeaux) sont complètement invariables. Tandis que, le nombre de spires du bac 1 et 2 est le même, suivant la culture. Les paramètres physico-chimiques des eaux jouent un rôle très important pour contrôler leur croissance, leur reproduction, leur écologie et leur respiration pendant la période de la culture de la spiruline. La valeur du pH dans chaque bac de la culture est comprise entre 7 à 14, c'est-à-dire l'eau est à la fois neutre et basique. La température enregistrée dans deux bacs est variée entre

20 à 31°C, c'est-à-dire, l'eau est chaude. Ensuite, l'eau utilisée durant la culture est à une salinité forte, car elle est favorable à la production de la culture de la spiruline.

Les rendements de la culture de la spiruline au moment de la première récolte jusqu'à D'après l'expérience, on peut faire la proposition ci-dessous :

- En rapport avec le changement climatique, la culture de spiruline doit être faite en qualité bio en utilisant le fertilisant comme l'urine humaine pour remplacer l'urée.
- La surface cultivée devrait être augmentée.

BIBLIOGRAPHIE

CCNUCC, 1992 : Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, revue scientifique. 19p

CDA, 2015 : Document technique du CDA, en 2015, 41p.

Charpy L. Compte rendu du mini colloque sur la production de spiruline artisanale. Colloque, 26 au 28 juin 2002 p. 36

Cirad, 2002 : Dossier séquestration du carbone, 42p.

Fox R. D : 1999a : La spiruline : Technique, Pratique et Promesse. Edisud, Aix-en-Provence 246p.

Vonshak, 1997b: *Spirulina platensis* (Arthrospira), physiology, cell-biology and biotechnology Institute for Desert Research of Ben-Gurion University Negev- Israel, 223p.

26. Evaluation de la qualité biochimique et microbiologique de la poudre d'une espèce d'algue sauvage de Madagascar, *Enteromorpha flexuosa*

Djaffardji Ali Soifa (¹), RAKOTOMALALA Rivo Solotiana (²) et **RAZAFIMAHEFA (³)***

(¹), (³) : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (FSTE) de l'Université de Mahajanga (Madagascar)

(²) : Centre Hospitalier Universitaire Professeur Zafisaona Gabriel (CHU PZaGa), Androva, Mahajanga (Madagascar)

1. INTRODUCTION

Les algues sont consommées à partir du XVII^{ème} siècle. Cette consommation prend une place prépondérante surtout dans certains pays d'Asie, comme le Japon (Le Guillard C. (2013). Ces algues peuvent fournir des fibres, des minéraux et de nombreux composés actifs ayant des effets bénéfiques sur le corps humain (Le Guillard C. (2013). Avec l'arrivée de l'industrialisation, certaines algues sont aujourd'hui très exploitées pour en extraire des substances qu'elles seules renferment (Kornprobst et Portier, 2005). Elles sont énormément utilisées par l'industrie agroalimentaire et elles entrent dans la composition des glaces, confitures, yaourts, bonbons, gâteaux, nourritures pour les bébés et pour les animaux (Person, 2010).

Les algues sont répandues sur presque la totalité des côtes malgaches. Elles sont particulièrement abondantes dans les eaux marines, notamment dans le nord-ouest de Madagascar. Dans les 200 genres d'algues marines poussant sur le fond des mers, une quarantaine est utile à l'homme. Parmi eux, une vingtaine se trouve au nord de Madagascar (Lydiane, 2012). Madagascar est donc riche en biodiversité algale. Mais, la majorité de ces algues ne sont pas encore étudiées et valorisées. Dans le domaine des biotechnologies, seules quelques espèces d'algues sont déjà valorisées dans l'industrie agro-alimentaire locale. C'est le cas de *Spirulina platensis*, communément appelée spiruline.

Ce travail de recherche a pour objectif général de contribuer à la valorisation des espèces d'algues rencontrées à Madagascar. Il a pour objectifs spécifiques d'étudier la valeur nutritionnelle de la poudre d'une espèce d'algue sauvage appelée *Enteromorpha flexuosa* et d'évaluer la qualité microbiologique de cette poudre.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé durant la réalisation du présent travail de recherche est une algue verte sauvage appelée *Enteromorpha flexuosa* appartenant à la famille Ulvaceae.

2.2. Récolte des échantillons d'algues

Les échantillons d'algues ont été récoltés dans la baie d'Andavakotakona (Latitude 13° 24' 48,6 " Sud ; Longitude 48° 15' 46,7" Est), Fokontany d'Ambalamanga, Commune Urbaine de Nosy Be, Région de DIANA (Diégo Suarez, Ambilobe, Nosy Be et Ambabja). La récolte de ces échantillons a été effectuée manuellement. Elle a été effectuée facilement pendant la période des marées basses à une profondeur de 1,4 m. A chaque récolte, la matière a été mise dans un sac de récolte spécial, puis transférée dans une glacière contenant de l'eau de mer pour la conserver.

2.3. Production de la poudre d'*Enteromorpha flexuosa*

Les échantillons récoltés et conservés dans la glacière contenant de l'eau de mer ont été enlevés, triés manuellement, puis transférés dans une cuvette propre. Ils ont ensuite été pesés à l'aide d'une balance. Les échantillons ainsi pesés ont été lavés plusieurs fois avec de l'eau de robinet fraîche et propre, pour enlever le sable de la mer, le sel et toutes sortes d'impuretés de la mer. Après chaque lavage, une petite quantité de produits a été goûtee pour confirmer l'élimination du sel.

Les échantillons propres et dessalés ont été égouttés à l'air ambiant durant une heure de temps sur un séchoir artisanal. Après cette période, les produits ont été enlevés, puis placés sur une table propre pour continuer l'égouttage pendant la nuit. Le lendemain, les procédés de séchage ont commencé vers 7 h du matin.

En effet, les produits égouttés ont été étalés sur une plastique au-dessus du séchoir. Le séchage a été fait au soleil et toutes les 2 heures, les produits ont été remués manuellement pour accélérer et uniformiser le séchage. A la fin du séchage, les produits ont été pesés de nouveau. Les produits secs obtenus ont été conditionnés dans deux bocaux en plastique fermés hermétiquement.

Après séchage, les produits secs ont été passés dans un broyeur électrique. La poudre ainsi obtenue a été pesée, puis conditionnée dans un bocal en plastique et propre.

2.4. Détermination du rendement de production de la poudre d'algue

Le rendement de production de la poudre d'algue, exprimé en pourcentage, a été estimé en faisant le rapport entre la masse de cette poudre et celle de matière utilisée, puis multiplié par 100.

2.5. Analyses physico-chimiques de la poudre obtenue

Les paramètres mesurés et les méthodes utilisées sont les suivants :

- Taux de matière sèche et d'humidité : par dessiccation à l'étuve à 105 °C pendant 48 h ;
- pH : à l'aide d'un pH-mètre ;
- Acidité : par titrimétrie ;
- Taux de protéines brutes : par méthode Kjeldahl ($N \times 6,25$) ;
- Teneur en matières grasses brutes (MGB) : par gravimétrie basée sur l'extraction par l'hexane en utilisant les propriétés d'insolubilité des lipides dans l'eau et de leur solubilité dans des solvants organiques ;
- Teneur en amidon : par polarimétrie ;
- Teneur en cendres brutes (CB) : par incinération dans un four à 600 °C pendant 6 heures ;
- Taux de glucides totaux : par méthode de différence ;
- Quantité d'énergies métabolisables : par calcul en utilisant les coefficients calorifiques spécifiques d'ATWATER qui tiennent compte des coefficients de digestibilité des nutriments énergétiques (glucides, lipides, protéines). L'énergie métabolisable est déterminée en faisant la somme des énergies métabolisables des composants glucidiques, lipidiques et protéiques de cet échantillon ;
- Teneur en 8 éléments minéraux (Ca, Mn, Mg, K, Na, Cu, Zn, Fe) : par spectrophotométrie d'absorption atomique ;
- Teneur en phosphore : par colorimétrie.

2.6. Analyses microbiologique de la poudre obtenue

Des méthodes normalisées (AFNOR, 1992, 2001 et 2002) ont été utilisées pour identifier et dénombrer les germes suivants :

- Coliformes totaux : Germes d'indice d'hygiène ;
- Salmonelles : Germes pathogènes ;
- *Escherichia coli* : Germe pathogène ;
- *Staphylococcus aureus* : Germe pathogène ;
- Streptocoques : Germe pathogène ;
- Bacille à Gram+ ;
- Flores aérobies mésophiles totales (FAMT) : Germes d'altération ;
- Levures : Germes d'altération ;
- Moisissures : Germes d'altération.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Rendements de production de la poudre

Le rendement de production de la poudre d'algue est de l'ordre de 10 %. Ce rendement est faible, ce qui indique que, pour avoir une quantité importante de la poudre, il faut utiliser des algues en grande quantité.

3.2. Valeur nutritionnelle de la poudre

La composition chimique de la poudre produite est donnée dans le **tableau 1**. Ce tableau indique que la poudre d'*Enteromorpha flexuosa* est pauvre en protéines, en lipides et en amidon. Par contre, elle est riche en glucides et en éléments minéraux, en particulier le manganèse, le potassium, le calcium, le fer,

le sodium et le phosphore. Comparées aux valeurs trouvées par Charlemagne (2007/2008) sur la poudre de spiruline, les teneurs en protéines et en lipides et l'énergie métabolisable sont les plus faibles. Par contre, ses teneurs en glucides et en cendres brutes (éléments minéraux) sont les plus élevées. Elle est plus riche en calcium, en fer et en potassium que la poudre de spiruline. Pour les autres minéraux, la poudre de spiruline est plus riche que celle d'*Enteromorpha flexuosa*.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques de la poudre d'algue

PARAMETRES	VALEURS (pour 100 g de la poudre)
Calories (kcal)	234,75
Humidité (g)	10,41
Matières sèches (g)	89,59
Protéines (g)	6,25
Glucides (g)	51,38
Matière grasse (g)	0,47
Amidon (g)	4,90
Cendres brutes (g)	31,49
pH	6,90
Acidité (éq. Acide lactique)	0,15
Manganèse (mg)	3527,68
Potassium (mg)	1765,97
Calcium (mg)	1745,08
Fer (mg)	1260,97
Sodium (mg)	451,87
Phosphore (mg)	110,36
Magnésium (mg)	19,12
Zinc (mg)	3,67
Cuivre (mg)	2,56

3.3. Qualité microbiologique de la poudre

La qualité microbiologique de la poudre produite est illustrée par le tableau 2. Ceci indique que notre échantillon n'est pas contaminé par les levures et les moisissures. L'absence de ces flores fongiques, en collaboration du faible teneur en eau (10,41 %), indique que notre échantillon peut être conservé pendant longtemps sans être détérioré.

Les FAMT, Coliformes totaux et *Escherichia coli* sont des bactéries dont la présence dans un produit indique une contamination environnementale (ICMSF, 1996). Ce qui montre que la présence de streptocoques ($1,8 \cdot 10^2$ UFC/g) est due à une contamination provenant de l'environnement.

Notre échantillon présente des germes de type *Staphylococcus aureus*, ce qui indique que, durant les préparations, il y a eu contamination par le personnel. Mais, la quantité n'excède pas les normes requises. Ceci laisse dire que, durant la préparation, des précautions doivent être prises d'avantage.

Les résultats obtenus montrent aussi que les microorganismes de type salmonelles et *Escherichia coli* sont absents dans la poudre d'algue et les germes présents ne dépassent pas les normes. Notre échantillon peut donc être consommé sans, pour autant, poser de problème d'intoxication alimentaire.

Tableau 2 : Caractéristiques microbiologiques de la poudre d'algue

GERMES IDENTIFIES	QUANTITE (UFC/g)	NORMES*
Flores aérobies mésophiles totales (FAMT)	$6,3 \cdot 10^2$	$\leq 10^4$
<i>Staphylococcus aureus</i>	$2,4 \cdot 10^2$	10^3
Streptocoques	$1,8 \cdot 10^2$	-
Bacille à Gram+	52	-
Coliformes totaux	0	10^2
Levures	0	-
Moisissures	0	$< 10^2$
<i>Escherichia coli</i>	0	≤ 10
Salmonelles	0	Absence dans 25/g

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les résultats de l'analyse biochimique ont montré que notre échantillon contient des glucides, des lipides et des protéines. Mais, les quantités des lipides et des protéines sont plus faibles par rapport à celles de spiruline. Notre échantillon contient aussi des éléments minéraux, en particulier le manganèse, le potassium, le calcium, le fer, le sodium et le phosphore. La présence de ces éléments minéraux en quantité importante dans notre échantillon montre que le milieu de récolte est riche en ces éléments minéraux.

L'analyse microbiologique a montré que nos résultats sont satisfaisants et l'espèce d'algue étudiée peut donc être consommée. Toutefois, les pratiques de fabrication, d'hygiène et de conservation devraient être améliorées pour assurer la qualité microbiologique du produit fabriqué.

D'autres recherches peuvent encore être effectuées. Nos perspectives sont alors les suivantes :

- Refaire la recherche sur l'espèce d'algue *Enteromorpha flexuosa*, mais récoltée dans d'autres localités de Madagascar et selon la période de la récolte, afin de pouvoir comparer les résultats obtenus ;
- Rechercher des composés bioactifs ayant des propriétés spécifiques ou fonctionnelles contenus dans les espèces d'algues rencontrées à Madagascar ;
- Mettre au point des aliments infantiles contenant de la poudre des espèces d'algues comestibles rencontrées à Madagascar, afin de contribuer à la lutte contre la malnutrition infantile.

5. REMERCIEMENTS

Les analyses physico-chimiques sur notre échantillon durant la réalisation de ce travail de recherche ont été faites dans le Laboratoire des Analyses et Contrôle des Aliments et des Eaux (LACAE) du Centre National de Recherches sur l'Environnement (CNRE), à Tsimbazaza, Antananarivo (Madagascar). Alors que, les analyses microbiologiques ont été effectuées dans le laboratoire de microbiologie du Centre Hospitalier Universitaire Professeur Zafisaona Gabriel (CHU PZaGa), Androva, Mahajanga (Madagascar). Ainsi, nous remercions tout le personnel de ces Centres et Laboratoires qui nous ont aidés durant les analyses de notre échantillon.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR (1992). – *Microbiologie alimentaire : Méthode de routine pour le dénombrement des coliformes. Méthodes par comptage des colonies obtenues à 30 °C*. France. Indice de classement : V 08-050.
- AFNOR (1992). – *Microbiologie alimentaire : Méthode de routine pour le dénombrement des microorganismes. Méthodes par comptage des colonies obtenues à 30 °C*. France. Indice de classement : V 08-051.
- AFNOR (2001). – *Microbiologie des aliments. Dénombrement des Escherichia coli β-glucuronidase positive. Partie 2 : Technique de comptage des colonies à 44 °C au moyen de 5-bromo-4-chloro-3-indolyl β-D-glucuronate*. France. Indice de classement : ISO 16649-2.
- AFNOR (2002). – *Microbiologie alimentaire : Dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies obtenues à 25 °C*. Méthode de routine. France. Indice de classement : V 08-059.
- Charlemagne D. (2007/2008). – La spiruline : aliment santé ? DIU Alimentation Santé et Micronutrition de la Faculté de pharmacie de Dijon, 16 p.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods) (1996). – *Micro-organisms in foods : Microbiological specifications of food pathogens*. Blackie academic & professional, London.
- Kornprobst J., M. et Portier P. (2005). – *Substances naturelles d'origine marine : chimiodiversité, pharmacodiversité, biotechnologies*.
- Le Guillard C. (2013). – Valorisation protéique des macroalgues, Laboratoire STDM, Université de Nante, 46 p.
- Lydiane M. (2012). – Rapport de mission à Madagascar. (16-31 mai) : Contribution à la révision de la biodiversité des algues du nord de Madagascar, University of Cap Town, South Africa.
- Person J. (2010). – Livre turquoise : Algues, filières du futur. 17-19 novembre 2010 Adebiotech, Romainville, 163 p.

COMMUNICATIONS AFFICHEES

I- PRESERVATION ET INTEGRITE DE LA BIODIVERSITE MARINE

1. Planification spatiale marine pour l'atteinte de la promesse de Sydney

Dimby RAZAFIMPAHANANA¹, Tsiky RABETRANO¹, Rija RAJAONSON¹

¹Réseau de la Biodiversité de Madagascar (REBIOMA), Wildlife Conservation Society (WCS)

1. Introduction

Les écosystèmes marins et côtiers de Madagascar abritent une biodiversité marine et côtière exceptionnelle. Pourtant, face aux différentes menaces actuelles, il est nécessaire d'étendre les actions de la conservation marine et côtière, y compris la protection du littoral et de la pêche qui jouent un rôle dans le développement économique national, en contribuant de manière significative aux moyens de subsistance locaux. En novembre 2014, lors du Congrès mondial des parcs à Sydney, Australie, Son Excellence Monsieur le Président de la république a annoncé que Madagascar triplera les aires marines protégées existantes dans les dix prochaines années. Avec cette déclaration présidentielle, connu sous l'appellation de « Promesse de Sydney », la communauté de la conservation marine et côtière à Madagascar engagera un processus, en collaboration avec le gouvernement sur les modalités pratiques de sa mise en œuvre.

Le Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF) a octroyé un financement, à travers Wildlife Conservation Society (WCS) pour initier ce processus. L'objectif est d'identifier les composantes nécessaires d'un réseau d'aires marines protégées résilient et durable pour Madagascar, afin d'atteindre les objectifs de la «Promesse de Sydney », ainsi que de générer un large consensus sur le réseau et les outils nécessaires pour son adoption.

2. Méthodologie

Organisation d'ateliers et réunions techniques

Des ateliers et réunions techniques ont été organisés pour faire participer les institutions étatiques (Ministères chargé de la Pêche, de l'Environnement, des mines, des hydrocarbures, ...), les ONGs, les associations et les opérateurs économiques, dans la définition de la vision et les objectifs pour la conservation marine à Madagascar.

Un Comité de Pilotage (COPIL) de la promesse de Sydney a été créé, sous la présidence du Secrétariat d'Etat Chargé de la Mer (SEMer), selon l'arrêté n°23960/2016 du 09 Novembre 2016. Le COPIL a pour objet de réaliser et de mettre en oeuvre la Promesse de Sydney, relative à la multiplication des AMPs. Le COPIL est composé de deux (02) représentants du SEMer, de huit (08) représentants des Ministères, parties prenantes à la gestion de l'espace marin ou maritime, de deux (02) représentants des Bailleurs de fonds, de quatre (04) représentants des ONGs environnementales et de deux (02) représentants de groupements du secteur privé exerçant leurs activités dans le domaine marin ou maritime.

Des demandes de collaboration ont été effectuées en vue de mettre en place des échanges de données et d'expériences.

Données utilisées

• Espèces:

TAXON	Nombre d'espèce
CRUSTACEES	1
MAMMIFERES MARINS	9
MOLLUSQUES	18
POISSONS	57
TORTUES	5
Total général	90

• Habitats:

- Récifs coralliens (Andréfouet, 2009)
- Mangroves (Moat & Smith, 2009)
- Herbiers marins (Green EP, Short FT (2005). World atlas of seagrasses)

• **Aires d'intérêt particulier:**

- Aires Marines Protégées existantes (SAPM, 2017)
- Blocs pétroliers (OMNIS, Mars 2017)
- Aquaculture (MRHP, 2017)
- Vulnérabilité des récifs coralliens face au changement climatique (Maina et al, 2011)

Logiciels utilisés:

- **SIG:** ArcGIS, QGIS
- **Modélisation:** Maxent
- **Planification spatiale:** MARXAN, Zonae Cogito
-

Méthode adoptée

« **Systematic conservation planning** » de Margules and Pressey 2000,
Ardrion, J.A., Possingham, H.P., 2008

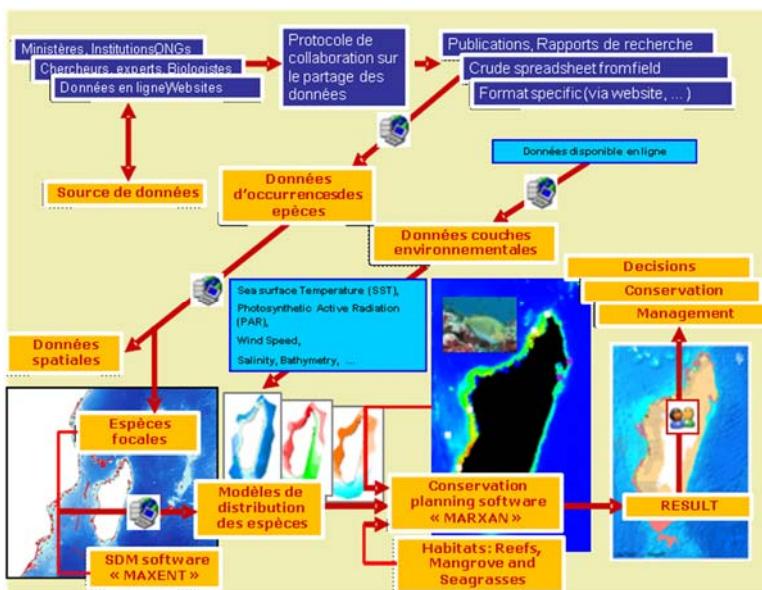


FIGURE 1. ILLUSTRATION DU « SYSTEMATIC CONSERVATION PLANNING», CAS DE MADAGASCAR

3. Analyse des données

L'analyse des données s'est fait en deux étapes :

Etape 1. Modélisation de la distribution des espèces

Les deux sortes de données nécessaires à la modélisation de la distribution des espèces sont les suivantes:

- Une liste d'espèces associées à des points géo-référencés
- Des données environnementales (telles que température de surface, bathymétrie, courants, salinité, chlorophylle et vitesse du vent) spatialement continues et sous format raster

Le Logiciel Maxent fournit, à travers une suite d'algorithmes, les zones favorables pouvant abriter une espèce en fonction des données environnementales.

Les résultats de la modélisation, pouvant être affichés sous forme cartographique, présentent donc les habitats favorables d'une espèce, ainsi qu'une mesure de l'influence de chaque facteur environnemental pris en compte (cf. fig. 1)



FIGURE 2. QUELQUES MODELES DE DISTRIBUTION DES ESPECES



FIGURE 3. LES ECOSYSTEMES MARINS ET COTIERS

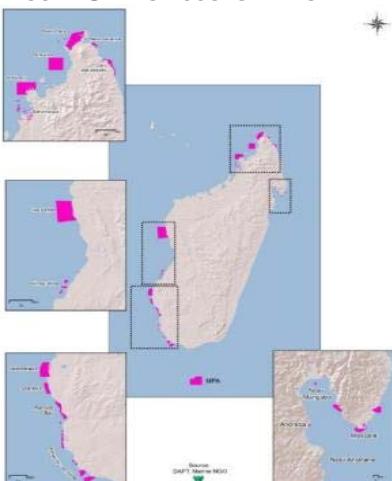


FIGURE 4. AIRES D'INTERET PARTICULIER/AIRES MARINES PROTEGEE

Etape 2. Intégration des résultats obtenus dans l'analyse spatiale via le logiciel MARXAN

Une analyse conjointe des données sur les espèces (modèles de distribution, point de localisation spécifique d'une espèce), les écosystèmes (récifs coralliens, mangroves, herbiers de phanérogames) et les aires d'intérêts particuliers (AMP existantes...) sera effectuée pour la recherche de zones potentielles pour la conservation marine.

L'outil MARXAN est une combinaison d'analyses spatiales permettant d'atteindre les objectifs de conservation dont leurs coûts de conservation sont "minimes" (Ardron 2008). Cette approche technique consiste à identifier et cartographier les sites prioritaires pour la conservation qui représentent les valeurs bioécologiques tout en minimisant les impacts sur les activités socio-économiques.

4. Résultats

Les résultats obtenus sont matérialisés par une projection spatiale cartographiée des zones potentielles pour l'extension des Aires Marines Protégées à Madagascar (les zones en rouges) sur la figure ci-dessous. Cette dernière représente le résultat Marxan de la solution après analyse et traitement des données disponibles.

L'image ainsi obtenue n'est pas encore figée. Elle peut être sujette à des modifications ultérieures, en fonction de la disponibilité des informations, ajout des données nouvellement acquises.

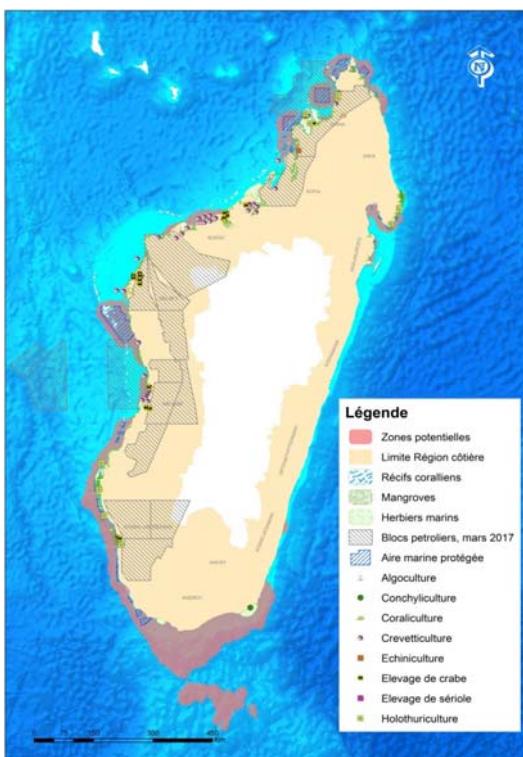


FIGURE 5. LES ZONES POTENTIELLES POUR LA CONSERVATION MARINE A MADAGASCAR

5. Interprétation et Discussion

Après identification des 90 espèces focales, issues de la liste des données d'espèces obtenues lors de la collecte, un scénario/simulation a été entrepris sur le logiciel MARXAN pour avoir un aperçu de zones potentielles pour la conservation et qui seront des sites potentiels pour la création d'AMP. Les données utilisées lors de cette simulation ne sont pas encore suffisantes, du fait qu'il existe encore à ce jour plusieurs données manquantes venant d'autres activités sectorielles, susceptibles d'altérer, de changer le résultat de la présente carte. Parmi les données jugées utiles, manquantes à ce jour, figurent ceux venant des exploitations offshore, des mines, de la pêche, du transport maritime, du tourisme. L'acquisition de ces données est cruciale pour avoir une planification maritime harmonieuse, organisée et structurée.

6. Conclusion

Pour une bonne harmonisation et exploitation rationnelle de notre espace maritime, une planification spatiale marine est indispensable. La réalisation de ce projet entre dans le cadre de la concrétisation de la promesse Présidentielle à Sydney sur le triplement des Aires Marines Protégées à Madagascar. Ce résultat nous montre les zones potentielles pour la création des nouvelles Aires Marines Protégées à Madagascar, qui tient compte de la connectivité et la représentativité des espèces et leurs habitats. Suite au partage des compétences techniques nécessaires déjà effectuées avec l'équipe technique du ministère concerné, la carte obtenue sera facilement améliorable par les responsables étatiques.

7. Références

- Margules, C., and R. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405:243-253.
- Ball, I.R., H.P. Possingham, and M. Watts. 2009. Marxan and relatives: Software for spatial conservation prioritisation. Chapter 14: Pages 185-195 in *Spatial conservation prioritisation: Quantitative methods and computational tools*. Eds Moilanen, A., K.A. Wilson, and H.P. Possingham. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Watts, M.E, I.R. Ball, R.R. Stewart, C.J. Klein, K. Wilson, C. Steinback, R. Lourival, L. Kircher, and H.P. Possingham. 2009. Marxan with Zones: software for optimal conservation based land-and sea-use zoning, *Environmental Modelling & Software* (2009), doi:10.1016/j.envsoft.2009.06.005
- Araújo, M. B., and P. H. Williams. 2000. Selecting areas for species persistence using occurrence data. *Biological Conservation* 96:331-345.
- Segan, D.B., E.T. Game, M.E. Watts, R.R. Stewart, H.P. Possingham. 2011. An interoperable decision support tool for conservation planning. *Environmental Modelling & Software*, doi:10.1016/j.envsoft.2011.08.002

2. Les stratégies de conservation de tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus 1766) dans le Parc National Marin des îlots de Nosy Tanikely (Nosy-Be, Nord-Ouest de Madagascar)

SOAMANJARY Monica. Nadette¹; Bemanaja E.²; Bakary G.²; Rajaonarivelo M.²; Rasoanarivo R.¹

¹ Ecole Doctorale du Génie du Vivant et Modélisation - Université de Mahajanga ; ² Centre National de Recherche Océanographique de Nosy-Be

INTRODUCTION

Les côtes Ouest et Nord-est de Madagascar sont fréquentées par cinq espèces de tortues marines, à savoir *Chelonia mydas* ou tortue verte, *Eretmochelys imbricata* ou tortue imbriquée, *Caretta caretta* ou tortue caouanne, *Lepidochelys olivacea* ou tortue olivâtre et *Dermochelys coriacea* ou tortue luth. Le Nord-ouest de Madagascar est une zone d'intérêt (Dalleau, 2015) pour leur cycle de vie (zone d'alimentation, de migration et de ponte). Notamment, dans la région de Nosy-Be, les plages encaissées des îlots de Nosy Tanikely (Aire Marine Protégée) présentent un taux de nidification élevé de *Chelonia mydas* et d'*Eretmochelys imbricata*.

L'activité touristique (bénéfique pour le développement économique de la population locale), la consommation de la viande de tortue, la capture dans les prises accessoires (bycatch) de l'exploitation des ressources halieutiques, l'accumulation et le déversement de produits polluants (sachets plastiques, etc.), la collecte systématique des œufs et la capture des femelles diminuant la ponte (Cooke et Brand, 2012), le manque de capacité d'exécution et le non-respect des lois existantes sur les tortues marines, l'intensification des activités humaines dans le milieu côtier et marin (Lutcavage et al., 1997) sont autant de facteurs défavorables au devenir des populations des tortues, et plus précisément à celui de *Eretmochelys imbricata*, en dépit de son inscription sur la liste rouge des espèces menacées de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN).

L'objectif principal est la mise en place des stratégies de conservation d'*Eretmochelys imbricata* adéquate dans le Parc de façon à assurer la valorisation de la protection, la conservation et la restauration de cette espèce et de ses habitats.

Les objectifs spécifiques sont l'acquisition des données biologiques et écologiques inhérentes à la tortue imbriquée afin de combler les lacunes et assurer la mise à jour des informations concernant cette espèce : l'amélioration et le renforcement des systèmes de protection existants ; l'identification des habitats et des sites de ponte, et l'intégration de la population locale surtout les pêcheurs dans les programmes de conservation.

SITE D'ETUDE

Le Parc National Marin des îlots de Nosy Tanikely est localisé entre 13°11' -13°30' de latitude Sud et 48°08' -48°22' de longitude Est à 8,5 km au Sud-Ouest de Nosy-Be (Figure 1a).

Les côtes sont entourées par des récifs coralliens de type frangeant. Le littoral est bordé de quatre plages dont la plage principale, la plage d'amour, la plage ouest et la plage nord (Figure 1b).

Le Parc englobe les écosystèmes terrestres et marins.

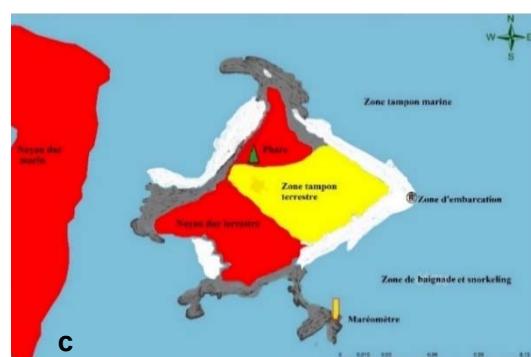
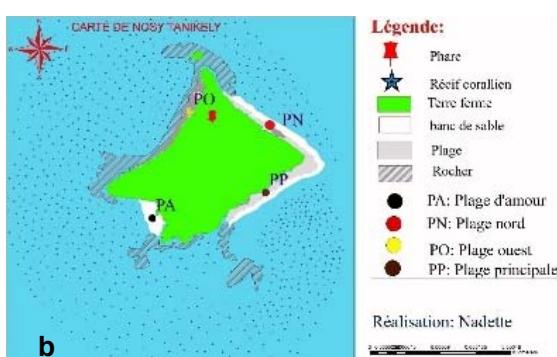
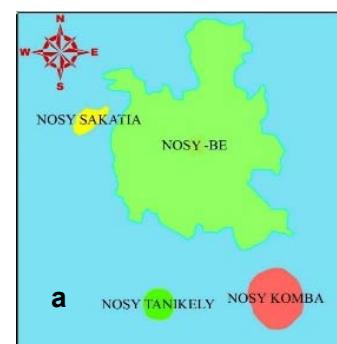


Figure 1. Position des îlots de Nosy Tanikely (a), des plages de suivi (b) et zonation
105

Il est divisé en deux zones : une zone de protection totale (le noyau dur) avec deux parcelles de conservation (les noyaux durs marin et terrestre) et une zone tampon ayant deux parcelles dont une zone tampon terrestre sur un rayon de 300 m et une zone tampon marine sur un rayon de 700 m (du phare vers la mer autour de l'île) où toutes activités de pêches sont interdites) (Figure 1c).

METHODES

L'étude a été effectuée pendant la saison de pluie allant du Janvier 2016 au Mars 2016.

On a effectué des enquêtes auprès des agents du site, de la population locale et des pêcheurs ; la détermination de la biodiversité et la caractérisation du site d'étude ; le suivi des activités de ponte à partir du comptage des traces des femelles ; l'identification de l'espèce à partir de la largeur des traces. Avec un décamètre, la largeur de la trace a été mesurée de l'extrémité de la nageoire droite jusqu'à l'extrémité de la nageoire gauche (Figure 2 Page 3). La trace de tortue imbriquée ressemble à la marque de la roue d'un tracteur, dissymétrique et alternée. Les nageoires droite et gauche forment un V inverse par rapport à l'observateur (mis dos à la mer en bas de la plage) pour la trace montante (Figure 3a) et un V pour la trace descendante (Figure 3b).

La caractérisation des conditions environnementales du nid a été effectuée pour déterminer la couverture végétale, la durée d'ensoleillement, la hauteur et la distance du nid par rapport à la mer (pour l'accessibilité des adultes au site et des nouveau-nés lors de l'émergence) (Figure 4).

L'observation en mer en plongée (apnée ou snorkelling) a été faite pour déterminer l'écologie, la biologie, le comportement, les prédateurs, la faune associée à *Eretmochelys imbricata*.



Figure 2. Mensuration de la largeur trace



Figure 3. Traces montante (a) et descendante (b)

La biométrie : la taille ou de la longueur de la courbe de la carapace (LCC) est mesurée à partir de la nuque jusqu'à la pointe de deux écailles arrières de la carapace (Figure 5) de la femelle ayant déjà effectuée la ponte pour ne pas la stresser.

Le diamètre des œufs a été pris à l'aide d'un pied à coulisse et le poids des œufs par une balance de précision (0,1 g).

Le suivi de l'éclosion a aussi été fait, pour estimer le taux d'émergence et le succès de l'éclosion à partir de comptage du nombre des nouveaux nés émergés et non émergés ; l'excavation du nid consistant à creuser le nid 72 heures après l'éclosion pour évaluer la taille de la ponte à partir des œufs éclos ou

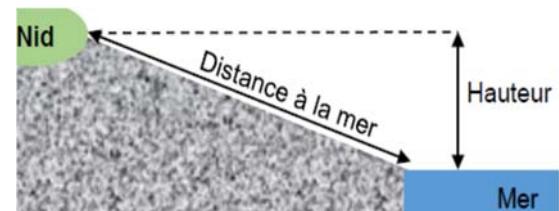


Figure 4. Mode de mesure de hauteur et de distance du nid par rapport à la mer

des coquilles vides, des œufs non éclos fertiles (avec embryon) et infertiles (sans embryon) ; à déterminer la forme du trou et à mesurer la hauteur et le diamètre du trou du nid.

RESULTATS

Le succès de ponte est de 64%. Ceci a été obtenu en faisant un rapport entre le nombre de montée ayant abouti à une ponte et le nombre total de traces observées. Le taux de fécondité ou de fertilité (avec une moyenne de 81,54%) est le pourcentage du nombre des œufs éclos et le nombre d'œufs non éclos fertiles par rapport au nombre total d'œufs. Le taux d'infertilité est de 18 % en moyenne. C'est le pourcentage du nombre d'œufs infertiles par rapport au nombre total d'œufs (la taille de ponte). Le taux d'éclosion est le pourcentage d'œufs éclos par rapport au nombre total d'œufs. On a obtenu une moyenne de 74,62%. Le taux d'émergence est le pourcentage des nouveau-nés ayant réussi à atteindre la mer et on a obtenu une moyenne de 96,85%. Le taux de prédatation est le pourcentage des nouveau-nés victimes de la prédatation par rapport au nombre des œufs éclos. Une moyenne de 2,34 % a été obtenue.

L'accouplement se déroule en pleine mer pendant cinq heures. Un seul accouplement peut assurer les deux pontes saisonnières grâce au stockage du sperme dans la spermathèque de la femelle. Une femelle peut accepter l'accouplement avec plusieurs partenaires. Une femelle pond deux fois dans une saison de ponte dont la durée inter-ponte est de 10 à 14 jours.

Les traces constituées par une montée et une descente marquent le passage de ponte d'une femelle sur la plage. La largeur des traces dans le Parc varie entre 65 et 110 cm avec une moyenne de 80,62 cm.

Cette espèce préfère pondre (Figure 6) sur des zones calmes et tranquilles, sur du sable sous une couverture végétale (*Cordia subcordata*, *Terminalia catappa*, *Hernandia peltata* et *Leucaena leucocephala* d'*Ipomoea pescaprae*, *Cesalpinia bonduc*) ou non. Elle pond également sur des sables nus et recouverts des coraux morts.

Chaque femelle de tortue a une préférence pour les plages de ponte. Mais la plage d'amour est la plus fréquentée (50% du taux de fréquentation) et la plage ouest est la moins fréquentée (7% du taux de fréquentation) (Figure 7).

La ponte est nocturne (figure 8) et durant la marée haute.

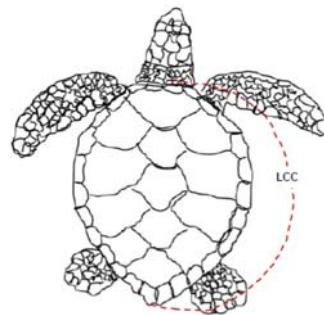


Figure 5. Mensuration de la longueur de la courbe de la carapace



Figure 6. Milieux de ponte

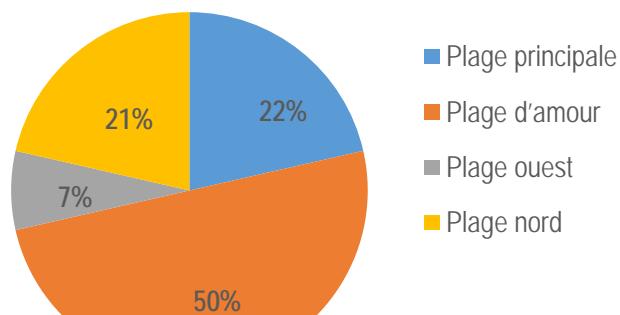


Figure 7. Diagramme de fréquence du choix de

La saison de ponte se situe entre le mois de septembre et mars. L'espèce présente une forte ponte au mois de février (avec des pluies abondantes) et au mois de mars (faibles pluies) la ponte commence à diminuer (Figure 9).

Chaque nid de 30 cm de diamètre contient 102 à 130 œufs avec une moyenne de 117 (la taille de ponte moyenne) et sa profondeur varie entre 10 et 80 cm. Les œufs sphériques, blancs à membrane parcheminée, de diamètre compris entre 35 et 44 mm, pèsent entre 20 et 30 g.

La durée d'incubation est de 53 à 70 jours. Elle dépend de la température et de l'humidité du milieu.

Les œufs du nid hors de la couverture végétale et exposé au soleil éclosent rapidement par rapport à ceux du nid sous la couverture végétale et à l'abri du soleil.

La tortue imbriquée est menacée à tous les stades de sa vie. Les menaces touchent aussi leurs habitats. Elle est sous la prédatation (*Corbus albus*, *Ocypode cordimana*, *O. cerathopterata*, *Rattus rattus*, *Sphyraena barracuda*, *Caranx ignobilis*, requins) ; le changement climatique (a des impacts sur leurs habitats et la détermination du sexe en modifiant le sexe ratio) ; la pollution par des déchets (sachets, bouteilles, chaussures usées, troncs d'arbre, feuilles mortes, eaux usées, etc.). La pollution constitue des obstacles physiques pour les femelles nidifiantes. Le piétinement cause le compactage du sable en diminuant l'aération à l'intérieur du nid en y modifiant la température et l'humidité. La collision par les bateaux à moteurs est un risque permanent.

Plusieurs stratégies de conservation ont été mises en place. La création de ce Parc est déjà une stratégie efficace pour protéger l'espèce et ses habitats des pressions dues aux activités humaines. Certaines stratégies y existantes ont été renforcées et améliorées. Elle a été renforcée par les législations internationales (CITES, UICN, CMS), nationales (plusieurs lois et décrets) et locales à travers le DINA, en synergie avec la protection de l'espèce et de son habitat, à travers des suivis, surveillances (patrouille), préventions et contrôles de la prédatation ; luttes contre la pollution par le nettoyage ; sensibilisations (médiatique et directe auprès des pêcheurs) et collaborations des parties prenantes.

CONCLUSION

Le Parc National Marin des îlots de Nosy Tanikely est une zone d'alimentation, de repos et de reproduction pour la tortue imbriquée. Cette espèce pond pendant la saison de pluie. Les activités touristiques et la prédatation constituent les principales menaces de cette espèce sur ce site. Ces menaces ont pour effet la baisse du taux d'émergence, donc le renouvellement de la population. Face aux menaces observées, il est urgent de procéder aux actions de recherche et de suivi, d'éducation et d'information, afin d'avoir des données indispensables pour la conservation. L'adoption de la politique de la Gestion Intégrée de la Zone Côtier seraient un des meilleurs atouts de protection et de préservation d'*Eretmochelys imbricata*. Afin d'assurer la participation de la population locale, surtout celle des pêcheurs, la moitié du prix des amendes sur les captures illicites serait remise à celui qui a attrapé ou a signalé les contrevenants et l'autre moitié serait destinée aux achats des matériels de conservation (impressions des posters de sensibilisation...). Pour renforcer les surveillances, une brigade spéciale pour la tortue marine devrait être créée, 'une brigade spéciale de tortue marine (BSTM) assurant la patrouille en mer et la surveillance sur les plages de ponte. Les patrouilleurs devraient être choisis parmi les pêcheurs pour faciliter cette surveillance. Enfin, nous suggérons d'augmenter l'amende du DINA, dans le but de réduire le délit contre les tortues marines.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Cooke, A. et J. Brand (2012). Guide de la biodiversité marine (Madagascar). 176pp.
- Dalleau, M. (2015). PROJET FONDATION PRINCE ALBERT II / WCS Madagascar « AMP Ankivony et Ankarea » : Renforcement et développement des programmes participatifs de conservation, de sensibilisation et des activités écotouristiques sur les sites de pontes de tortues marines des Aires Marines Protégées (AMP) de Ankivony et Ankarea. RAPPORT DE MISSION 2 CEDTM (Rapport de mission - Mayeul Dalleau - Juillet 2015) /Ref. FPA2WCS-CEDTM2. Projet FPA2WCS Madagascar – CEDTM. 14p / p 12.
- Lutcavage, M. E., P. Plotkin, B. Witherington et P. L. Lutz (1997). Human impacts on sea turtle survival. In Lutz P.L. et Musik J.A. (eds) *The Biology of Sea Turtles*, 387-410.

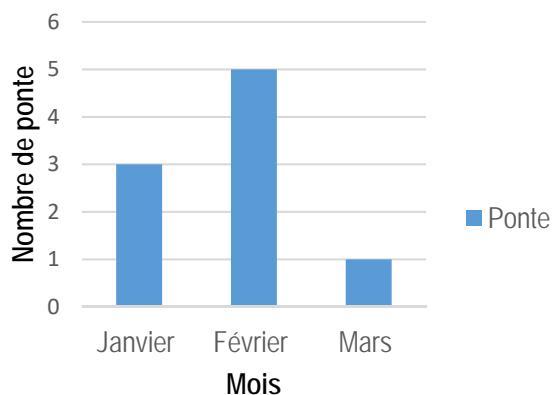


Figure 9. Graphe de l'évolution de ponte

3. Composition chimique et activités antimicrobiennes d'extraits de *Biemna laboutei* (Hooper) (DESMALLIDAE), éponge marine collectée dans le nord de Madagascar

Rahanira RALAMBONDRAHETY^(a,b), Onja ANDRIAMBELOSON^(b), Jean MAHARAVO^(c), Gaëtane WIELGOSZ-COLLIN^(d), Marcelle RAKOTOVAO^(a), Gilles BARNATHAN^(d)

^(a)Laboratoire de Chimie et de Valorisation des Produits Naturels, Université d'Antananarivo

^(b)Laboratoire de Microbiologie de l'Environnement -Centre National de Recherches sur l'Environnement

^(c)Centre National de Recherches Océanographiques, Nosy Be

^(d)Institut des Substances et Organismes de la Mer (ISOMer), Faculté des Sciences, Université de Nantes.

INTRODUCTION

L'environnement marin est un trésor d'organismes à pléthore de métabolites primaires et secondaires biologiquement actifs, et à exploiter [1]. Il est très diversifié et les organismes les plus primitifs tels que les éponges produisent une grande variété de lipides et d'acides gras. Ces derniers sont ubiquistes dans la nature et constituent la partie essentielle des triglycérides, des cires, des glycolipides et des phospholipides [2].

Le présent travail est consacré à l'étude d'une éponge collectée dans la partie Nord de Madagascar. Les objectifs visés ont été de l'identifier, par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse : ses stérols, à partir des structures de leurs acétates et des acides gras de ses phospholipides passant par leurs dérivés, d'une part, et d'évaluer des activités antimicrobiennes de ses extraits, d'autre part.

MATERIEL ET METHODES

• Lieu de collecte et identification

L'éponge a été collectée dans la mer d'Emeraude, au Nord-Est d'Antsiranana (S 12°10.003-E49°22.039), sur un tombant allant de 15 à 25m. Elle a été conservée dans un mélange éthanol-eau 1/1 (V/V) renouvelé toutes les 24 heures jusqu'à l'arrivée au laboratoire.

- Un échantillon, identifié au Centre d'Océanologie de Marseille, comme étant *Biemna laboutei* (Hooper, 1996) de la famille des Desmacellidae, et de l'ordre des Poescilosclerida a été déposé au Centre National de Recherches Océanographiques à Nosy-Be (Madagascar).

- De couleur orange brun, l'éponge a une forme droite, groupée, arborescente, tubulo-digitée de croissance et de consistance plus ou moins dure.

• Extraction et fractionnement

- Le liquide de conservation de l'éponge a été traité par du dichlorométhane jusqu'à épuisement. La phase organique a été ensuite évaporée, puis conservée (E1) ;

- L'éponge a été, de nouveau, macérée dans un mélange MeOH/CHCl₃ :1/1 (V/V). L'extrait brut (E2) a été récupéré après filtration du mélange et évaporation sous vide de la phase organique.

- Les extraits E1 et E2 ont été rassemblés et soumis à une chromatographie sur colonne ouverte de silice utilisant des solvants de polarité croissante : *n*-hexane, dichlorométhane, acétone et méthanol [3] afin de séparer les lipides selon leurs classes. Les stérols libres ont été isolés, à partir de la fraction dichlorométhanique par chromatographie préparative sur couche épaisse, puis purifiés par recristallisation dans du méthanol. Les acides gras des phospholipides ont été obtenus à partir de la fraction méthanolique.

• Obtention des dérivés

- Les stérols libres ont été transformés en leurs acétates en présence d'anhydride acétique/pyridine 1:1 (v/v) et à température ambiante durant 20h.

- Les acides gras de la fraction méthanolique ont été libérés par reflux en présence de KOH alcoolique. Un traitement par du méthanol chlorhydrique à 2% les ont transformés en leurs EMAG. Une partie de ces derniers, portés au reflux pendant 2h dans un mélange de pyrrolidine/ acide acétique 10 : 1 (v/v), a donné des *N*-Acyl pyrrolidides (NAP). Les stérols libres et leurs acétates, les EMAG et les NAP ont été par la suite analysés par CPG/SM

• Appareils

Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

Chromatographe Hewlett Packard 5989-A couplé à un spectromètre de masse série HP 5971: courant d'ionisation : 70eV relié à une imprimante Hewlett Packard HP-5890, avec intégrateur HP-9000-345 ; colonne capillaire de longueur 30m, de diamètre intérieur 0.25-µm de diamètre extérieur 0,32mm, phase stationnaire silice fondu de type DB-1 ; gaz vecteur : hélium.

Conditions d'analyse : programmation de température de 180°C à 310°C à raison de 3°C /mn pour l'analyse des EMAG et des NAP; et de 170°C à 300°C avec la même progression de température pour les stérols et leurs acétates.

• Tests microbiologiques

La méthode de diffusion sur disque de 6mm de diamètre en milieu gélosé a été mise à profit pour évaluer qualitativement l'efficacité *in vitro* des extraits. L'activité de l'extrait testé vis-à-vis d'un germe donné, donc la sensibilité de ce dernier, est mesurée à partir du diamètre d'inhibition observé sur le disque.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le rendement de l'extraction des lipides totaux est rapporté dans le tableau 1

Tableau 1 : Rendement des extractions des lipides totaux de *Biemna laboutei*.

Poids d'éponge fraîche (g)	Poids des lipides totaux (g)	Teneur en lipides totaux(%)
509,52	5,73	1,12

Le fractionnement des lipides totaux a conduit aux différentes classes de produits dont les pourcentages en masses dans l'extrait sont donnés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Résultats du fractionnement des « lipides totaux »

Composition en lipides			
Classes de lipides	Lipides neutres	Glycolipides	Phospholipides
Solvant	<i>n</i> -hexane	Dichlorométhane	Acétone
%	26,98	52,07	9,22
Remarques		- Sources de stérols obtenus par chromatographie sur couche épaisse préparative - Teneur 5,2% des lipides totaux	Sources des acides gras analysés

Identification des stérols à partir de leurs acétates

Le tableau 3 rapporte les résultats obtenus par CPG/SM et par comparaison aux données de la littérature [3] [4].

Tableau 3 : Stérols identifiés dans *Biemna laboutei* à partir de leurs acétates

N°	TRR Acétate	%	M+ Acétate	Structure	Nomenclature
1	38,694	1,88	428	Δ^5 C27:1	5 α -cholest-5-ène-3 β -ol
2	39,333	4,56	426	$\Delta^{5,22}$ C27:2	<i>cis</i> cholesta-5,22-diène-3 β -ol
3	39,606	1,43	426	$\Delta^{0,22(24)}$ C27:2	5 α -cholest-22,24-diène-3 β -ol
4	39,856	13,96	426	$\Delta^{5,22}C\ 27:2$	<i>trans</i> cholesta-5,22-diène-3 β -ol
5	40,100	2,26	426	$\Delta^{5,7}C\ 27:2$	cholesta-5,7-diène-3 β -ol
6	40,899	14,14	428	$\Delta^5C\ 28:1$	5 α -cholest-5-ène-3 β -ol
7	41,106	23,07	428	$\Delta^7C\ 28:1$	5 α -cholest-7-ène-3 β -ol
8	41,970	17,97	440	$\Delta^{5,22}C\ 28:2$	<i>cis</i> (24R,24S)-24-méthylcholesta-5,22-diène-3 β -ol
9	42,326	0,68	442	$\Delta^{0,22}C\ 28:1$	24(R) 24- ξ -méthyl-5 α -cholestane-3 β -ol
10	43,394	0,34	440	$\Delta^{5,22}C\ 28:2$	<i>trans</i> (22E,24S)-24-méthylcholesta-5,22-diène-3 β -ol
11	43,722	9,03	442	$\Delta^5C\ 28:1$	24- ξ -méthyl-5 α -cholest-5-ène-3 β -ol (R,S)
12	44,274	1,97	454	$\Delta^{5,22}C\ 29:2$	24- ξ -éthyl-5 α -cholest-5-ène-3 β -ol (R,S)
13	46,275	7,73	456	$\Delta^5C\ 29:1$	(24R)-24-éthylcholest-5-ène-3 β -ol

TRR : temps de rétention relative % : teneur relatif dans le mélange analysé

Ainsi,

- 13 stérols ont été identifiés sur la base des structures de leurs acétates. Le 5 α -cholest-7-ène-3 β -ol constitue le composé majoritaire (23,07%), viennent ensuite le *cis* (24R,24S)-24-méthylcholesta-5,22-diène-3 β -ol (17,97%), le *trans* cholesta-5,22-diène-3 β -ol (14,14%) et le 24- ξ -méthyl-5 α -cholest-5-ène-3 β -ol (R,S) (9,03%).
- On remarque la présence de deux isomères *cis/trans* $\Delta^{5,22}$ C27: 2. Barnathan *et al.* [3] ont noté que le dérivé de configuration *cis* est élué avant le *trans* dans les conditions opératoires utilisées, comme celles dans le présent travail.
- *Biemna laboutei* contient aussi des stanols dont les chaînes latérales sont insaturées : Δ^0 C27:2, $\Delta^{0,22}$ C 28:1. L'apparition de l'ion fragment m/z 215 signifie l'absence d'insaturation dans le système tétracyclique [3][4] : les éventuelles insaturations se placeraient ainsi dans la chaîne latérale.

Les pourcentages des stérols insaturés identifiés dans l'espèce étudiée sont rapportés dans le tableau 4

Tableau 4 : Composition en stérols insaturés et en nombres de carbone de *Biemna laboutei* collectée dans le Nord de Madagascar

Structure	Δ^5	$\Delta^{0,22}$	$\Delta^{5,7}$	$\Delta^{5,22}$	Δ^0
(%)	54,80	0,68	2,21	39,08	1,83

On remarque une forte teneur en stérol Δ^5 (54,80%). Cette valeur est élevée comparée à celle du même stérol trouvé dans une autre espèce non identifiée de *Biemna* collectée dans la partie Sud (42,80%) de Madagascar selon les résultats de RANARIVELO *et al* [5].

En considérant les nombres de carbone des stérols de *Biemna laboutei* collectée au Nord de l'Ile, le tableau 5 en résume les pourcentages relatifs obtenus.

Tableau 5 : Composition des nombres de carbone dans des stérols des *Biemna laboutei* collectée dans le Nord Madagascar

Origine géographique	C27	C28	C29
Nord de Madagascar	25,35	65,19	9,46

Alors que les stérols à 28 atomes de carbone sont les majoritaires (65,19%), ceux à 27 sont les plus prépondérants trouvés dans la Biemna sp. du Sud [5]. Plusieurs facteurs pourraient expliquer ces différences de teneurs : les origines géographiques des deux espèces, leurs environnements et les êtres vivants qui leurs seraient en hôtes ou en symbiose.

Identification des acides gras issus des phospholipides

Les informations obtenues à partir de la chromatographie en phase gazeuse et la spectrophotométrie de masse de chaque EMAG ont été complétées et vérifiées par celles de son NAP.

Quarante et un acides gras ont été observés et identifiés à partir de structures de leurs NAP (voir tableau 6). Ces dérivés ont été retenus car l'analyse de leurs fragmentations conduit en général à des structures à forte probabilité.

L'acide n-16 : 0 constitue le composé majoritaire avec un pourcentage de 11,5%, suivi du $\Delta^{5,10-25}:2$ (10,9%). On note la présence d'un acide gras rare, AG 3 hydroxylé de teneur relative égale à 3,80%, caractérisée par l'apparition d'un pic à m/z 142[4] par transposition de Mac Lafferty.

Les pourcentages des différentes classes d'acides gras (AG) identifiés sont présentés dans le tableau 7

Tableau 7 : Pourcentages des différentes classes d'acides gras de *Biemna laboutei*

AG saturés	25,42%
AG monoinsaturés	28,22%
AG polyinsaturés	39,93%
AG hydroxylés	6,46%

Ainsi, la teneur en AG insaturés est nettement supérieure (68,15%) à celle des saturés (25,42%) dans *Biemna laboutei*.

Activités antimicrobiennes

Le tableau 8 regroupe les résultats des tests des activités des lipides totaux et de certaines de ses fractions vis-à-vis de 5 souches microbiennes.

Tableau 8 : Tests des activités des lipides totaux et de leurs fractions

Souches Bactériennes	Lipides totaux	Fraction	
		DCM	MeOH
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 13061	Gram(+) +	+	+

<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 11632	Gram(-)	+	+	-
<i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 6301		+	+	+
<i>Escherichia coli</i> ATCC 70032		+	+	+
<i>Candida albicans</i>		+	+	-

Diamètre d'inhibition $x < 8 \text{ mm}$: (-) ; Diamètre d'inhibition $9 \text{ mm} < x < 14 \text{ mm}$: (+)

DCM : fraction dichlorométhanique

MeOH : Fraction méthanolique

Ainsi,

- l'extrait « lipides totaux » et la fraction dichlorométhanique de *Biemna laboutei* sont sensibles vis-à-vis des souches microbiennes *B. cereus*, *S. aureus*, *S. pneumoniae*, *E. coli* et de la souche fongique *C. albicans*.
- la fraction méthanolique, est active vis-à-vis *B. cereus*, *S. pneumoniae* et *E. coli*.

Tableau 9: NAP des acides gras des phospholipides de *Biemna laboutei*

N° pic	TR (min)	LCE (NAP)	%	Formule
1	20,860	13,13	3,80	3-OH 13 : 0
2	23,069	13,99	3,09	n-14 : 0
3	25,694	15,01	0,62	n-15 : 0
4	27,774	15,82	3,62	Δ9-16 : 1
5	28,046	15,92	1,19	16:02
6	28,304	16,00	11,5	n-16 : 0
7	29,28	16,41	2,66	2-OH 15 : 0
8	29,811	16,61	0,48	15 Me-16 : 0
9	30,757	17,00	0,94	n-17 : 0
10	30,958	17,06	0,45	15-Me-17 : 0
11	31,030	17,09	0,40	3,6 Me ₂ -16 : 0
12	31,145	17,13	1,62	3, 5, 11Me ₃ -15 : 0
13	32,091	17,50	2,95	9,13-Me ₂ Δ6, 9, 10,13-16 : 4
14	32,450	17,64	1,14	Δ8,11- 16 : 2
15	32,579	17,69	2,09	Δ9-18 : 1
16	32,794	17,77	5,16	Δ11-18 : 1
17	33,210	18,00	4,52	n-18 : 0
18	35,161	18,70	1,46	Δ5,9,x -18 : 3
19	35,577	18,86	0,63	5, 13, Me ₂ 17 : 0
20	35,792	18,94	6,94	20:04
21	35,993	19,02	4,54	5-Me Δ6, 9, 10, 13, 16 -19 : 5
22	36,624	19,27	1,05	Δ7,11 ,14-20 : 3
23	37,226	19,50	4,80	Δ12,16-20 : 2
24	37,456	19,59	0,88	Δ13-20 : 1
25	37,800	19,72	0,84	14Me-19:0
26	38,575	20,03	0,21	21; 3
27	39,062	20,22	0,33	br-21
28	39,708	20,47	0,42	Δ-16-21: 1
29	39,966	20,57	1,18	21 ; 3
30	40,210	20,66	1,87	21 ; 3
31	40,325	20,71	0,19	Δ6- 21:1
32	40,425	20,75	0,27	21 : 3

33	40,554	20,80	0,75	$\Delta 6,11-21: 2$
34	41,903	21,32	1,69	$\Delta 15-22: 1$
35	42,19	21,43	0,35	$\Delta 17-23 : 1$
36	43,796	22,06	0,31	$\Delta 5, 14, 20 - 23 : 3$
37	45,603	22,76	0,37	$8, 14, 20-\text{Me}_3\Delta 7,11-21 : 2$
38	46,866	23,26	9,55	$\Delta 15-24: 1$
39	47,052	23,33	3,37	$\Delta 17-24 : 1$
40	48,616	23,94	10,9	$\Delta 5,10-25:2$
41	48,917	24,05	0,90	$15,15-\text{Me}_2\Delta 7-23 : 1$

CONCLUSION:

Aux résultats de l'analyse de la fraction stérols par CPG/SM, le 5 α -cholest-7-ène-3 β -ol est le majoritaire dans *Biemna laboutei*. En ce qui concerne les acides gras, le n-16 : 0 est le plus prépondérant, la présence d'acides gras 3-hydroxylé, composé rare dans les éponges a été détectée. Les extraits de lipides totaux ainsi que la fraction dichlorométhanique de l'espèce étudiée sont actifs vis-à-vis des souches microbiennes : *B. cereus*, *S. aureus*, *S. pneumoniae*, *E. coli*, et de la souche fongique *C. albicans*. Alors que la fraction méthanolique est sensible uniquement sur *B. cereus* *S. pneumoniae* *E. coli*.

Suite au présent travail, l'analyse chimique des autres fractions des lipides totaux, d'une part et l'étude des microorganismes associés à l'éponge, d'autre part, sont prévues.

Remerciements

Nous remercions vivement

- Les Membres de l'équipe du Centre National de Recherches Océanographiques de Nosy-Be pour leurs aides précieuses dans la collecte du matériel d'étude,
- Le Pr Jean Vacelet pour l'identification de l'espèce d'éponges,
- Le Pr Gilles Barnathan et son équipe du Laboratoire de Chimie Marines de l'ISOMER de l'Université de Nantes pour avoir mis à notre disposition leurs matériels de CPG/SM.

Références

- [1] Gilles Barnathan (2010) Acides gras inhabituels des organismes marins : une illustration de la biodiversité moléculaire marine Oilseeds & fats Crops and Lipids OCL 2010 ; 17(4) : 238-250
- [2] Kornprobst J.M. & Barnathan G., (2010). Demospongic acids revisited. *Marine Drugs*, 8, 2569-2577.
- [3] Gilles Barnathan (1993).Acides gras et stérols d'éponges marines du Sénégal et de Nouvelle Calédonie. Thèse de Doctorat. Université de Nantes.
- [4] Velosaotsy N.E. (2005) Etudes de lipides d'éponges marines : phospholipides, acides gras stérols. Identification et évaluation pharmacologique de métabolites secondaires. Thèse de Doctorat. Université de Nantes
- [5] Ranarivelo Y., Lebalana L., Laboute P., Andriantsiferana M. (1997).- *Bioactivity of Madagascar sponge Biemna sp. and isolation of the major compound, a sterol cholesta-en-7-3 β -ol*. Première euro-conférence sur les produits naturels marins, Athènes 2-6 novembre 1997
- [6] Duraffourd C., D'Hervicourt L. et Lapraz J. C. (1990) - Cahiers de phytothérapie clinique. 1. Examens de laboratoires galénique. Eléments thérapeutiques synergiques. 2ème éd. Masson, Paris

4. Approches intégrées à la conservation de tortues marines dans la partie Nord de Madagascar

RAKOTOARIMINO Lalarisoa, Joelisoa RATSIRARSON

Ecole Doctorale Gestion des Ressources Naturelles et Développement Université d'Antananarivo, Conservation Centrée sur la Communauté C3 Madagascar, ESSA-Forêts- Université d'Antananarivo

Six des sept espèces de tortues marines sont menacées à tous les stades de leur vie, dans la partie Nord de Madagascar. Les exploitations humaines de leurs chairs et œufs, pour l'alimentation, le commerce de leur carapace, pour article de souvenirs et la capture accidentelle dans les pêcheries, entraînent le déclin, voire l'extinction locale de plusieurs populations de ces tortues marines.

L'étude consiste à mieux comprendre la structure de la population de tortues marines qui viennent nidifier dans les îlots du Parc marin Nosy Hara. Elle vise à améliorer la protection de ces tortues

marines, en utilisant des approches intégrées, en collaboration avec les communautés locales. L'étude a combiné le suivi communautaire sur les menaces liées aux captures directes, aux prises accessoires dans les pêcheries, avec des observations directes des tortues et la surveillance de leur nidification ainsi que le niveau de leurs exploitations dans le parc marin Nosy Hara. L'évaluation de l'habitat, le suivi des récifs et les herbiers marins, l'éducation environnementale, le développement d'activités génératrices de revenus des villageois, la dissémination et l'application de la loi ont des impacts non négligeables sur la conservation de ces espèces. Cette approche implique différents acteurs de la conservation et en même temps apporte des alternatives et incitations aux communautés, un changement de comportement et une appropriation qui permet d'augmenter les observations sur la population de tortues venues nidifier dans les îlots du Parc marin de Nosy Hara.

En 2010 et 2011, 58 tortues ont été enregistrées pendant la période d'octobre à décembre 2011(90j). Par ailleurs, au total, 43 nids de Tortues imbriquées *Eretmochelys imbricata* et huit nids de tortues vertes *Chelonia mydas* ont été recensés et surveillés pendant 67 jours dans le site d'étude.

Nos résultats ont confirmé l'importance du parc marin Nosy Hara comme site de nidification de tortues imbriquées et de tortues vertes, lors de cette saison de ponte 2015-2016. L'approche de conservation avec les communautés a montré que Nosy Hara était le site le plus actif, le plus élevé des quatre sites de nidification avec 20,34 nids / kbm ; Nosy Fotsy et Nosy Hao ont des densités inférieures de 6,25 nids / km et 3,87 nids / km. Il a été conclu que le taux de fréquentation des femelles nidifiantes est maintenu et a augmenté grâce à l'application de l'approche intégrée aux bénéfices de ces espèces et suite à l'amélioration des connaissances et de la prise de responsabilité des communautés bénéficiaires des ressources de ce Parc marin.

Afin de protéger durablement cet important habitat de nidification de tortue de mer, nous recommandons la continuation de ces programmes de surveillance, de marquage et de sensibilisation, avec la pleine coopération des communautés locales de Nosy Hara.

Introduction

Les zones côtières de Madagascar constituent des zones de ponte et de nourrissage des cinq espèces de tortues marines dans la Région Occidentale de l'Océan Indien. L'ampleur des exploitations de ces espèces combinées aux manques de renforcement de l'application des législations ont entraîné le déclin de ces espèces.

La zone du Nord-ouest de Madagascar constitue régionalement des zones de ponte importantes pour les tortues marines.

La présente recherche porte sur la conservation des tortues marines menacées dans le Parc Marin de Nosy Hara, à travers des approches intégrées. En effet, les exploitations des tortues marines durant la saison de ponte constituent une des menaces importantes pour leur survie. La vente de la viande et des carapaces constitue des sources de revenus supplémentaires pour les communautés locales. Le commerce de leur carapace pour confectionner des articles de souvenirs et la capture accidentelle dans les pêcheries, entraînent le déclin, voire l'extinction locale de plusieurs populations de ces tortues marines.

La présente recherche a pour but de renforcer la conservation des tortues marines, en particulier la tortue imbriquée, *Erytmochelys imbricata*, dans le Parc Marin de Nosy Hara. Cela contribuera à réduire les menaces sur les populations de tortues marines et à améliorer le taux de reproduction des femelles dans ce parc.

L'étude consiste à mieux comprendre la structure de la population de tortues marines qui vient nidifier à Nosy Hara.

Méthodes

Les méthodes adoptées pour la conduite de cette recherche consistent à faire des analyses comparatives. Entre une évaluation rapide de site de ponte effectuée dans le nord de Madagascar menée en 2011. En outre, une activité de surveillance des sites de nidification a été effectuée au sein du parc marin de Nosy Hara, en 2015 et 2016.

L'étude a combiné l'évaluation des impacts du suivi communautaire sur les menaces, liées aux captures directes, aux prises accidentelles dans les pêcheries, avec des observations directes des tortues et la surveillance de leur nidification, ainsi que le niveau de leurs exploitations dans le parc marin de Nosy Hara entre ces deux périodes.

L'étude consiste aussi à l'évaluation de l'habitat, le suivi des récifs et les herbiers marins, l'éducation environnementale, le développement d'activités génératrices de revenus des villageois, la dissémination et l'application de la loi en vigueur.

Cette approche implique différents acteurs à la conservation, et en même temps apporte des alternatives et incitations aux communautés, un changement de comportement et une appropriation qui permettent d'augmenter le nombre des observations sur la population de tortues venues nidifier dans les îlots du Parc marin de Nosy Hara.

APPROCHES INTEGREGES DE CONSERVATION

Les approches intégrées de conservation des tortues marines ne se limitent pas seulement à la protection des espèces et des habitats clés, mais intègrent également les activités suivantes:

- Suivi des tortues par observations directes par les Comités Locaux du Parc (CLP)
- Suivi des pressions anthropiques sur les tortues marines
- Renforcement de la politique et la législation
- Promotion des programmes de sensibilisation et de suivi du site de ponte avec les communautés pour réduire les exploitations
- Développement des activités génératrices de revenus pour supporter les communautés
- Recensement des pêcheurs, délivrance de cartes de pêcheur

RÉSULTATS

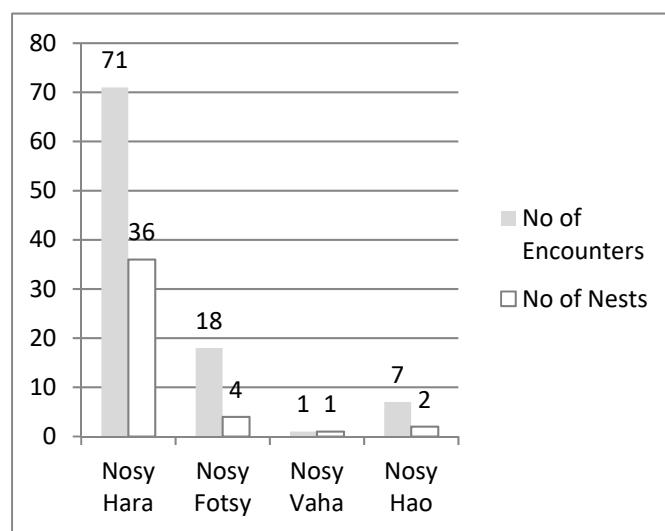
Les sites de ponte surveillés étaient Nosy Hara et Nosy Fotsy. Les périodes observées étaient en 2011 et 2015-2016.

En 2011: 58 tortues ont été enregistrées pendant la période d'octobre à décembre (90j).

Information sur les activités de ponte des tortues imbriquées (Efforts de suivis: 67/80 jours)

En 2015/2016: au total, 43 nids de Tortues imbriquées *Eretmochelys imbricata* et huit nids de tortues vertes *Chelonia mydas* ont été recensés et surveillés pendant 67 jours dans le site d'étude.

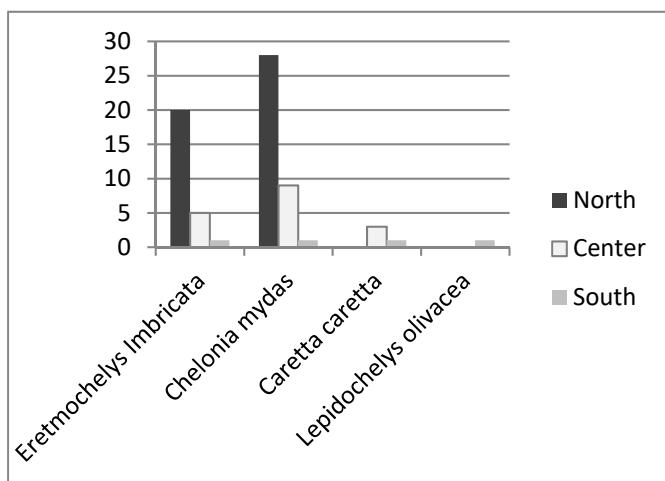
L'approche de conservation avec les communautés a montré que Nosy Hara était le site le plus actif, le plus élevé des quatre sites de nidification avec 20,34 nids / kbm ; Nosy Fotsy et Nosy Hao ont été associés à des densités inférieures à 6,25 nids / km et 3,87 nids / km. Il a été conclu que le taux de fréquentation des femelles nidifiantes a été maintenu et a augmenté grâce à l'application de l'approche intégrée, aux bénéfices de ces espèces et suite à l'amélioration des connaissances et à la prise de responsabilité des communautés bénéficiaires des ressources de ce Parc marin.



Résultats du contrôle et de la surveillance

Les résultats des contrôles et surveillance effectuées par les agents de Parc et avec une large implication des communautés locales ont donné les résultats suivants :

Les activités de conservation des tortues marines montrées par la figure révèle qu'aucun rapport n'a été obtenu sur les captures directes de tortues marines ou collecte des œufs et plusieurs observations des captures accidentelles des quatre espèces de tortues dans les sites de suivi Tortue imbriquée, Tortue verte, Tortue caouanne, Tortue olivâtre dans le Nord, le Centre et le Sud du parc marin Nosy Hara.



Autres résultats issus de cette approche intégrée

Lors du contrôle de marché, il n'y a eu aucune viande de tortues vendues visible au niveau des marchés d'Antsiranana

Un Recueil des textes législatifs et réglementaires étaient distribués aux Comités Locaux de Parc à travers de programmes de sensibilisation

Un Document sur l'analyse de lacunes de textes législatifs et réglementaires a été produit

Un Plan de conservation locale de tortues marines élaborées avec les communautés pour le Parc Marin de Nosy Hara
Les pêcheurs du Parc marin sont recensés et disposent de carte de pêcheurs

Discussions

L'analyse des lacunes sur les textes législatifs et règlementaires a permis de tirer les points suivants : les textes législatifs et réglementaires existants n'adressent pas en totalité les protections des tortues marines à chaque stade de leur cycle de vie: ponte, juvénile et adulte. En outre, ils ne sont pas suffisamment vulgarisés et sont faiblement appliqués.

Conclusion

Ces études récentes ont confirmé une intensité plus élevée de nidification des tortues imbriquées, par rapport à ce qui a été enregistré auparavant sur d'autres sites à Madagascar.

Afin de protéger durablement cet important habitat de nidification des tortues de mer, il est recommandé de :

- Continuer les programmes de surveillance, de marquage et de sensibilisation, avec la pleine coopération des communautés locales de Nosy Hara et avec l' implication de tous les acteurs dans le programme de suivi des zones de ponte (Nosy Hara, Nosy Fotsy, Nosy Vaha, Nosy Hao) par les agents de Madagascar National Parks, les étudiants de l'Université d'Antsiranana,les Comites Locales du Parc
- Poursuivre la Formation théorique et pratique des étudiants de l'Université d'Antsiranana
- Les activités de Suivi des tortues par observations directes par les Comités Locaux du Parc, celles du suivi des habitats devront être renforcées
- Le suivi également des pressions anthropiques sur les tortues marines

Bibliographie

- Rakotonirina & Cooke 1994; Bourjea et al. 2006; Metcalf et al. 2007; Humber et al. 2016
Al Maella R. 2011. Investigating marine turtle nesting sites, local perceptions and conservation strategies in Northern Madagascar. Thesis submitted for the degree of MSc, Imperial College.
USFWS Hawksbill Sea Turtle report 2016 ; Enhancing the Conservation of Threatened Sea Turtles through Integrated Approaches in Nosy Hara Marine Park in North West Madagascar ,Final Report 2016,C3 (Community Centred Conservation)
A guide to sea turtle monitoring techniques used at Hoani, Mohéli, Comoros, C3 Working Report
Madagascar National Parks. 2014. Plan d'Aménagement et de Gestion du Parc National Nosy Hara.
Statut of the world marine species fact sheet IUCN
Etude Ethno-Biologique des tortues marines à Madagascar (Sud-Ouest de l'Océan Indien), Thèse de Doctorat en Océanologie Appliquée, Berthin Pierre Rakotonirina Décembre 2011
Guide d'Education Environnementale, Réseau Junior Ecoguard de Diana Madagascar. Edition Community Centred Conservation
Conservation des Ressources Naturelles du Parc Marin Nosy Hara : Effort entrepris par Conservation Centrée sur la Communauté C3 Madagascar Juillet 2013

5. Equilibre entre les écosystèmes marins et terrestres du Complexe zones humides Mahavavy-Kinkony (AP CMK)

Jorlin Tsaralaza TSIAVAHANAHARY¹, Vololomboahangy RANDRIANJAFY¹, Rado ANDRIAMASIMANANA²et Solofoson RANDRIANJATOVO²

¹ École doctorale « Écosystèmes Naturels » (E.D.E.N.), Université de Mahajanga

² Asity Madagascar, Villa Karis lot I AB 39 ter C-Andrononobe Analamahitsy – Antananarivo

I. CONTEXTE ET OBJECTIFS

La biodiversité constitue la richesse naturelle de la terre et fournit les éléments essentiels à la vie et la prospérité de l'ensemble de l'humanité (Rachid Amara, 2010). Cependant, cette biodiversité est fragilisée par les activités humaines. Au niveau mondial, la perte de biodiversité est devenue l'une des plus grandes préoccupations environnementales du dernier siècle. Le changement climatique ne fait qu'aggraver ce problème (TSIAVAHANAHARY et al., 2015). A Madagascar, l'accroissement des pressions anthropiques sur le littoral, mais aussi l'exploitation des océans ont sérieusement dégradé la biodiversité marine. Dans la région Boeny, le Complexe Zones humides Mahavavy-Kinkony a une importance écologique et socio-économique considérable. Cependant, les activités anthropiques en

pleine expansion ne cessent de s'accroître et ont des impacts majeurs à la réussite de gestion de ces zones. L'objectif de cette présentation est de montrer l'interdépendance entre ces écosystèmes, les équilibres écologique et socioéconomique, et l'impact des activités humaines, afin d'apporter des améliorations sur la gestion de cette Aire Protégée.

II. METHODOLOGIE

II.1. ZONE D'ETUDE

Située dans le District de Mitsinjo Région Boeny, la zone d'étude est une Aire protégée de catégorie V selon IUCN, cogérée par Asity Madagascar et la plateforme locale Marambitsy Miahny Zava-boahary (MMZ). Elle est composée de différents écosystèmes et d'une Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) et surtout d'une Zone des Oiseaux Endémiques (ZOE) à Madagascar, abritant toutes les espèces aquatiques menacées de l'Ouest de l'Île. Sa particularité se repose sur l'existence des espèces d'oiseaux emblématiques du Grand lac Kinkony *Amaurornis olivieri* (Vorofaly), les espèces des poissons endémiques *Paratilapiapolleni* (Marakely) et *Paretroplus dambabe* (Damba).

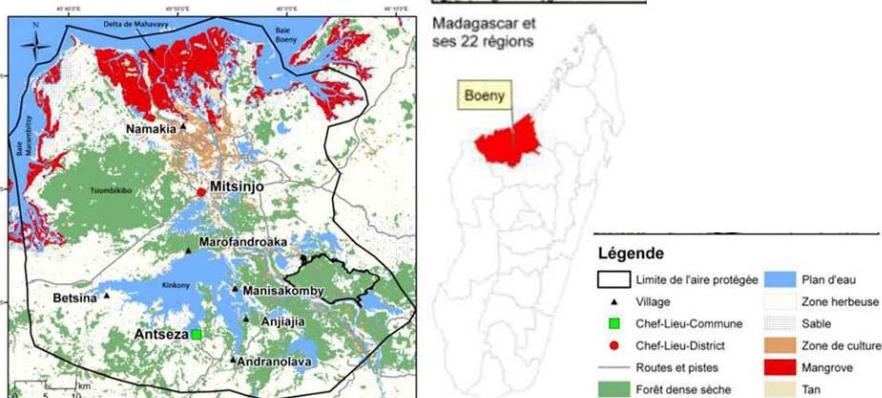


Figure 01. Localisation de l'AP CMK(Source : ANDRIAMASIMANANA Rado, 2011)

II.2. APPROCHE METHODOLOGIQUE

- Suivi écologique mensuel et saisonnier de différents taxons (Oiseaux, Primates, Poissons et Reptiles),
- Enquêtes socio-économiques auprès de la communauté locale,
- Suivi et contrôle avec les communautés et les autorités locales,
- Analyse et évaluation de la réussite de Gestion à travers les espèces clés,
- Analyse des pressions existantes et les impacts constatés sur la biodiversité.

III. RESULTATS

III.1. Equilibre écologique

La faune (Oiseaux, Poissons, Lémuriens, Reptiles) que ce soit aquatique, terrestre ou forestière, utilise des zones côtières pour vivre. L'équilibre entre ces deux écosystèmes, terrestres et marins, sont très importants en tant que :

- Site d'accueil et reposoir d'au moins 34 espèces d'oiseaux migrateurs : oiseaux d'eau, marins et limicoles.
- Zones de reproduction des oiseaux aquatiques telle que Ardéidae, Charadriidae, Threskiornithidae.
- Zones de nourrissage et refuges des lémuriens : *Eulemur mongoz*, *E. ruffus*, *Propithecus deckeni*, et les oiseaux forestiers comme entre autres *Artamella viridis*, *Leptopterus schabert* et *Xenopirostris damii* (VANGIDAE), *Coracopsis vasa*, *C. nigra* (PSITTACIDAE), *Terpsiphone mutata* (MONARCHIDAE), etc.

L'existence du fleuve Mahavavy favorise la reproduction des poissons marins et d'eaux douce.



Figure n° 02. La diversité faunistique de l'AP CMK : Poissons récifaux, Flamants roses (*Phoenicopterus ruber* et *P.minor*) et *Eulemur ruffus*(Lémurien)

III.2. Equilibre socio-culturel et économique

Des Doany liés à la culture Sakalava se trouvent au niveau des Mangroves, du lac et dans la forêt. Une grande production halieutique qui favorise la situation économique de 70 % des pêcheurs (côtiers et terrestres).

La production des sels artisanaux a des intérêts touristiques et économiques.

De nombreux sites ornithologiques côtières et/ou terrestres ont des valeurs écotouristiques: Delta Mahavavy, Baie de Boeny et la Baie de Marambitsy, le Lac Kinkony et les lacs périphériques, les forêts Katondra et Tsiombikibo.



Figure n°03. Les activités économiques et socio-culturelles : Sel artisanal, DoanyBezavo, et les matériaux de collecte des crabes

III.3. Les besoins humains

La vie dans les zones côtières dépend beaucoup plus des ressources forestières et terrestres, avec 75 % de besoins à savoir :

- Le matériel pour construire toutes les pirogues de navigation ou de la pêche ;
- Le matériel de pêche et la collecte de crabe comme les nasses ; L'emballage des produits halieutiques et côtiers pendant les transports ;
- Une grande partie des clôtures et des toitures des cases d'habitation ou maison, etc.

III.4. Impact de la conservation à travers les activités anthropiques

Les forêts denses sèches, y compris la forêt de Tsiombikibo maintiennent les bassins versants du Grand lac Kinkony. Ce lac est en relation avec l'océan, à travers les différentes embouchures du Delta Mahavavy. La baie de Marambitsy se trouve à 22km Ouest du Delta Mahavavy et est caractérisée par sa richesse en ressources halieutiques et en importants produits des mangroves. Avant la collecte de crabe, la pêche est une activité principale de 80% des communautés locales dans cette zone. Ceci traduit une faible pression anthropique ; tel que le défrichement et le feu, dans la partie Ouest de la forêt Tsiombikibo et par conséquent, une faible perturbation de la zone de reproduction des colonies des oiseaux d'eau. Une réussite de la reproduction des *Anatidae* et *Podicipedidae* a été constatée dans les lacs périphériques de Tsiombikibo et de la Baie de Marambitsy.

Quelques espèces endémiques et menacées, tels que *Threskiornis bernieri*, *Ardea humbloti* et *Haliaetus vociferoides* sont protégées, surtout pendant la période de reproduction. Ainsi, la chasse dans la forêt et l'exploitation des bois de mangrove sont affaiblies.



Figure n°04. La réussite de la conservation dans l'AP CMK : (mangrove et groupe de *Threskiornis bernieri*, *Paratilapia polleni* ou « Marakely », *Ardea humbloti* et *Egretta alba*)

Les chiffres ci-dessous sont donnés pour apprécier les résultats de la sensibilisation des populations riveraines pour conservation et la gestion des ressources naturelles renouvelables.

- 80% pêcheurs, 20tonnes/ semaine de produit Halieutique
- 45% pêcheurs de crabe, 14 tonnes/ semaine de crabe
- 08% agriculteurs, 12 tonnes de riz/ an
- 0.1/ha de déforestation dans la partie Ouest de Tsiombikibo
- 0, 12 / ha de coupe de mangrove
- 07 espèces sur 09 oiseaux d'eau endémiques menacée s'y reproduisent.

III.5.Impact des pressions anthropiques

Malgré les résultats sus-cités, l'exploitation minière illicite, suivie des défrichements, effectuée par les migrants, situés au Sud du lac Kinkony, et quelques coupes d'arbres au niveau de la berge de Mahavavy favorisent l'érosion, entraîne l'ensablement de fleuve Mahavavy et la réduction progressive de la profondeur des zones de communication du grand lac Kinkony. De plus, le dépôt de sable affecte les vasières et les mangroves, à travers les différentes embouchures du Delta Mahavavy qui sont des zones de nourrissage des oiseaux marins et limicoles ; Ainsi, les sites d'accueil des oiseaux migrateurs sont exposés au danger. Cette érosion pourrait détruire également les récifs coralliens d'Ambatomazava, nouvellement identifiés en 2016. Une réduction de taux de collecte de crabes et les produits halieutiques a été constatée aux alentours du Delta Mahavavy.

Du côté industriel, les déchets issus de l'usine OUEST-SUCRE affectent le fleuve Mahavavy et rejoignent la mer. On constate l'impact de ces déchets sur les ressources halieutiques. Bref, les ressources marines et ses zones d'exploitation diminuent considérablement et cela pourrait conduire à l'exploitation illicite des mangroves, d'où une menace écologique des zones côtières et les espaces marins.

IV. DISCUSSION ET SUGGESTION

IV.1. DISCUSSION

Pour l'AP CMK, les eaux côtières et marines étaient dominées par les activités liées à la pêche et à la navigation. La population locale n'a pris conscience de la dégradation de ces milieux naturels que très récemment. La protection des écosystèmes terrestres et ses ressources naturelles est très importante pour assurer la vie de tous les êtres vivants dans les écosystèmes côtiers. Ainsi, la prise de conscience croissante sur les relations étroites existant entre la forêt, le lac, le fleuve et son bassin versant, entre le bassin fluvial et le littoral et entre le littoral et les eaux marines, va conduire à une révision du champ et des modes de la gestion côtière et marine de ce complexe zones humides. L'ensemble constitue un milieu naturel remarquable et fragile. C'est la zone où les interactions biophysiques sont les plus fortes, mais le développement humain est primordial, d'où la nécessité du plan de gestion. Le littoral est l'interface entre le fleuve et la zone maritime, il fait partie des deux écosystèmes (terrestres et marins) en question. La rencontre des fleuves et de la mer fournit des ressources naturelles abondantes et une diversité d'habitats naturels.

L'existence de la proposition d'un nouveau projet par la société SIRAMA, sur d'extension de plantation de canne à sucre et d'usine de sucrerie entre le fleuve Mahavavy et le Grand lac Kinkony, accroira certainement l'érosion et la sédimentation de ces habitats naturels, d'où une menace écologique de ces deux écosystèmes terrestres et marins.

IV.2. SUGGESTION

Les relations écologiques, fonctionnelles et économiques entre ces espaces étant de plus en plus évidentes, ce qui nécessite l'implication d'une approche intégrée.

La maîtrise de la cohabitation entre la conservation et le développement est jugée indispensable pour le gestionnaire, afin de maintenir la bonne gestion de ces différents écosystèmes.

La gestion intégrée de ces différents milieux (forêt, eau douce, fleuve, zone côtière et zone maritime) consiste en des orientations, politiques et mécanismes de gestion qui reconnaissent les interrelations entre les trois systèmes, en vue de la protection de l'environnement et du développement socio-économique, afin d'assurer les bases du développement durable.

Enfin, une forte considération de la conservation de la biodiversité avant toute installation des projets industriels est exigé. C'est le cas pour le nouveau projet de SIRAMA à l'intérieur d'une Aire protégée.

CONCLUSION

Les activités anthropiques jouent un rôle important dans l'équilibre entre les deux écosystèmes terrestres et marins. Ce qui nécessite une forte considération des impacts sur toute prise de décision pour garantir le meilleur équilibre entre la conservation et le développement de la population locale

BIBLIOGRAPHIE

Asity Madagascar, 2013. Plan d'Aménagement et de Gestion du Complexe Zones Humides Mahavavy-Kinkony, Région Boeny. Unpubl. Asity Madagascar.

ANDRIMASIMANANA Rado, 2011. Etude des Impacts Ecologiques du Dynamisme Spatio-temporel des Habitats Naturels sur la Faune Menacée du Complexe Zones Humides Mahavavy-Kinkony

RAHASINANDRASANA Béatrice, 2015, rapport final, enquête socio-économique dans la Nap CMK (Rapport non publié, NABU/ Asity Madagascar)

Rachid Amara, 2010 « Impact de l'anthropisation sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes marins. Exemple de la Manche-mer du nord », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne]

SAMOURA Karim, 2010, Impact des activités humaines en zone côtières, Cas de l'écosystème de mangrove de la baie de Sangaréya Guinée.

TSIAVAHANAHARY T, Jorlin, Randrianjafy V, ANDRIAMASIMANA Rado, 2015: importance de l'AP CMK Pour la conservation de *Amauornisolvieri*, JJC.2015 (Antananarivo).

6. Dynamique sédimentaire de la zone estuarienne et marine de Maintirano (Région Melaky): élément de réflexion au développement durable du littoral Ouest de Madagascar

Faustinato BEHIVOKE¹, Aina Le Don NOMENISOA¹, Radonirina L. BOTOSOAMANANTO¹, Fidèle RAKOTONJANAHA¹, Jamal MAHAFINA¹, Mara E. REMANEVY¹, Théodore RAZAKAMANANA²

1: Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Toliara, Madagascar

2: Département de Géologie - Faculté des Sciences, Université de Toliara, Madagascar

1. Introduction

A l'interface entre l'océan et le fleuve, l'estuaire est une zone aquatique du littoral où de nombreux flux interagissent. Guellé et al (2010) affirme que, 60% de l'humanité vivent à l'embouchure des cours d'eau ou sur la frange côtière environnante. Agriculture, pêche, industrie, tourisme et urbanisation sont en compétition dans les deltas et les estuaires. Mais ces territoires représentent également des écosystèmes aussi riches que fragiles.

Dans l'Ouest de Madagascar, la zone estuarienne assure non seulement la connectivité biologique entre la mangrove et la mer, mais également elle est le garant de la navigation maritime vers la zone portuaire. Cependant, avec la crise climatique, l'estuaire subit le phénomène d'ensablement, issu de facteurs naturels (mouvement de la mer et du fleuve) et de facteurs anthropiques (déforestation ou aménagement). Effectivement, l'ensablement des estuaires modifie d'une année à l'autre l'itinéraire habituelle d'accès (d'entrée et de sortie) à l'embouchure. Par ailleurs, il menace également l'hyper-sédimentation de la mangrove. En effet, depuis quelques années, le phénomène de sédimentation suscite une grande réflexion aux différents acteurs (publiques, privés et scientifiques).

Ainsi, pour anticiper et prévenir les futures interventions en termes d'actions environnementales ou de développement, il est nécessaire de connaître la dynamique sédimentaire et de mettre à jour la bathymétrie de la zone estuarienne navigable.

Dans cette étude, notre expertise est encore limitée à l'analyse comparative de la dynamique des sédiments à l'échelle de 20 ans, sur les trois estuaires les plus fréquentés dans la région.

2. Matériels et Méthodes

2.1.Zone d'étude

La zone d'étude se trouve au niveau de trois estuaires (Maintirano, Manombo et Soahany) du littoral de Maintirano dans l'Ouest de Madagascar (Fig.1). Généralement enclavés, ces estuaires sont tous caractérisés par l'existence d'une forêt de palétuviers bordant le chenal.

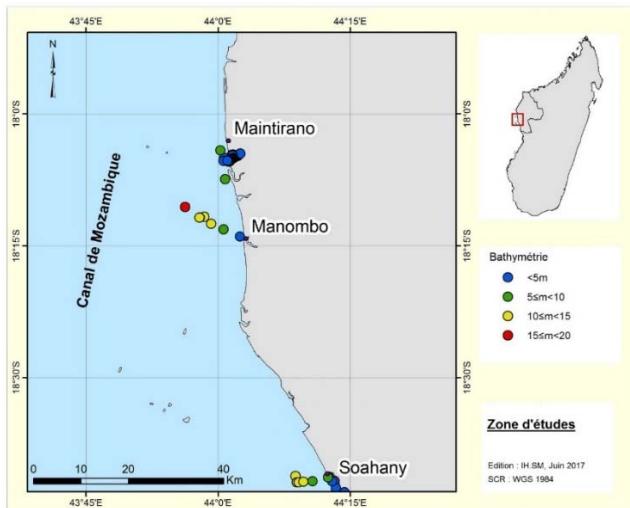


Figure 1 : zone d'étude

L'estuaire de Maintirano se situe proche de la ville et du village de pêcheurs d'Ampasimandroro ; et à 1,8 km (voie navigable) du port.

Les estuaires de Manombo et de Soahany se trouvent respectivement à 20 km et à 78 km par voie maritime au sud de la ville de Maintirano.

2.2. Analyse spatiale et cartographique

Mises à part de l'exploitation de données cartographiques existantes, des images satellites du Landsat_5TM (02 novembre 1997) et du Landsat_8OLI_TIRS (du 08 décembre 2016) ont été acquises afin de spatialiser la dynamique sédimentaire à l'échelle de 20 ans. Les images numériques sont ensuite traitées sous le logiciel QGIS 2.18, en appliquant la correction atmosphérique, la classification supervisée, ainsi que les post-classifications. Ensuite, une analyse diachronique de données spatiales de l'année 1997 et celle de 2016 ont été faites, afin de comparer l'évolution de la sédimentation. Ainsi, pour confirmer les résultats du traitement cartographique, un survol aérien dans chaque site a été réalisé.

2.3. Prospection des sites et observation sous-marine

Pour affirmer la réalité, une observation directe a été effectuée du 22 mai à 01 juin 2017 sur le littoral de Maintirano. Chaque site a été prospecté, en analysant le phénomène de sédimentation et en collectant la profondeur du chenal jusqu'à l'embouchure. A l'aide d'un profondimètre portatif, la profondeur a été enregistrée simultanément avec les coordonnées du GPS, toutes les 60 secondes à bord d'une embarcation motorisée suivant la vitesse de 4 nœuds. Parallèlement, une plongée sous-marine est réalisée pour vérifier globalement le benthos et le type de sédiment.

3. Résultats et discussion

3.1. Analyses diachroniques

Les trois zones estuariennes (Maintirano, Manombo et Soahany) sont très boueuses et sableuses marquant un alluvionnement intense en 1997 ainsi qu'en 2016 (Fig.2).

Les fonds marins du littoral de Maintirano sont vaseux et sablo-vaseux, très turbides et la visibilité est nulle à différentes profondeurs, même à 15 mètres.

Estuaire de Maintirano Estuaire de Manombo Estuaire de Soahany

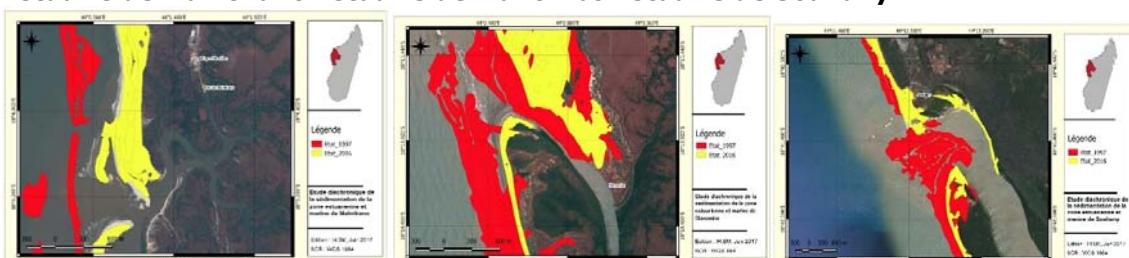


Figure 2 : Mouvement de sédiments entre 1997 et 2016 dans les trois estuaires

Ces embouchures présentent une remobilisation de sédiments relativement forte, du fait de l'apport sédimentaire en amont et de l'érosion marine en aval.

Les apports sédimentaires continentaux ou littoraux sur les côtes malgaches sont parfois très anciens et doivent être rapportés à des processus naturels (Battistini, 1964). Mais, l'accélération actuelle des dépôts sur le littoral, et la modification du trait de côte qui en résulte, doivent être corrélées avec les actions anthropiques les plus récentes (Salomon, 2009). Effectivement, cela est très remarquable vers l'amont de chaque estuaire où la couleur de l'eau est rougeâtre marquant le départ de sédiment vers l'aval. Cela est due principale à l'exploitation du sol non-durable et de la déforestation.

Les fleuves sont les principaux pourvoyeurs de sédiments du littoral et leur charge sédimentaire dépend de l'érosion s'exerçant sur le bassin versant (Salomon, 2009). Bien que les cours d'eau de Namela (à Maintirano), Manombo (à Manombo) et Soahany (à Soahany) sont classés comme des petits fleuves issus du rebord occidental du plateau de Bemaraha (Chaperon et al, 1993), ils jouent toujours le rôle de transporteur de sédiment, en l'occurrence durant la saison pluvieuse et cyclonique. Hervieu (1968) affirme que de nos jours, c'est encore à l'Ouest de Madagascar que les témoins de sédimentation sont les plus étendus et les plus importants, au moins en ce qui concerne les régions littorales, à l'exemple de la Figure 3.

D'après la photo aérienne montrant l'estuaire Maintirano, les deux rives sont généralement sédimentés par du sable. Ce dernier change d'emplacement par l'effet de l'hydrodynamisme marin (vague, courant, marée) et entraîne la modification de la profondeur et de l'itinéraire de navigation. Dans le futur, la sédimentation de l'embouchure dans cette zone pourrait devenir une contrainte logistique au transport maritime.

Les grands travaux portuaires, la construction d'ouvrages, de digues et l'édification de barrages sur les cours d'eau sont autant de modifications du milieu qui ont un impact sur les flux des sédiments. Ils viennent alors souvent modifier voire déstabiliser les équilibres sédimentaires (Colas, 2007). Ainsi, face au projet de développement, des infrastructures pourront être mise en place. Afin d'éviter d'autres problèmes environnementaux, il faudrait approfondir l'étude sédimentologique tout en impliquant le concept de la GIZC (Gestion Intégrée de la Zone Côtière).



Figure 3 : Vue aérienne de la zone estuarienne de Maintirano

3.2. Bathymétrie

Chenal de Maintirano : Bien que l'embouchure est fortement ensablée, la profondeur dans le chenal est très variable (de 1,2 m à 9,3m) jusqu'à l'embouchure.

Chenal de Manombo : Même si la partie nord de l'estuaire de Manombo reste toujours ensablée par rapport à la partie sud où la côte dunaire devient plus rectiligne. C'est une zone sableuse faiblement pentée vers la mer donnant un relief quasiment plat où la profondeur du chenal est inférieure à 5m.

Chenal de Soahany : Malgré la forte érosion et d'accrétion dunaire sur la côte, c'est une zone estuarienne avec un grand chenal navigable dont la profondeur est inférieure à 5m.

4. Conclusion

Dans l'Ouest de Madagascar, dans la Région Melaky, on peut dire que la zone estuarienne est considérée, non seulement comme le "poumon" de l'économie locale, en raison du transport maritime traditionnel ou moderne, mais également la "porte" de l'eau de mer, pour la mangrove et pour les espèces associées qui font généralement l'objet de gestion ou de conservation. Ainsi, face au phénomène d'érosion et de sédimentation, cette étude a permis de comprendre la dynamique sédimentaire dans les trois estuaires dont : Maintirano, Manombo et Soahany.

Les trois zones estuariennes sont très boueuses et sableuses, marquant un alluvionnement intense en 1997 ainsi qu'en 2016. Ces embouchures présentent une remobilisation de sédiments relativement forte, du fait de l'apport sédimentaire en amont et de l'érosion marine en aval.

La dynamique sédimentaire est aussi remarquable dans le Sud-Ouest de Madagascar auquel on observe l'accumulation de sable au niveau des embouchures favorisant la dunification et menaçant les écosystèmes littoraux par l'ensablement.

Les analyses diachroniques 1997 et 2016 montrent, en général, une érosion côtière ; en effet la protection des côtes est nécessaire sauf endiguement.

Pour que le projet de développement sur ce littoral soit durable, il faudrait anticiper les risques. Donc, il est primordial de connaître la dynamique de la sédimentation. Ainsi, les données spatiales et cartographiques de cette étude en sont des éléments de réflexion.

Références bibliographiques

Battistini, R., 1964. L'Extrême Sud de Madagascar, Etude géomorphologique, Tome I : le relief de l'intérieur, Tome II : le littoral. *Thèse de Doctorat*. Editons CUJAS, CNRS, 621 p.

Chaperon, P., Danloux, J., Ferry, L. (1993) Fleuves et rivières de Madagascar. *ORSTOM Editions*, Pp 585.

- Colas, S., 2007. Analyse statistique et cartographique de l'érosion marine, *Territoires - les dossiers IFEN n°6.* 39 p
- Guellé, L., Guerrier, C., Marcault, L., 2010. Inventaire et classification des deltas et des estuaires de France et du Monde, p24
- Hervieu, J., 1968. Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical. *Memoires ORSTOM n°24.* 454 p
- Salomon, J.N., 2009. L'accréation littorale sur la côte Ouest de Madagascar, *Physio-Géo[En ligne]*, Volume 3 | 2009, mis en ligne le 26 mai 2009, consulté le 26 juillet 2017. URL : <http://physio-geo.revues.org/671>; DOI : 10.4000/physio-geo.671

7. Les Algues Marines dans la région de Nosy-Be

IJO Maho Elia¹, Bakary Gisel, Phillippe Jacque, ABOUD Roger, TONISSA Sergio

INTRODUCTION

Les algues de Madagascar sont mal connues et très peu d'espèces sont recensées jusqu'à aujourd'hui, surtout dans la zone Nord-ouest de Madagascar. Ainsi, seules 308 espèces (47 Phaeophyceae, 67 Chlorophyceae, 199 Rhodophycéae, (Guiry et Guiry 2012)) sont connues pour tout Madagascar. Alors que Nosy-Be en tant qu'île, offre une grande potentialité en matière d'algues.

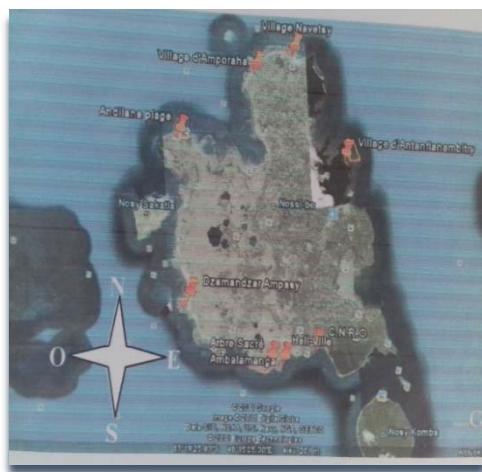
Les algues sont les éléments écologiquement essentiels dans l'écosystème récifal. Elles constituent un habitat clef pour de nombreuses espèces de poissons, invertébrés marins et contribuent à l'élimination du CO₂ et production d'O₂, par le biais de la photosynthèse.

L'objectif de cette étude est de contribuer à la connaissance de la diversité spécifique des algues et d'établir une base de données sur les algues disponibles.

II-Méthodologie

Description des zones d'étude

Pour cette étude, nous avons effectué une série de descentes sur terrain avec 3 techniciens. Pour ce faire, nous avons adopté la méthode de transect LIT et observation en apnées pour évaluer la richesse des stations visitées et quantifier les données, par la technique de comptage. La bibliothèque du CNRO et autres documents ont été utilisés afin de permettre l'identification des espèces d'algues présentes dans ladite zone.



III-Résultats

Nous avons prélevé 45 espèces d'algues :

- 18 espèces appartenant à la classe de chlorophycées (Algues vertes),
- 17 espèces de Rhodophycées (Algues rouges)
- 08 espèces de Phéophycées (Algues Brunes)
- 02 espèces de Cyanophycée (Algues bleus) réparties dans 21 familles et 23 genres.

III-1 Quantité d'espèces par classe

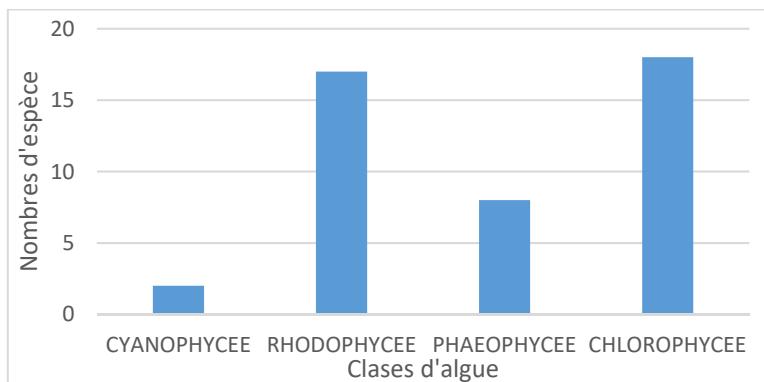


Fig. 1- Nombre d'algues rencontrées par classe

La figure ci-dessus nous démontre que la classe d'algues des Chlorophycées est le plus élevée dans la région de Nosy-Be suivi des Rhodophycées. Les Cyanophycées sont les moins représentées.

III-2-Espèces rencontrées

Les algues bleues (CYANOPHYCEE)

Lyngbya majuscula



Les algues rouges (RHODOPHYCEE)

Galaxaura fasciculata



Galaxaura obtusata



Galaxaura rugosa



Gracilaria cornea



Gracilaria corticata



Gracilaria salicornia



Halymenia durvillei



Amphiroa anceps



Amphiroa rigida



Amphiroa tribulus



Jania adhaerens



Jania capillacea



Jania pumila



Hypnea hamulosa



Acanthophora spicifera



Digenea simplex



Les algues brunes recensées (PHAEOPHYCEE)

Sphacelaria rigidula



Dictyota dichotoma



Padina boryana



Padina tetrastromatica



Colpomenia sinuosa



Turbinaria conoides



Turbinaria decurrens



Turbinaria ornata



Les Algues vertes recensées (CHLOROPHYCEE)

Enteromorpha kylinii



Ulva reticulata



Ulva rigidula



Ulva rigidula



Chaetomorpha indica



Boergesenia forbesii



Dictyosphaeria cavernosa



Dictyosphaeria versluysii



Ventricaria ventricosa



III-3-Richesse spécifique par site

Valonia aegagropil



Valoniopsis pachynema



Valoniopsis pachynema



Halimeda opuntia



Halimeda tuna



Halimeda simulans



Caulerpa sertularioides



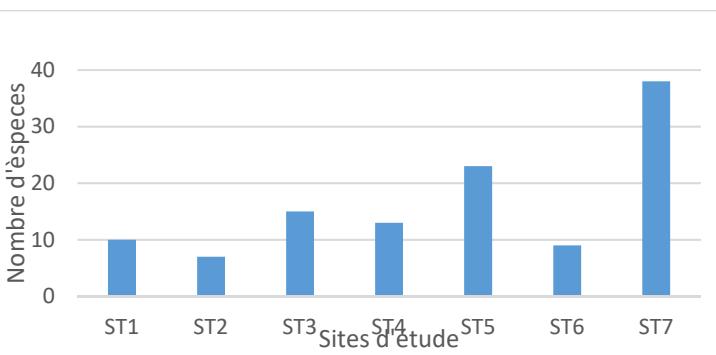
Avrainvillea erecta



Udotea orientalis



Neomeris vanbosseae



En ce qui concerne les espèces d'algues recensées, la partie Nord -Est et Nord-Ouest de l'île présente la plus grande biodiversité spécifique par rapport à la partie Sud de l'île.

IV-CONCLUSION

A partir de cette base de données sur les algues marines, cette étude a pour objectif de mettre en lumière et de valoriser les zones préférentielles pour la production d'algue dans l'avenir leurs propriétés intéressantes pour la recherche de principes actifs et la découverte des molécules innovantes, ce qui élargira les perspectives industrielles reposant sur des bases scientifiques. Ainsi, une culture d'algues, respectant l'environnement, pourrait être envisagée.

BIBLIOGRAPHIQUES

Burrowes R., 2002. Le monde des algues. La garance voyageuse 57 : 8-12.

Carlucci M. J., Ciancia M., Matulewicz M.C, cerezo A.S., Damonte, E.B., 1999. Antiherpetic activity and mode of action of natural carrageenans of diverse structural types. *Antiviral Research* 43 : 93-102.

Lamouroux J. V. F., 1813. Essai sur les genres de la famille des Thalassophytes non articulées. In annales du Muséum d'Histoire naturelle. Dufour, C. eds., France, 118P.

8. Utilisation de mécanismes d'incitation centrés sur les communautés pour conserver les dugongs et les herbiers marins

Lala RAKOTOARIMINO¹, Patricia Z. R. Davis²

¹ Conservation Centrée sur la Communauté (C3) Madagascar, Antanarivo, Madagascar, ² Community Centred Conservation (C3), London, UK

Introduction :

Le Parc marin Nosy Hara est un site reconnu d'importance régionale et internationale et a été identifié comme des domaines prioritaires avec un nombre élevé d'observations du dugong (WWF-EAME 2004) (WWF Marine Ecoregional Assessment, CI Seascape), confirmé par l'évaluation rapide de Dugong par C3 en 2010. Le Dugong (Dugong dugon) est classe (VU) selon la classification de l'IUCN.

Le projet consiste à établir la gestion de l'écosystème marin et impliquer la communauté pour conserver le dugong et les herbiers marins grâce à des incitations.

Le projet formera les MNP (Madagascar National Parks) Rangers et les communautés et pêcheurs sur le rapportage des observations de dugong et leur relâchement dans le cas des captures accidentelles et d'observation des pêcheurs, programme de récupération des échouages. Des mécanismes d'incitation pour promouvoir la conservation des Dugongs sont mis en place.



Méthodes :

Pour la mise en œuvre du mécanisme d'incitation centré sur la communauté pour la conservation de Dugong et herbiers, différentes activités ont été élaborées :

- Mise en place de système de rapportage, dont les membres sont les Comités Locaux du Parc NosyHara et les Conservation Ambassadors.
Ce Comité se réunit par village tous les mois, ce système est actif au niveau de 20 villages du Parc marin NosyHara. Nous utilisons un formulaire de rapportage des observations de Dugong, avec une carte avec laquelle les pêcheurs indiquent l'emplacement où ils ont observé les Dugongs et cette carte sera marquée de points.
- Des évaluations sont effectuées tous les six mois et des changements sont effectués sur le système. Comme la population de Dugong est faible et insaisissable, ce sont les pêcheurs qui observent généralement ces animaux pendant leurs activités de pêche, en particulier autour des petits îlots de NosyHara.
Des visites médicales ont été fournies aux villages qui sont les plus assidus pour rapporter les observations, les hotspot de Dugong et les herbiers marins. Des équipements scolaires ont été fournis également, des activités génératrices de revenus ont été développées afin de les inciter davantage à conserver les Dugongs et les herbiers marins.
- Un programme de sensibilisation et éducation de masse a été également mis en place, à travers les Juniors Ecogardes et conservations Ambassadors.
Ce sont des volontaires formés par l'organisation d'appui de Madagascar National Parks NosyHara, C3, pour être des éducateurs pairs au sein de leur communauté.
- Mise à jour mensuelles de la base de données des observations de Dugongs
- Des suivis réguliers des états des herbiers marins sont effectués

Les principales activités du Projet consistent à :

- Etendre le nombre de Junior Ecoguard (JE) au nombre de 100.
- Former les JE à la production de matériels IEC et à l'utilisation de Toolkit environnementaux.
- Former 40 les ambassadeurs de la conservation (CA) dans la région NosyHara pour soutenir les activités de sensibilisation pour les dugongs et la protection des herbiers.
- Sensibiliser les pêcheurs à relâcher des dugongs capturés, surveillance des herbiers marins et les pêches illégales
- Surveiller et collecter des données annuelles sur la santé des herbiers marins à partir de quatre sites clés de dugong.
- Établir deux entreprises de pêche sociale.

- Equiper quatre écoles locales.
- Fournir des services médicaux réguliers à des sites hotspots de dugongs et herbiers marins

Résultats :

Les résultats de ce mécanisme d'incitation centré sur les communautés pour la Conservation de Dugong et herbiers marins ont apporté les résultats suivants :

- 45 observations de dugongs, depuis février 2012 à Février 2017,
- Système de rapportage actif au niveau de 20 villages coordonnées par les Conservation Ambassadors, Madagascar National Parks NosyHara, C3
- 40 Conservation Ambassadors & 88 Junior Ecoguards sélectionnées et formées dans la Région NosyHara
- Elevage de canards établi au niveau de 2 villages, 7 visites médicales effectuées avec le Médecin et la Sage-femme pour les communautés enclavées du Parc.
- 2 Ecoles équipées en fourniture et livres, matériels IEC produits par C3 : Manuel des Junior Ecoguard, posters, panneaux d'informations, postcards, Dugong t-shirts,
- Zéro mortalité de dugong, inexistence d'infraction sur les mangroves et herbiers marins, inexistence d'activités de pêche illégales

Conclusion

C3 Madagascar a travaillé dans le Parc marin NosyHara et dans le Nord de Madagascar depuis 2009, et le Dugong est parmi les espèces cibles de conservation. L'existence de cette espèce emblématique dugong bénéficie pour une large population de la biodiversité marine et le développement de la communauté locale.

Nos efforts s'étendent également au niveau mondial, à travers les organisations de conservation de la biodiversité marine depuis que C3 a coordonné la première réunion régionale de l'UNEP-CMS Dugong, dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien dans la capitale de Madagascar, en 2011.

Perspectives

Les données analysées seront rapportées sous forme d'un bref rapport sur le statut des Dugongs au niveau du Parc marin de NosyHara. Jusqu'à maintenant notre base de données a enregistré 18 Dugongs vivants ont été observés, au niveau de 6 emplacements, et deux sites ont observé des mères avec leurs petits.

Le questionnaire de CMS aux pêcheurs sur les observations de Dugongs en 2010, sera répété afin de comparer l'évolution de la situation pendant 7 années.

Bibliographie

Rapid Assessment of Dugong and their Seagrass habitat in Northern Madagascar. A report submitted to the Convention on Migratory Species of Wild Animals (CMS) Secretariat, Abu Dhabi, C3 Madagascar and Indian Ocean Islands Programme 2010.

WIOMSA CMS Special Session Dugong. Summarising of Dugong Research in MGM up to 2010-2011

Study of Interaction between Fisherman and Dugongs (DugonDugon), in the Nosy Hara Marine Parks Madagascar, carried out in partnership with C3 Madagascar, September 2010

The GEF Dugong and Seagrass Conservation Project : "Enhancing The Conservation Effectiveness of Seagrass Ecosystems Supporting Globally Significant Populations of Dugongs Across the Indian and Pacific Ocean Basins"

WIOMSA newsbrief March- 2011

Dugongs for Life Engaging Malagasy communities in Marine ecosystem stewardship project

Final Report:Dugongs for Life Engaging Malagasy communities in Marine ecosystem stewardship project

Efforts entrepris par Conservation Centrée sur la Communauté C3 Madagascar (Juillet 2013)

Patricia Z.R Davis and Donna Kwan, 2011. Historic technical meeting on dugong research and conservation held in Madagascar_newsbrief

Bunce, L., Townsley, P., Pomeroy, RS. And Pollnac, R., 2002. Socioeconomic manual for coral reef management. Australian Institute of Marine Science, Queensland, Australia, 251pp.

Cinner, J., Fuentes, M., and Harding, S., 2006. A baseline socio-economic assessment of marine protected areas in Madagascar. Wildlife Conservation Society.

Fritz-Vietta, Nadine V M, Christine Röttger, Susanne Stoll-Kleeman. 2009. Community-based management in two biosphere reserves in Madagascar – distinctions and similarities: What can be learned from different approaches? Madagascar Conservation & Development 4(2): 86-97

Goodman, S.M. & Benstead, J.P, 2003. The Natural History of Madagascar. The University of Chicago Press, Chicago.

Green, E.P. and Short, F.T., 2003. World Atlas of Seagrass. UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkely, USA.

Metcalfe, J., Rapeliarson, C., Grey, A., Sondrotra, H., Calynes, T., Andranurina, R., Hampson, A., 2000. Nosy Hara-Radama Islands Survey Initiative Final Report. Unpublished

Obura D., Di Carlo, G., Rabearisoa, A. and Oliver, T, 2011. A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Coral Reefs of Northeast Madagascar. Conservation International.

9. Les vorombe : dieux propriétaires et protecteurs de la mer chez le vezo saramasay. Canal de mozambique - Madagascar

RABEKOTO Andrinjarisoa Heritiana¹, YOUSOUUF JACKY Ibrahim Antho²

¹ Faculté des Lettres et des Sciences Humaines et Sociales. Ecole Doctorale Thématische Lettre-Humanité et Indépendance Culturelle. Université de Toliara.

² Faculté des Sciences. Département des Sciences Biologiques. Université de Toliara.

Mots-clés: Dieux, mer, propriétaire, protecteur, Vezo Saramasay, Vorombe.

Chaque culture a son Dieu. Les Vorombe sont les dieux de la mer du canal de Mozambique, de la côte Sud-Ouest de Madagascar, à savoir : *Voromalio*, *Vorofoty*, *Vorosalama*, *Akoholahivola*, *Zafindravola*, *Raberofarofa*, *Maroàname*, *Ndriandava*, *Reliahaly*, et autres. (RABEKOTO, 2015). Ils sont propriétaires et protecteurs de la mer. La présente recherche qui a pour objectif principal de connaître le rôle des Vorombe à la protection et à la conservation de la biodiversité marine. Cette recherche vise 3 objectifs spécifiques dont : (1) l'identification des dieux de la mer et leur rôle respectif face à la culture marine ; (2) la détermination de la communication des Vorombe au peuple pêcheur; et enfin (3) l'exploration de messages clés à la protection de la biodiversité marine.

La réalisation de cette recherche exigeait l'adoption de deux approches méthodologiques dont : l'observation directe de *sorombe* qui reste une méthode importante à cette recherche anthropologique, elle recèle de nombreux indices révélateurs: des non-dits, des expressions du visage, un style de formulation, l'influence du milieu. Puis, les interviews auprès de personnes ressources, en adoptant la Méthode Accélérée de Recherche Participative (MAR), ont eu pour but de collecter des informations sur les sujets.

Durant l'investigation, huit *Mpizeky* ou possédés dont un, à la possession des *Tromba* et sept des Vorombe ont été interviewés, puis trois différents responsables directs relatifs au *soro* ou offrande consacrée aux Vorombe, ainsi que trois femmes dans le groupe des chanteuses de chant rituel *sorono*. Deux focus groupes ont été réalisés auprès des deux familles du clan *Vezo Saramasay* dont l'une des adeptes de Vorombe et l'autre d'une famille luthérienne.

Rôle des dieux de la mer face à la culture marine

Tous les ancêtres sont tous des *lulu* (DOMENICHINI, 2014). Toutefois, les Vorombe sont différents des autres *lulu*, ce sont des anges originaires de la mer rouge (Com pers Zamabe, un *tromba* grand buveur du *toa-mena*, 2007). Ils sont considérés comme ancêtres des *Vezo Saramasay*, tributaires de la mer d'une génération à une autre, natifs du village de Lovokampy I, au sud de l'embouchure de l'*Onilahy*. En les observant, ils parlent le dialecte *vezo* quand ils possèdent un *Mpizeky* ou un possédé, l'un d'eux réclamait en arrivant: « *Eka aka ! Eka aka ! Zaho razanao aka ! Zaho razanao aka !* »⁹. C'est-à-dire : « Oui ! Oui ! Je suis ton ancêtre ! Je suis ton ancêtre ! » C'est une expression pour confirmer avec certitude qu'il est l'ancêtre de *Vezo*. Malgré cela, ils sont les maîtres de l'environnement marin: de la richesse biologique marine à leur exploitation. De cette raison, les pêcheurs *Vezo* communiquent avec eux pour dissiper les anomalies de la vie quotidienne (KOECKLIN, 1975) basée sur la mer (accidents, rendement non satisfaisant de la pêche, de la collecte des produits de la mer, et autres).

Communication avec les Vorombe

Les *sorombe*, notamment *sorontao* et *sorontao manelo* sont deux cérémonies de sacrifice consacrées à l'adoration des Vorombe et à l'échange de confidences avec eux. Ils présentent l'idéologie religieuse polythéisme du peuple pêcheur relatives à la communication avec la mer. Le *sorontao* est une cérémonie pour rendre hommage aux Vorombe, au moment de *volam-paharoe* (deuxième mois) et du

⁹ C'est une expression d'un Vorombe à la possession d'un ami possédé de *Tromba* apparu lors de notre visite de l'île de Nosy ve Anakao en 1997.

volam-pahaene (sixième mois) du calendrier lunaire vezo, bien que le *sorontao-manelo* est un rite de repenti qui se déroule les mois pairs : le *volam-pahaefatra*, le *volam-pahavalo* et le *volam-pahafolo*, pour demander l'absolution des Vorombe en cas de faute majeure.

Durant la pratique rituelle, la communication directe avec les Vorombe se déroule dans quatre lieux différents, suivant la chronologie de la cérémonie: à la maison des Vorombe, au bord de la mer, à la grotte et se termine à l'arbre « *Tamarindus indica* », sacré comme Ankilizory à Lovokampy I.

Trois groupes d'adeptes sont présents suivant leurs fonctions, le premier est le groupe des hommes responsables au niveau de l'offrande dont le *Mpitankazomanan'ny Vorombe* ou le *Mpisoro* ainsi que ses adjoints appelés *Fahatelo* et celui qui se charge la cuisson nommé *Mpitaky*. Le *Mpitakazomangan'ny Vorombe* est le seul ayant le pouvoir de s'adresser la parole aux Vorombe durant la cérémonie. La deuxième est le groupe des possédés ou *Mpizeky*, canal de communication des Vorombe vers les adeptes. Et le troisième constitue le groupe d'assistants dont les familles d'adeptes, les invités et les lignages de détenteurs des Vorombe qui pratiquent le chant rituel *soronoke*. Ce chant est réalisé par le groupe féminin durant la pratique rituelle, dirigé par une vieille femme, leader vocal qui maîtrise bien le temps ainsi que le rythme, à l'aide de claquement de deux mains.

Messages clés à la protection de la biodiversité marine

Durant ces événements, ces Dieux transmettent directement par le biais de *Mpizeky* des messages clés relatifs à la protection de la biodiversité marine aux *Mpitakazomangan'ny Vorombe*. Ces derniers les communiquent aux *Vezo Saramasay*, sous forme de tabous ou *faly*, à citer :

- le jour néfaste pour la pêche (Dimanche),
- l'espace marin sacré (les alentours de la grotte sous-marine d'Anandria),
- les tabous relatifs aux poissons : le *Soroboa* « *Charcharhinus iranzae* ».

Quand on parle de tabou, l'activité de pêcheur vezo a sa limite. Ce concept est une recommandation traduit par des interdictions : « Ne fais pas ceci! Ne touche pas cela! Ne va pas là-bas ! Ne marche pas par ici! Ne le mange pas! N'y travaille pas, c'est *faly* ». Ainsi, le respect des tabous fait partie des us et coutumes des *Vezo Saramasay*. La gestion et les exploitations des ressources marines sont réglées par les tabous, le non-respect entraîne une malédiction du village tout entier. Le *Vezo Saramasay* respecte les tabous et les considère parmi les lois dictées par les Dieux de la mer « *Vorombe* ».

Les Vorombe, Dieux de la mer chez le *Vezo Saramasay*, jouent des rôles principaux pour la protection et la conservation de l'environnement marin. Les *sorombe Vorombe* sont des cérémonies permettant la commuication avec les Dieux. Elles nous permettent de leur rendre hommage et de recevoir des messages clés sous forme de tabous relatifs à la protection de la biodiversité marine. A la différence des lois religieuses, la loi du tabou n'ordonne jamais l'action, mais le refus. Nous pouvons dire aussi que ce n'est pas une convention, c'est une imposition. Il présente aussi la différenciation entre l'Homme et l'animal.

La cérémonie de *sorombe Vorombe* est actuellement menacée par les activités économiques et l'adoption des autres idéologies culturelles telles que le christianisme, la modernisation et la mondialisation. La transformation de site cultuel ou patrimoine culturel immobilier en site touristique est l'une de la pression. Malgré tout, le *soron-tao* est parmi les moyens pertinents pour la bonne gouvernance des ressources halieutiques, conduisant à l'enrichissement de la biodiversité marine et l'exploitation pérenne de celle-ci.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DOMENICHINI J.P., «Vazimba et esprits *helo* : la profondeur chronologique», in D. BURGUET et O. LEGRIP-RANDRIAMBELO (coord.), *Etudes Océan Indien. Autour des entités sacrées*, Inalco (Paris), 2014, n° 51-52, pp. 17-46.

KOECKLIN Bernard, *Les Vezo du sud-ouest de Madagascar, contribution à l'étude de l'écosystème de semi-nomade*, Paris, Mouton, 1975, 243 p.

RABEKOTO Andrinjarisoa Heritiana, *Ny soronàname amy Vezo Tsivoky ao Ianantsono (Saint-Augustin) Atsimo Andrefan'i Madagasikara. [Le sacrifice pour l'enfant chez le Vezo Tsivoky d'Ianantsono (Saint-Augustin) Sud-Ouest de Madagascar]*, Mémoire de maîtrise en Anthropologie. Université de Toliara, 2015, 115 p

10. Dénombrement et identification des requins baleines à Nosy Be, dénombrement des baleines d'Omuras Nosy Be, détermination de l'abondance

SOURISSEAU Elina, Stella Diamant, Fadia Al Abbar, Jens Paulsen, Arthur Guillemain d'Echon, Tanguy Guillemain d'Echon, Simon Pierce & Jeremy Kiszka - Association MADA MEGAFAUNA

Les requins baleines se rassemblent en groupe pour se nourrir dans les eaux côtières, dans certains pays de l'ouest de l'Océan Indien, comme au Mozambique, en Tanzanie et aux Seychelles. Malgré la popularité du tourisme autour du requin baleine à Nosy Be, à l'exception d'une étude de courte durée réalisée en 2007 et basée sur des enquêtes, aucune étude scientifique ne s'est intéressée au requin baleine à Madagascar. Le *Madagascar Whale Shark Project*, un effort collaboratif entre Baleines Ass'eau (actuellement dénommé Mada-Megafauna), Marine Megafauna Foundation et Florida International University, a été créé en 2016. La première saison de collecte de données en mer s'est réalisée entre septembre et décembre 2016.

Nous avons effectué 81 sorties en bateau, entre Septembre et Décembre 2016, et enregistré 169 rencontres avec des requins baleines, avec une moyenne de 1.9 requin baleine rencontré par sortie. La majorité des observations ont été réalisées dans la baie entourant les îles de Sakatia, Tanikely et la Grande Terre, au sud-ouest. Les requins baleines sont habituellement rencontrés en comportement d'alimentation, notamment en association avec des thons et bonites (*Euthynnus affinis* notamment). Leur régime alimentaire est encore méconnu dans les eaux de Nosy Be. Cependant il semblerait qu'ils se nourrissent de poissons pélagiques (dont les thons se nourrissent également), ainsi que du krill (Euphausiacea), la principale source de nourriture pour le rorqual d'Omura (*Balaenopteraomurai*). Nosy Be pourrait accueillir une population de requins baleines d'une importance régionale et globale. Ainsi, nous avons identifié 85 individus différents en 2016, dont 3, déjà rencontrés avant le début de la saison en Août 2016. La majorité de la population est de sexe mâle (77.6% des 165 requins pour lesquels le sexe a été identifié). La taille des requins varie de 3.5 à 8m en longueur, avec une moyenne de 6m de longueur totale. Le nombre total de requins baleines identifiés depuis 2015 reste inconnu dû à des variations dans la qualité des photos d'identification.

Même si la plupart des requins baleines ont été observés à une seule occasion (n=47) durant la saison 2016, 29 individus ont été vus à plusieurs reprises durant la saison. Par exemple, MD-151 « Michel » (Figure 2) a été observé à 16 reprises, MD-028 « Flore » a été vue 8 fois et MD-039 « Raymond » 5 fois. Certains requins ont déjà été identifiés en 2015 (n=17) et un requin avait déjà été identifié en 2012 (documenté par un plongeur qui a mis la photo en ligne sur le Wildbook for WhaleSharks, www.whaleshark.org).



Fig.2. MD-151, requin baleine de 5 mètres connu sous le nom de « Michel »

Huit balises satellites (SPOT-5) ont été déployées durant la saison, les requins équipés mesuraient de 4 à 7.5 mètres de longueur, dont six mâles et deux femelles. Les individus équipés semblent être restés dans les eaux de Nosy Be durant toute la saison 2016, s'éloignant de Nosy Be à la fin du mois de Décembre (Figure 3), ce qui coïncide avec nos observations visuelles. Une des balises transmet toujours ; le dernier signal a été reçu en Mai 2017.

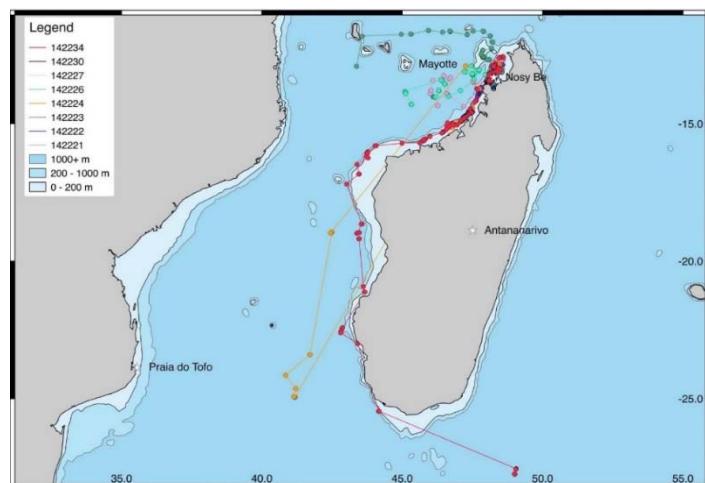


Fig. 3. Trajets respectifs des requins baleine équipés de balises Argos (SPOT-5) après 150 jours.
Chaque couleur représente un individu différent.

Lors de la saison 2016, nous avons également initié un programme de collecte de biopsies qui permet la réalisation d'analyses génétiques (structure de population, connectivité des agrégations dans l'océan Indien), de régime alimentaire à travers l'utilisation des isotopes stables du carbone et de l'azote et des acides gras. Durant la saison, 23 biopsies ont été collectées (d'individus différents). Des échantillons additionnels de bonites, plancton et krill ont aussi été récoltés.

Un nombre relativement important de requins baleines présentent des cicatrices, avec 38.8% d'entre eux présentant des blessures mineures ou cicatrices anciennes sur leurs flancs, ainsi que leurs nageoires pectorales ou dorsales, probablement dues à des interactions avec les bateaux.

Le tourisme autour du requin baleine se développe à Nosy Be, capitale touristique à Madagascar. Plus de 7 bateaux étaient présents en même temps à certaines occasions lors de la saison 2016, incluant plusieurs opérateurs non identifiés.

Un code de conduite ainsi que des recommandations en matière de sensibilisation ont été proposées par Dr. Simon Pierce et un code de conduite a été proposé aux opérateurs.

En conclusion, la première saison de terrain du MWSP nous a permis de constituer de solides bases scientifiques pour développer l'étude et la conservation du requin baleine à Nosy Be et à Madagascar de manière plus générale. Nosy Be semble représenter une zone très importante pour cette espèce aujourd'hui classée comme «en danger» par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). La population, en majorité composée de mâles, est présente dans les eaux de Nosy Be entre septembre et décembre. Au-delà de la réalisation d'études scientifiques qui vont se développer à Nosy Be en partenariat avec les autorités de Madagascar et le CNRO, nous souhaitons développer des outils qui permettront d'assurer un développement durable des activités d'écotourisme marin à Nosy Be. Enfin, nous allons également prendre contact avec les universités malgaches et impliquer les étudiants dans le cadre de leurs études universitaires.

Nous remercions Mamy Rajaonarivelo, Boris Andrianantenaina et Gisèle Bakary du Centre National de Recherches Océanographiques (CNRO), pour leur aide administrative. Salvatore Cerchio, Chris Rohner, ClarePrebble et Alex Watts pour leur support technique.

Juliet, Julien, Patrick, Fernand et Frank pour leur coopération à bord, et l'équipe de Chez Senga.

La Fondation PADI a financé la saison 2016, avec des financements additionnels de deux organisations privées, la Shark Trust, Aqua-Firma et IDEA WILD.

Contact: stella.diamant@marinemegafauna.org

II- CHANGEMENTS GLOBAUX, SUIVI ECOLOGIQUE

11. La dynamique écologique de la mangrove : cas d'Antsanitia

Fenozo Heritiana ANDRIAMANANTENA, Zolalaina ANDRIAMANANTENA, Hery Lisy Tiana RANARIJAONA,

Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels, Université de Mahajanga,

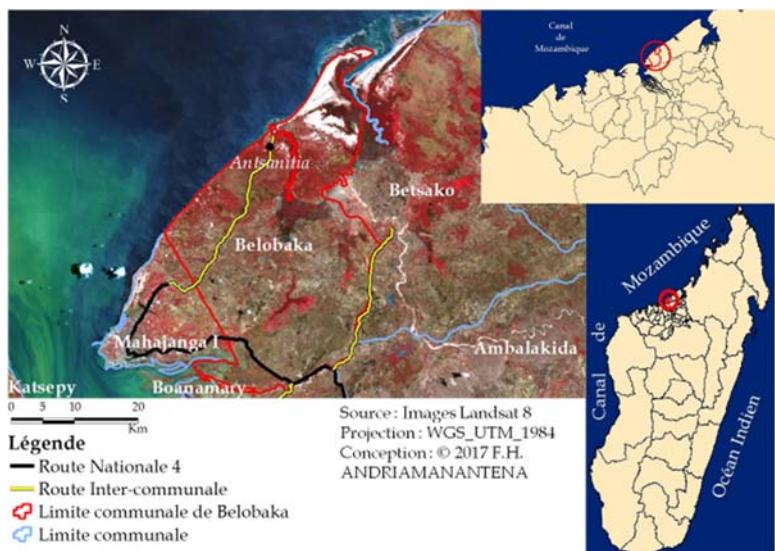
I. CONTEXTE

Les mangroves sont un écosystème des littoraux tropicaux (Iltis, 2015 et 1994) qui présente à la fois des intérêts écologiques et économiques (IUCN, 2000 et Rakoto et al., 1993). La mangrove est la plus productive des écosystèmes biologiques du monde. Ces écosystèmes constituent un lieu de nurserie et d'habitat pour l'alimentation de nombreuses espèces de conservation et d'importance commerciale. Ils peuvent aussi être des sites écotouristiques. A Madagascar, une grande superficie se trouve surtout sur la côte occidentale de l'île, y compris Antsanitia. Des pressions anthropiques y pèsent. Comme il n'y a pas des études faites sur ce milieu, la question se pose : est-ce le cas pour la mangrove d'Antsanitia et comment évolue-t-elle dans un contexte touristique ? Faire connaître l'écologie et l'évolution de l'écosystème de ce lieu répond à cette question.

II. METHODOLOGIE

II.1. Situation géographique d'Antsanitia

La zone d'étude d'Antsanitia, site complexe écotouristique se trouve dans la Région Boeny sur le littoral Nord-Ouest de Madagascar. Antsanitia se situe entre 15° 33' à 15° 34' de latitude Sud et 46° 25' à 46° 26' de longitude Est. Il se trouve à 20km de la ville de Mahajanga. Du point de vue administratif, Antsanitia appartient à la Commune Belobaka dans le District du Mahajanga II, Région Boeny. (Andriamanantena, 2015)



Carte 1. Carte de localisation d'Antsanitia

II.2. Relevés écologiques

La prospection en pirogue, en bateau et/ou à pieds est une méthode pratique, nécessaire pour se familiariser avec la végétation et ses caractéristiques écologiques.

Les espèces floristiques de l'amont vers l'aval de la rivière de Morira ont été recensées. Pour les relevés écologiques, l'emplacement a été choisi suivant l'accessibilité, le degré d'anthropisation et la représentativité des milieux. Le transect suit une ligne de 10m x 100 m étendus à travers la végétation, subdivisé en carrés contigus de 10m x 10m et discontinu ou continu (Duvigneaud, 1980 et 1946). Ce transect est perpendiculaire au chenal et la mer. La méthode de placeau permet d'apprécier la dynamique de croissance des individus mais aussi de déterminer les espèces associées à l'espèce cible dans une zone homogène sur une surface de (50 x 20 m²) subdivisée en 10 placettes de 10m x 10m (Braun-Blanquet et al., 1952). Pour chaque relevé, on a noté les paramètres géographiques (localisation, coordonnées géographiques, orientation et exposition) et les paramètres floristiques et physionomiques (nom scientifique, nom vernaculaire, diamètre et hauteur maximale de tous les individus).

II.3. Approche par télédétection

Les images LANDSAT 8 Operational Land Imager (OLI) / Thermomètre infrarouge thermique (TIRS) Collection 1 (C1) Level-1 (<https://landsat.usgs.gov/>) acquises en octobre 2016, 2015, 2014 et 2013 ont été utilisées pour notre travail de recherche. Ces images permettent de faire la classification, de savoir l'évolution de l'occupation du sol, plus précisément la mangrove de ce milieu. Des travaux sur terrain en prenant les coordonnées à l'aide d'un Global Positioning System (GPS) pour savoir les différentes classes d'occupation du sol et du traitement des données sont les méthodes de la télédétection.

III. RESULTATS

III.1. Caractéristiques de la mangrove d'Antsanitia

L'étude a été faite sur quatre sites à Antsanitia, à savoir de l'amont vers l'aval : Andakamena (S2), Antafiamadiro (S3), Antafiamanary (S1) et Morira (S4). Le tableau suivant montre les espèces floristiques présentes dans ces sites.

Liste floristique de la mangrove d'Antsanitia

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires
AVICENNIACEAE	<i>Avicennia marina</i> Vierch	Afiafy
COMBRETACEAE	<i>Lumnitzera racemosa</i> Wild.	Lovinjo
LYTHRACEAE	<i>Sonneratia alba</i> Sm.	Farafaka/ Rogno
RHIZOPHORACEAE	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> (Perr) C.B. Robinson	Tangampoly/ Tsitoloiny
	<i>Ceriops tagal</i> Perr.	Honkovavy
	<i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.	Honkolahy

Six espèces floristiques appartenant à quatre familles ont été recensées. La famille RHIZOPHORACEAE domine avec la présence de trois espèces.

III.2. Mesures biométriques

Les figures suivantes montrent les différences sur le diamètre et la hauteur entre ces quatre sites.

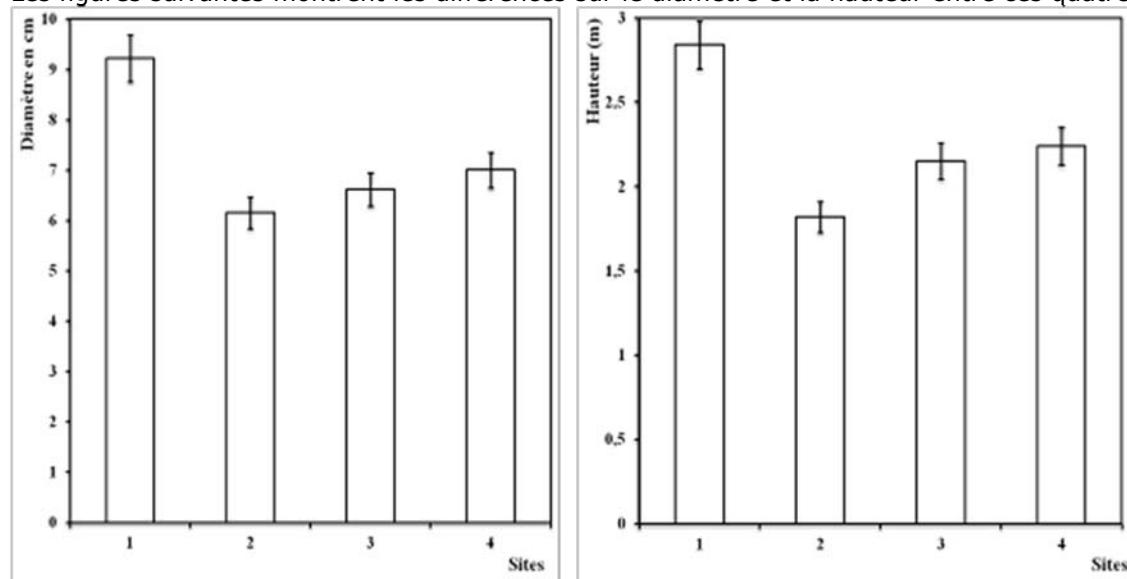
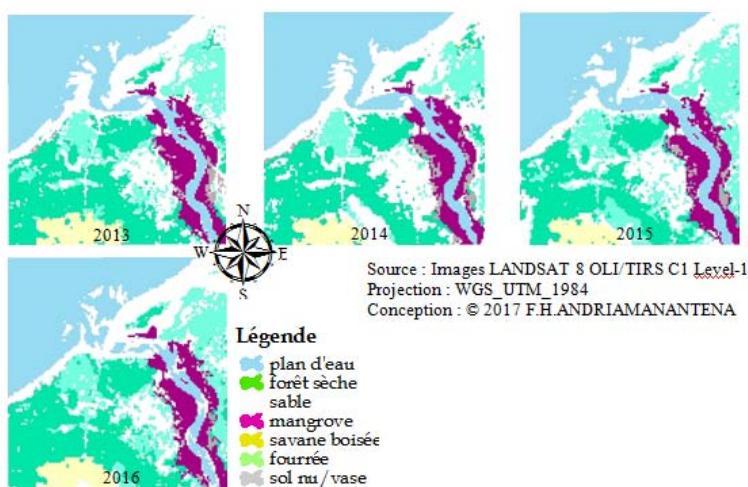


FIGURE 1. COMPARAISON DES DIAMETRES (A GAUCHE) ET DES HAUTEURS (A DROITE) DES ESPECES DE PALETUVIERS DANS LES QUATRE SITES

Selon les figures, il y a une variation de diamètre et de la hauteur d'une même espèce des quatre sites. La mangrove du site d'Antafiamanary (S1) est significativement plus haute que les autres sites (Andakamena, Antafiamadiro et Morira).

III.3. Dynamique écologique de la mangrove d'Antsanitia

La mangrove d'Antsanitia est montrée par les cartes suivantes. Par contre, pour savoir la dynamique écologique suivie par l'image LANDSAT 8 de 2013 à 2016, des superficies ont été calculées à partir de chaque carte. La figure suivante présente la superficie totale par année d'acquisition de l'image, surtout pour la mangrove.



CARTE 2. EVOLUTION DE LA MANGROVE



FIGURE 2. SUPERFICIES DE LA MANGROVE

D'après les images acquises, on voit qu'il y a une variation de la superficie. En 2014 et 2015, une diminution de la superficie se remarque.

IV. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Selon Andriamalala en 2007, Madagascar possède huit espèces de palétuviers tandis qu'Antsanitia n'a que six espèces appartenant à quatre familles dont la famille RHIZOPHORACEAE présente la moitié de ces espèces. Dans la mangrove de Mariarano, la hauteur moyenne est de $12,0 \pm 0,0$ m (*Heritiera littoralis*) et $6,5 \pm 0,5$ m (*Avicennia marina*) pour la mangrove de Boanamary. Or, pour la mangrove d'Antsanitia la hauteur moyenne est seulement de $4,34 \pm 1,51$ m (*Avicennia marina*).

D'après Razakanirina en 2012, dans la mangrove de Sahamalaza, le diamètre maximal est plus de 25 cm appartenant à *Sonneratia alba* alors que dans la mangrove d'Antsanitia, avec la même espèce, il est de $13,00 \pm 1,87$ cm.

Comme Antsanitia est parmi un lieu touristique dans la région Boeny, il est important de mettre cet écosystème dans la liste des aires protégées.

V. CONCLUSION

L'étude se focalise sur l'état de la mangrove d'Antsanitia. Elle a permis d'avoir les informations sur les espèces et les différentes caractéristiques de cette zone d'étude qui se subdivise en quatre sites. Elle peut être comme un outil pour la restauration et la protection de la mangrove d'Antsanitia. Les différentes caractéristiques des quatre sites d'étude de mangrove, les mangroves d'Antafiamanary, d'Andakamena, d'Antafiamadiro et de Morira, permettent de faire un lien entre le milieu et la gestion future des mangroves tout en comparant les quatre sites.

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andriamalala C.A.J. (2007). Etude écologique pour la gestion des mangroves - Comparaison d'une mangrove littorale et d'estuaire à l'aide de la télédétection. Thèse. Basel.
- Andriamanantena F.H. (2015). Ecologie et régénération de la mangrove d'Antsanitia, Mémoire Master II, 75p. Madagascar
- Blasco F. (1991). Les mangroves. La recherche. 22 :443-453.
- Braun-Blanquet J., Roussine N. & Nègre R. (1952). Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Dir. Carte Group. Vég. Afr. Nord, CNRS, 292 p.
- Cadamuro L (1999). Structure et Dynamique des écosystèmes inondables (forêt marécageuse, mangrove) du bassin du Sinnamary (Guyane Française). Thèse. Toulouse.
- Duvigneaud P. (1980). La synthèse écologique. 2ème édition. France.
- Duvigneaud P. (1946). La variabilité des associations végétales. Bulletin of the Belgium Royal Society of Botany 78 : 107-134.
- Iltis J. (2015). La mangrove à Madagascar, une forêt pas comme les autres. Conférence. Madagascar.
- Iltis J. (1994). Compte rendu du séminaire CNRE-ORSTOM. Hommes et mangroves dans le Menabe. Morondava du 27 au 30 Juin 1994.
- IUCN (2000). Programme quadriennal de l'IUCN 2001-2004. Congrès mondial de la nature. Jordanie.
- Rakoto E. et al. (1993). Pharmacopée de l'Ambongo et du Boina. CIDST. MRSTD. Antananarivo.
- Razakanirina H. (2012). Eco-morphologie et vulnérabilité au changement climatique des mangroves de la réserve de biosphère de Sahamalaza. Rapport Madagascar.

12. Influence de la dégradation des mangroves sur les caractéristiques des herbiers marins: une étude de cas du nord-ouest de Madagascar

Arielle Inès HOAMBY¹, Maria E. Asplund^{2,3}, Mats Björk², Stéphanie D'Agata⁴, Martin Dahl², Diana Deyanova², João N. Franco⁵, Linus Hammar⁶, Rashid Ismail^{2,7}, Hans W. Linderholm⁸, Liberatus D. Lyimo⁹, Jamal Angelot Mahafina¹, Diana Perry², Volanirina Ramahery⁴, Lina M. Rasmusson², Martin Gullström².

1 Institut Halieutique et des Sciences Marines, BP 141, Route du Port, Mahavatse, 601 Toliara, Madagascar

2. Seagrass Ecology and Physiology Research Group; Department of Ecology, Environment and Plant Sciences, Stockholm University, S-106 91 Stockholm, Sweden

3. The Lovén Centre, University of Gothenburg, Kristineberg 566, 451 78 Fiskebäckskil, Sweden

4. Wildlife Conservation Society, BP 8500, 101 Antananarivo, Madagascar

5. CIIMAR - Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões, Av. General Norton de Matos s/n, 4450-208, Matosinhos, Portugal

6. Swedish Agency for Marine and Water Management, S-404 39 Gothenburg, Sweden

7. Institute of Marine Sciences, University of Dar es Salaam, P.O. Box 668, Zanzibar, Tanzania

8. Regional Climate Group, Department of Earth Sciences, University of Gothenburg, PO Box 460, SE-405 30 Gothenburg, Sweden

9. School of Biological Science, University of Dodoma, P.O. Box 338, Dodoma, Tanzania

CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

L'étude a été réalisée au cours du mois de novembre 2016, dans la baie de Tsimipaika- région de Nosy Be, au nord-ouest de Madagascar (Figure 01). L'observation d'une perte significative de la forêt de mangrove environnante au cours des 20 dernières années est la principale raison de cette étude. En effet depuis 1994, le taux de mangrove localisé aux alentours de Nosy Faly se voit réduit de 50%, allant d'une superficie de 375 ha à 255 ha en 2004 (Remi Bardou, 2013). De ce constat, peu d'informations sur les effets locaux de cette perte évaluant l'influence sur les écosystèmes voisins ont été recueillis. L'objectif serait de déterminer l'influence de la dégradation de la mangrove sur la composition et les caractéristiques des herbiers ainsi que les conditions lumineuses de l'eau.



FIGURE 1: LOCALISATION DE L'AIRES D'ETUDE

MATERIELS ET METHODES

En premier lieu : édification d'une cartographie des herbiers dans la baie de Tsimipaika sur une superficie de 20 kilomètres pour évaluer la distribution et la composition de ces derniers. Un transect espacé de 10 mètres a été placé sur un rayon de 50 mètres, allant des mangroves vers le large avec un total de 64 point GPS recensés. En second lieu : subdivision de la zone étudiée selon l'état des forêts de mangroves en trois sous zones (Figure 02) :

- Zone 1 : près de mangroves intactes,
- Zone 2 : environnant une forêt de mangroves intermédiaire,
- Zone 3 : aux alentours de celles dégradées.

25 points GPS parmi les 64 basés sur la carte, ont été choisis comme sites d'échantillonnages appropriés (Figure 02).

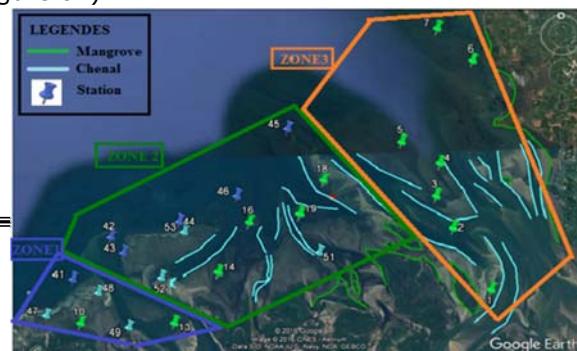


Figure 2: Répartition de l'aire d'étude en 3 zones source: carte développée par Martin Dahl et al. 2016(des modifications ont été effectuées pour inclure les trois zones)

Au niveau de chaque site, une mesure de la biométrie a été faite à l'aide d'un transect de 50 mètres et de quatre replicats:

- Taux de recouvrement : par estimation visuellement le couvrement de phanérogames dans un quadrat de 1m². D'où, dix prélèvements ont été réalisés et placés à cheval le long du transect.
- Densité des feuilles : en effectuant un comptage de ces derniers dans un quadrat de 0,0625m². 20 échantillonnages ont été faits au niveau d'un transect.
- Hauteur de la canopée : par la mesure de cinq feuilles choisies au hasard à l'aide d'une règle graduée depuis le sédiment vers le sommet dans un quadrat de 0,0626 m².

Pour connaître les conditions dans lesquels vivent les herbiers dans ce milieu, les paramètres physico-chimiques telles que la température, la salinité ainsi que l'intensité lumineuse de l'eau ont été prélevées. La mesure a été faite en utilisant un multiparamètre 3430, ainsi que 11 enregistreurs Hobbo (température, lumière) répartis sur 11 stations : ils ont été placés durant les premières semaines de travaux et laissés pendant 15 jours.

RESULTATS

Les résultats obtenus montrent un nombre d'espèces d'herbiers marins, une densité des pousses et une couverture plus faible dans la zone à côté de la mangrove fortement déboisée (zone 3) par rapport aux deux autres sous-zones. Selon la Figure 03, la zone 1 et zone présentent des similarités : huit espèces ont été retrouvées dans la zone 1, avec neuf espèces au niveau de la zone 2 et seulement trois espèces pour la zone 3. Dans cette zone 3, l'espèce *Enhalus acoroides* domine (la plus adaptée avec une répartition de 67%). Le taux de recouvrement y est aussi réduit de 10% par rapport à la zone 1 et de 20% par rapport à la zone 2 (Figure 04). De plus, la densité observée y a été réduite de moitié par rapport aux deux autres (Figure 05).

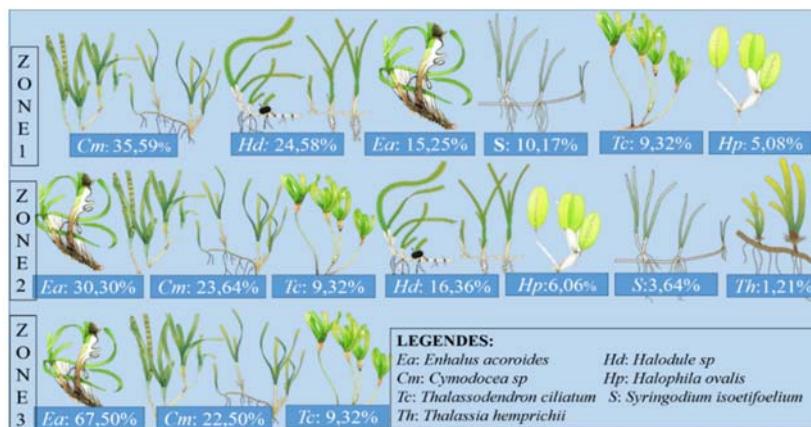


FIGURE 3: REPARTITION ET FREQUENCE DES ESPECES AU NIVEAU DE CHAQUE ZONE

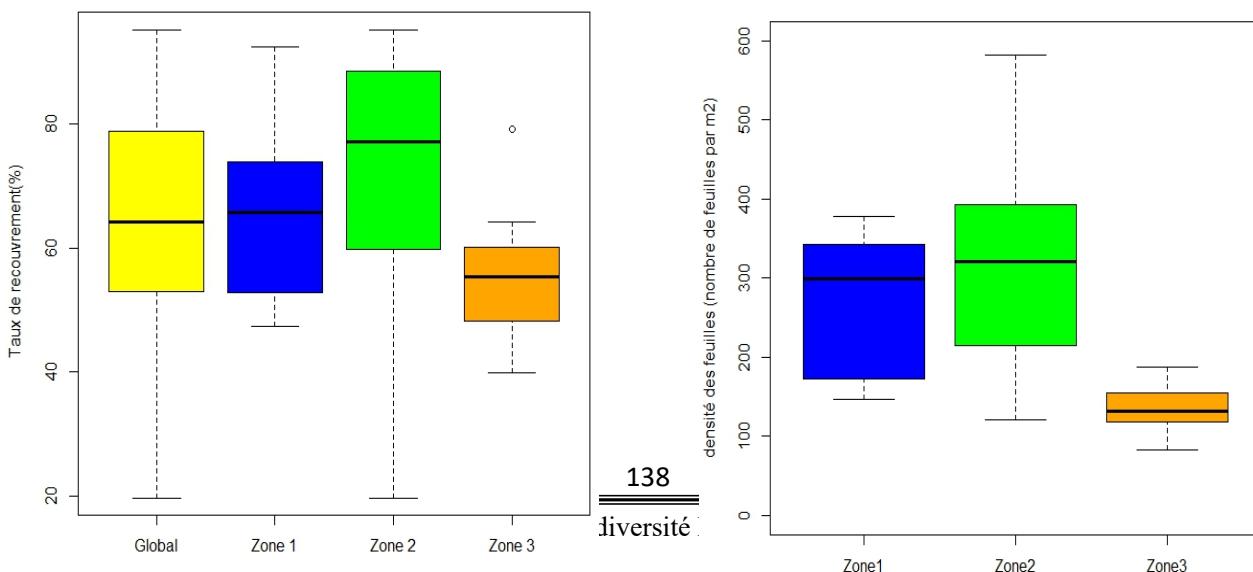


FIGURE 4:TAUX DE RECOUVREMENT PAR ZONE

DISCUSSION

Les résultats ci -dessus suggèrent que la perte et la dégradation de mangroves accumulées au fil des années peuvent avoir des effets dévastateurs sur les écosystèmes environnants. D'un point de vue statique, l'hyper sédimentation aurait entraîné un changement sur la structure et la composition de la communauté d'herbiers marins dans la zone 3. Les trois espèces qui y ont été retrouvées sont connues être les plus tolérantes à une forte sédimentation : selon la gamme de tolérance à l'envasement des sédiments, l'*Enhalusacoroïdes* est en tête, suivie de *Cymodoceaserrulata*. La moins résistante serait l'espèce *Syringodiumisoetifolium*. (Bach, 1998).

Cependant d'un point de vue historique, aucune étude n'a encore été entamée qui démontrerait la présence d'une hyper-sédimentation dans le milieu. Ajouter à ceci, des études de base sur l'état initial du statut des lits d'herbiers ne sont pas disponibles, ce qui nécessite des études plus approfondies afin de pouvoir confirmer l'hypothèse.

Sachant que les phanérogames marines constituent un écosystème très productif, rivalisant avec les biomes les plus productifs du globe terrestre (Duarte et Chiscano, 1999). Les observations menées démontrent une relation étroite qui semble lier les forêts de mangrove aux communautés d'herbiers. La protection des mangroves serait alors nécessaire pour assurer la durabilité des herbiers. Cela implique l'importance d'intégrer la connectivité de l'habitat des eaux peu profondes dans les futurs efforts de gestions.

CONCLUSION

Les travaux menés ont mis en évidence la connectivité entre les prairies d'herbiers marins et les forêts de mangroves avoisinantes. Bien que d'autres pressions anthropiques ont été relevées, comme l'utilisation de certains engins non sélectifs et l'ancre des bateaux raclant le fond marin, entraînant la fragmentation des phanérogames marines. La perte des mangroves auraient un impact sur l'état de santé des herbiers marins dû à l'hyper- sédimentation.

La conservation et la protection des deux écosystèmes serait bénéfique aux villageois, pour la reconstitution des ressources halieutiques dans le milieu. Ces écosystèmes ont une influence dans la survie et le recrutement de certaines espèces de poissons et de crustacées juvéniles (certains ayant de grandes valeurs commerciales). Sachant que les herbiers marins dans la zone d'étude ne sont pas encore dans un état critique, les perturbations potentielles doivent être étudiées, afin de limiter les pressions qu'ils subissent. Sachant que l'étude historique du milieu est indisponible, cette étude servira de pilote pour des suivis futurs.

La communauté locale joue un rôle important dans la durabilité des écosystèmes côtiers : une sensibilisation, ainsi qu'une gestion communautaire seraient alors un atout inestimable pour une conservation pérenne et durable de ces écosystèmes. Ajoutez à cela, un suivi systématique permettrait de connaître l'évolution temporelle des prairies d'herbiers marins et ainsi d'améliorer les mesures de gestions.

Références bibliographiques

Bach S.S., B o r u m J. et al (1998) Species composition and plant performance of mixed seagrass beds along a siltation gradient at Cape Bolinao, The Philippines.*Marine ecology progress series*. Volume 174: 247-256.

Bardou R. (2013) L'évolution des mangroves du Nord de Madagascar : Contribution d'une étude de télédétection aux représentations cartographiques existantes. *Université Michel de Montaigne - Bordeaux 3 UFR Sciences des Territoires et de la Communication Département de Géographie*.82p.

Duarte C.M., Chicano C.L. (1999) Seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquatic Botany*65: 159-174.

13. Vulnérabilité du patrimoine récifal: une approche interdisciplinaire

Jamal MAHAFINA¹, Marc LEOPOLD², Georgeta STOICA³, Jocelyne FERRARIS³, Catherine ALIAUME⁴, Gildas Todinahary¹, Lionel BIGOT⁵, Pascale CHABANET⁶, Christian CHABOUD⁷, Gilbert DAVID⁸, Marie-Hélène DURAND⁹, Jacqueline RAZANOELISOA¹, Bernard THOMASSIN¹⁰

1 Institut Halieutique et des Sciences Marines (IH.SM), Univ. de Toliara, Toliara, Madagascar; , 2 IRD Madagascar, UMR 9220 ENTROPIE, c/o IH.SM, BP 141 Route du port-Mahavatse II, Toliara 601, Madagascar; , 3 IRD / UMR 9220 ENTROPIE, UPVD, 52 av. P. Alduy, 66860 Perpignan Cedex 9, France; , 4 Univ. Montpellier 2 / UMR MARBEC, Montpellier, France; 5 Univ. de La Réunion / UMR 9220 ENTROPIE, 15 av. R. Cassin, 97715 St Denis, La Réunion, France; , 6 IRD / UMR 9220 ENTROPIE, CS 41095, 2 rue J. Wetzell, Parc technologique universitaire, 97495 Sainte Clotilde Cedex, La Réunion, France; , 7 IRD / UMR MARBEC, av. J. Monnet, BP 171, 34203 Sète, France; , 8 IRD / UMR 228 Espace-dev, Montpellier, France; , 9 IRD / UMR GRED, Montpellier, France, 10 CNRS / ex. Centre d'Océanologie de Marseille, OSU Pythéas, Aix-Marseille Univ. (AMU)

Contexte

L'école d'été Australe sur la « Vulnérabilité Récifale » (EEA VulPaRe) est une école de recherche/formation destinée aux doctorant(e)s et chercheurs issu(e)s de différentes disciplines. Elle vise un travail pluridisciplinaire sur la vulnérabilité du patrimoine récifal entre différents experts travaillant dans différentes disciplines et venant aussi bien du Nord que du Sud. Les deux premières éditions de l'EEA VulPaRe (2014, 2016) ont été organisées par l'Institut Halieutique et des Sciences Marines (IH.SM) et l'Institut de Recherche et Développement (IRD) à Toliara (Madagascar).

Objectifs de l'EEE VulPaRe

L'Ecole EEA VulPaRe a comme objectif :

- la mise en œuvre d'une réflexion pluridisciplinaire sur la vulnérabilité du patrimoine récifal,
- le décloisonnement disciplinaire afin de promouvoir une approche systémique indispensable à la gestion de l'environnement.
- le rapprochement entre des chercheurs et des jeunes chercheurs, de niveau doctoral et post-doctoral des pays du Sud et du Nord.
- l'acquisition de connaissances théoriques et pratiques sur les concepts de vulnérabilité et de patrimoine naturel et culturel autour d'une étude de cas de la côte sud-ouest de Madagascar.

Le patrimoine récifal

Le patrimoine récifal peut être un patrimoine naturel, c'est-à-dire biologique, écologique, physique,... ou un patrimoine culturel (économique, social,...). Ces différentes facettes du patrimoine récifal ont des fonctions et des utilités différentes, mais sont indissociables. Se pose alors le problème de l'évaluation de l'ensemble de ce patrimoine, de sa définition par les diverses parties prenantes, de son exploitation, de sa destruction (pression démographique, pollution, changement climatique), de sa conservation, de sa restauration et de sa transmission aux générations futures. L'évaluation est fonction des valeurs portées par différents points de vue et des méthodes propres à chaque discipline.

Sites d'étude

La réflexion sur la thématique de l'école d'été austral a été explorée, à partir de plusieurs études de cas autour des villages de Sarodrano, Saint-Augustin, Anakao et Mangily situés sur la côte sud-ouest de Madagascar, en bordure du Grand Récif de Toliara. Les sites ont été choisis pour leurs caractéristiques contrastées : développement de nouvelles activités de pêche, algoculture et élevage d'holothurie (Sarodrano), implantations touristiques (Anakao), pollution du récif par les apports sédimentaires et relation agriculteurs-pêcheurs (Saint Augustin).

Résultats

Deux écoles d'été austral ont eu lieu à l'IH.SM de l'Université de Toliara, en 2014 et en 2016. Elles ont été structurées en journées d'enseignement disciplinaire ((biologie, écologie, halieutique, géographie, économie, anthropologie) et thématique (exploitation et usage des récifs coralliens ; territorialisation, patrimoines et patrimonialisation; concepts et méthodes d'évaluation), suivies par des activités de terrain. Des séances de travail de groupe, lectures-critiques et des débats et synthèses ont été aussi proposées aux participants.

Pour favoriser et pérenniser les échanges entre les participants, une plateforme d'enseignement Moodle a été développée et mise à leur disposition. Cette plateforme contient l'ensemble des cours qui ont été donnés, une bibliographie, les diverses synthèses et rapports des activités réalisées ; elle constitue aussi un lieu d'informations et d'actualités. L'accès à la plateforme Moodle sera ouvert aux

prochaines éditions de l'EEA VulPaRe afin de capitaliser les différentes expériences et servir de point d'échange entre les différentes « promotions » VulPaRe.

Ces écoles de formation/recherche ont permis de mettre en relation les diverses représentations et modes d'évaluation du patrimoine récifal, de débattre de leurs pertinences respectives et des possibilités d'une approche intégrée.



Figure 1 : résultats du test demandant aux participant-e-s de l'EEA d'indiquer trois mots associés au mot "patrimoine"

Des perspectives en discussion

Plusieurs perspectives sont en discussion et feront l'objet d'échanges lors de la réalisation de la restitution de la dernière école qui aura lieu en décembre 2017. En effet, on abordera des questions relatives à :

- la réalisation de la nouvelle édition de l'École d'été Australe (EEA 2019),
- l'amélioration de la méthode pédagogique utilisée,
- l'élargissement du public visé,
- l'animation et le développement du réseau de chercheurs VulPaRe: <https://reseavulpare.wordpress.com/>,
- la multiplication des échanges dans le cadre du réseau de chercheur-e-s VulPaRe,
- l'ouverture au monde anglophone lors des prochaines éditions de l'école.

14. Suivi à long terme de la pêche à la tortue dans la Baie de Ranobe, sud-ouest de Madagascar

Emma GIBBONS, Cale Golding, Jivan Jijay kumar, Josepha Julio Duchene, Roderick Stein- Rostaing - *Reef Doctor, Ifaty*

INTRODUCTION

Five species of marine turtle are found in the coastal waters surrounding Madagascar: green (*Chelonia mydas*), hawksbill (*Eretmochelys imbricata*), loggerhead (*Caretta caretta*), leatherback (*Dermochelys coriacea*) and olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*). The green, loggerhead and olive ridley turtles are classified as endangered by the IUCN Red List of Threatened Species, while global populations of the hawksbill and leatherback are listed as critically endangered and vulnerable respectively.

In Madagascar, turtles have long been recognised as needing protection and in 1923, six island reserves were created for their conservation. However, only one of these was enforced (Walker and Fanning, 2003). Ratification of CITES in 1975 provided legal protection against the trade of turtle products, while a 1988 national decree offered all turtles protection from exploitation. In reality, however, these laws are not enforced. Turtle meat continues to be sold in market places, their shells are converted into jewellery, and taxidermied turtles are offered to tourists in at least one major city (personal observation). The importance of turtles in providing food for rural communities, their cultural role in tribal customs (although now largely diluted), a lack of resources by enforcement agencies, indifference and even a desire to consume the prohibited meat, have all been cited as reasons for the poor regulation of protective legislation (Walker and Fanning, 2003; Lilette, 2006). Turtle nesting has virtually disappeared in the southwest of Madagascar due to overharvesting of eggs (Rokotonirina and Cooke, 1994), and no coordinated management approach has been attempted in the region.

In the rural southwest, laws are largely decided at a community level, through a Dina (local law). In 2013, in an attempt to protect juvenile turtles, a Dina was passed in the 13 communities of the Bay of Ranobe (Figure 1), near the city of Toliaro, prohibiting the killing of marine turtles with a curved carapace length (CCL) of less than 70cm.

Since 2008, the conservation NGO Reef Doctor has monitored an illegal marine turtle fishery in the Bay of Ranobe. Data was first recorded from a single village, Ifaty, with additional observations from Fitsitiky since 2014 and Andrevo and Ambolomailaky in May 2016. In addition to monitoring the fishery, in 2014 ReefDoctor commenced a tag-and-release program for juvenile turtles in three of the four communities. Supporting the bay-wide Dina prohibiting the killing of juvenile turtles, the tag-and-release program provides an opportunity for fishermen who catch undersized turtles to contribute to their conservation while facilitating the collection of biological data.

This program has been running in the villages of Ifaty, Andrevo and Ambolomailaky since its inception. Due to difficulties in regional transportation, the tag-and-release program was not initiated in the furthest community, Fitsitiky. Fishers are offered a small monetary compensation (between 15,000

- 20,000 Ariary or 4.5 – 6 USD) for each turtle that they contribute to the tag-and- release program as recompense for foregone catch and their efforts in releasing the turtles. This report describes the marine turtle fishery in the Bay of Ranobe during 2016.

THE FISHERY

Throughout 2016, a total of 1,521 marine turtles were caught by fishermen in the Bay of Ranobe, with the greatest amount caught during the first quarter (Table 1). 51% of captured turtles were of a curved carapace length smaller than 70 cm and, therefore, assumed to be protected under the Dina preventing the slaughter of juvenile turtles. 73% of these undersized turtles were returned to the ocean via the tag-and-release program. Given that this program only runs in three of the four monitored communities, it suggests the relative success of local law combined with conservation intervention.

Table 1. The marine turtle fishery in the Bay of Ranobe, 2016.

	1 st Quarter	2 nd Quarter	3 rd Quarter	4 th Quarter	Total
Turtles caught	460	351	377	333	1,521
Turtles killed/sold	211	227	224	205	867
Turtles released	249	124	153	128	654
Turtles under 70 cm CCL released (%)	80.1	67.8	74.3	69.5	73.4
% female	88.2	87.2	82.6	89	87
Market value of fishery (Ariary)	14,085,500	16,508,500	16,829,000	12,765,000	60,188,000
Value of tag-and-release (Ariary)	3,863,500	2,177,000	2,748,000	2,498,000	11,286,500
Total value of fishery (Ariary)	17,949,000	18,685,500	19,577,000	15,263,000	71,474,500
Total value of fishery (USD)	5,464	5,688	5,960	4,646	21,758

The fishery generated an income of 71.4 million Ariary for an estimated 80 fishermen in the four communities of Ambolomailaky, Andrevo, Fitsitiky and Ifaty over 12 months. The most valuable individual turtle sold for 200,000 MGA (60 USD), while the least expensive sold for 10,000 MGA (3 USD). The value of turtles at the market is largely governed by size. There were 164 turtles with a CCL over 100 cm captured during the year, the majority of which were caught by fishermen in Fitsitiky (Figure 2). The size of juvenile turtles generally declined throughout the year, although increased slightly from a third quarter minimum (Figure 3). The average CCL of all turtles caught in the fishery was 64.3 cm, although this differed temporally (Figure 4).



Figure 1. The Bay of Ranobe, southwest

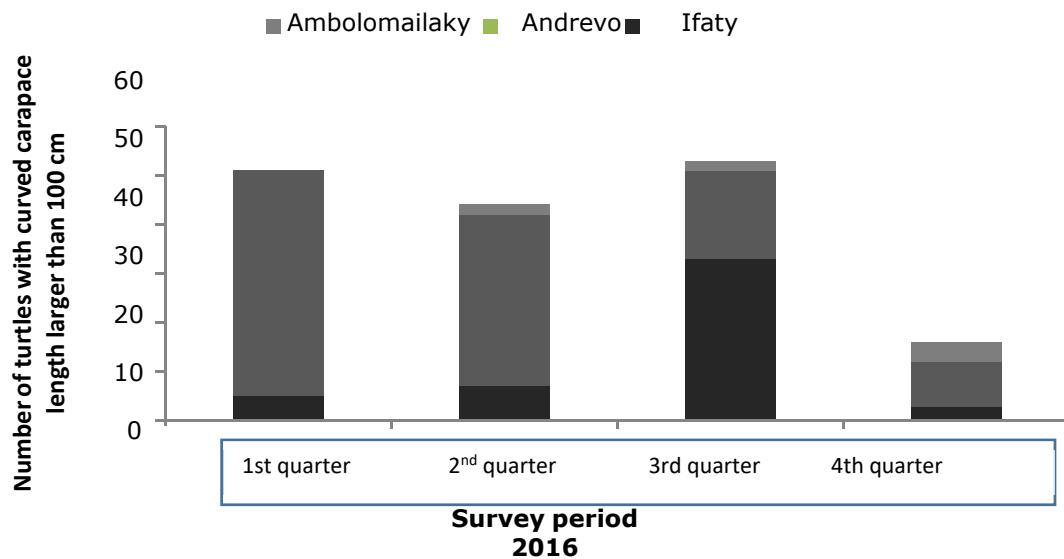
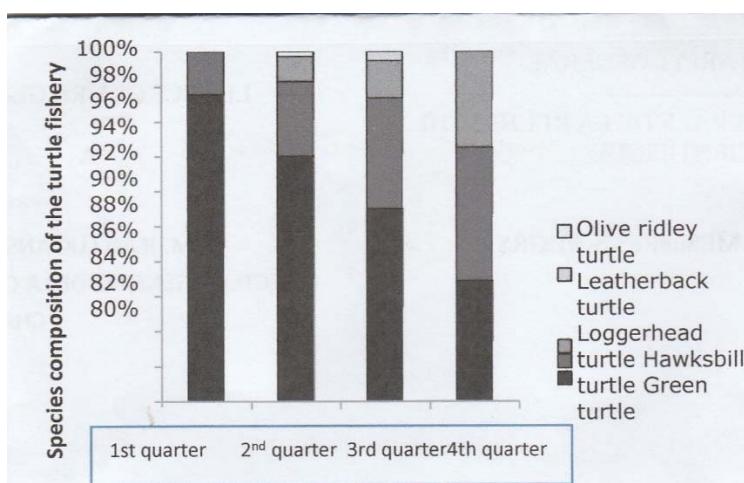
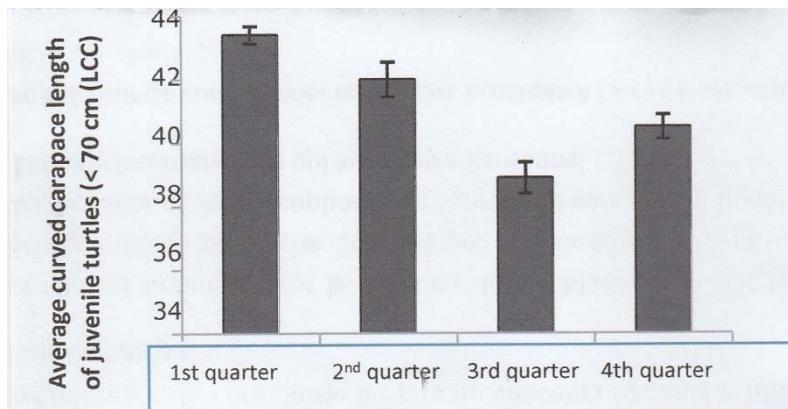


Figure 2. Fishermen in Fitsitiky were responsible for catching the largest turtles (over 100cm CCL), while no large turtles were caught by the community of Andrevo



Green turtles constituted the majority of the fishery, despite declining proportional abundance throughout the year

Table 2.Despite a smaller average price per turtle, the sale or consumption of turtles in Ifaty generated substantially more income for fishermen than Fitsitiky in 2016.

	Ifaty	Fitsitiky
Number of turtles killed	535	234
Average CCL (cm)	76	91.5
Market value of turtles (Ariary)	36,671,500	18,609,000
Average price per turtle (Ariary)	68,336	79,867

FISHING GEAR

Prior to June 2016, ReefDoctor accepted any juvenile turtles for their tag-and-release program. The use of spearguns and harpoons for fishing is widespread in the region, and turtles were often presented with carapace wounds, lung punctures and on one occasion, paralysis. Depending on the severity of the wound, these turtles infrequently died. In an attempt to halt the mortality of these turtles, Reef Doctor in June stopped accepting turtles which had been caught with a speargun or harpoon. Despite the removal of this gear, the number of juvenile turtles caught in the fishery increased from 183 in the second quarter, to 211 in the third. However, monitoring of the size of turtles that were killed and sold in the market, indicated there was no increase in the mortality of juvenile turtles. Rather, there was an increase in the percent of juvenile turtles that were released via the tag-and-release program in the third quarter (Table 1). This suggests that rather than continuing to use spearguns to hunt turtles and then selling the turtles on the market, fishermen stopped hunting turtles with the injurious gear. From June, nets replaced spearguns/harpoons as the dominant type of gear used to catch juvenile turtles (Figure 6).



Figure 6a.Spearguns and harpoons made up the primary gear for catching juvenile turtles from January-May 2016.

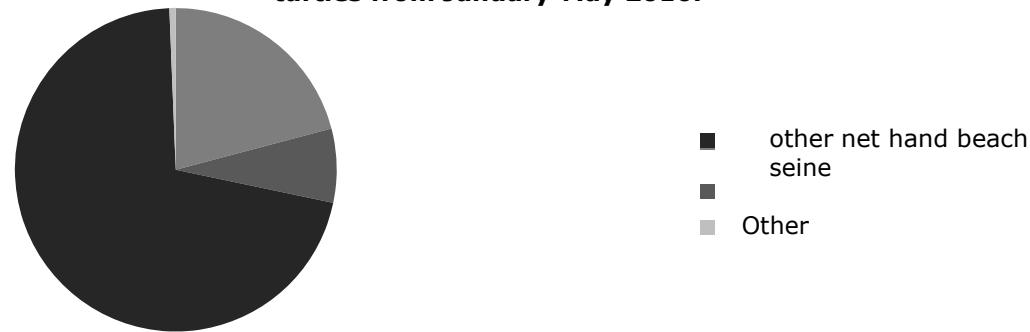


Figure 6b.Nets constituted the primary gear for catching juvenile turtles from June- December 2016

Despite the Dina outlawing the killing of juvenile turtles, 14% of turtles submitted to the tag- and-release program were reported to be caught by hand. It is unclear whether these turtles were caught with the express intention of presenting to ReefDoctor in order to claim compensation, or if this notion was developed after the turtles were caught. The tag-and- release program may therefore allow fishermen to continue to hunt juvenile turtles, despite the local law against their mortality. It certainly reduces the economic imperative to kill juvenile turtles, by compensating

fishermen for their catch. Spearguns and harpoons continued to be the most commonly used gear to hunt large turtles.

CONCLUSION

This study demonstrates that despite legal protection, marine turtles are still frequently caught by fishermen in the coastal waters of southwest Madagascar. While five species were observed, green turtles constituted the majority of the catch, reinforcing Rakotonirina and Cooke's (1994) observation that the waters around the Toliara reef system are important feeding grounds for this species. Hawksbill turtles were the second most abundant species, while only a single olive ridley turtle was caught during 2016, suggesting their limited distribution in the region.

Given the high market value for large species, it is likely that marine turtles will continue to be targeted by fishermen. For impoverished communities in the Bay of Ranobe, the marine turtle fishery provides a significant economic service. As commercially important finfish and invertebrates continue to decline from the bay, the lure of large, prized species such as turtles is expected to increase, accelerating their harvest. Any attempts to relieve fishing pressure on the turtle fishery must provide alternative livelihoods of an equivalent value, and do so reliably.

Although more turtles were caught in the fishery during the third quarter than in the second, there was also an increase in the proportion of juvenile turtles that were released through Reef Doctor's tag-and-release program, suggesting increased support for the initiative with fishermen. Given this increase in released juveniles, and no increase in juveniles at the market, there has not appeared to be any negative consequences from the decision to exclude juvenile turtles caught with the use of harpoons and spearguns from the program. Rather, all turtles released during the third quarter were free of associated injuries, and there were no observed deaths of juvenile turtles, as occurred in previous quarters.

Fishermen from the community of Fitsitiky were responsible for catching most of the large turtles, most likely due to the community's proximity and ease of access to the exterior of the bay, and thus deeper waters. The decline in average size of turtles captured in the fishery must continue to be monitored to ensure the sustainability of the species.

Future studies will focus on the mapping of turtle fishing grounds to gain a clearer understanding of the spatial distribution of catches, and their influence on the economics of the fishery. Continued monitoring of the fishery, with the introduction of catch per unit effort surveys, will further help to detect changes in regional turtle populations.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was made possible through funding by the Darwin Initiative and the Rufford Small Grants Foundation.

Literature cited

- Hughes, GR. 1974. The Sea Turtles of South East Africa. 1. Status, Morphology and Distribution. Investigation report of the Oceanographic Research Institute, Durban South Africa.
- Lilette, V. 2006. Mixed results: conservation of the marine turtle and the red-tailed tropicbird by Vezo semi-nomadic fishers. *Conservation and Society*. 4:262-286
- Rakotonirina, B. & A. Cooke. 1994. Sea turtles of Madagascar- their status, exploitation and conservation. *Oryx* 28: 51-61.
- Walker, R. & E. Fanning. 2003. *Artisanal and Traditional Turtle Resource Utilisation in the South West Madagascar*. Frontier Madagascar Environmental Research Report 2. Society for Environmental Exploration, UK and Institute of Marine Sciences, Toliara, Madagascar.

15. Etendue et sévérité de blanchissement des coraux de sud-ouest de Madagascar : Baie de Toliara et baie de Ranobe

José RANDRIANANDRASANA^{1,2*}, Radonirina L. BOTOSOAMANANTO^{1,2*}, Faustinato BEHIVOKE^{1,2}, Danny K. RAVELOJAONA^{1,2}, Gildas G.B. TODINAHARY^{1,2}

1: Young reSearchers Organization of Madagascar, (YSO-Madagascar). Toliara-601, Madagascar

2 : Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Toliara, Madagascar

1. CONTEXTE

Les premiers épisodes de blanchissement des coraux remontent à 1870 (Glynn, 1993) mais, depuis les années 1980, ils sont devenus plus fréquents, répandus et sévères (Goreau & Hayes, 1994; Goreau et al. 2000). L'un des plus importants est l'événement El-Niño 1997-1998 qui a provoqué un blanchissement massif dans la région de l'Océan Indien. Selon la littérature, plus de 15% des récifs coralliens ont été effectivement perdus au cours de cette période et des pertes de 80 à 90% des

coraux dans certaines parties des Comores et des Seychelles. Le pourcentage de blanchissement pour les récifs aux alentours de Madagascar était de 30% (Wilkinson, 2000). L'Agence Américaine Océanique et Atmosphérique (NOAA) annonce un troisième événement de blanchissement de masse des coraux, en juillet 2015, dans les régions de Pacifique, Atlantique et Océan Indien. Suite à une hausse anormale de la température de la surface des océans due au réchauffement climatique, combinée avec le phénomène d'El-Niño, l'intensité et l'ampleur de l'événement de blanchissement s'était répandu durant toute l'année 2016 dans les 3 principaux bassins (Fig.1).

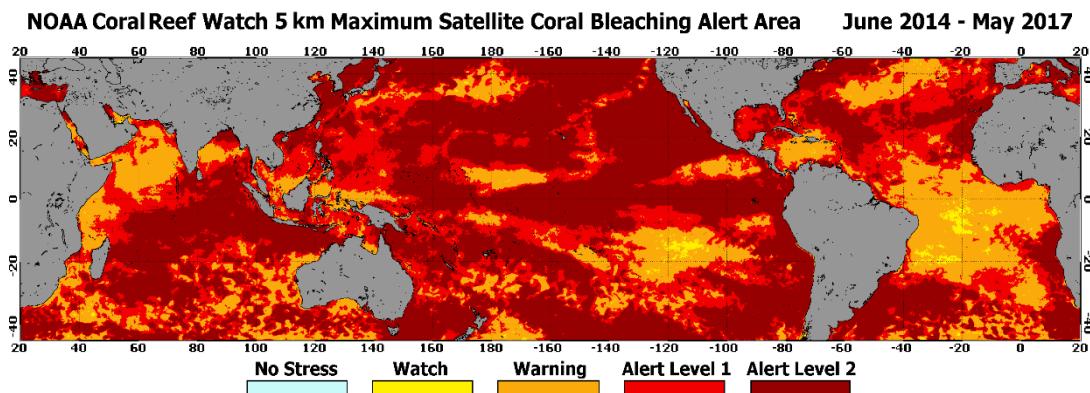


FIGURE 1: PREVISION DE BLANCHISSEMENT MONDIALE NOAA CORAL WATCH POUR JUIN 2014-MAI 2017

2. OBJECTIF GLOBAL

L'objectif général de cette étude est d'évaluer l'état de santé des récifs coralliens dans la baie de Ranobe et de Toliara, face à la saison El-Niño 2015-2016, afin d'identifier et quantifier les espèces affectées, ainsi que l'ampleur du phénomène dans la région.

3. MATERIEL ET METHODE

L'étude a été réalisée tous les 2 mois (mai, juillet, septembre, novembre) pendant 6 mois durant l'année 2016. Les données ont été collectées en plongée scaphandre dans les profondeurs de 5 à 10m.

3.1. Site d'étude

Quatre sites dans la baie de Ranobe (Ankaranjelita, Massif des Roses, Fausse Passe Nord et Fausse Passe Sud) et huit sites dans la baie de Toliara (2 sites sur la pente externe nord, pente externe sud, Nosy Arakaivo, Nosy Velomitahy, Nosy Masaka et 2 sites dans la Grande vasque) ont été choisis pour effectuer le suivi (Fig.02).

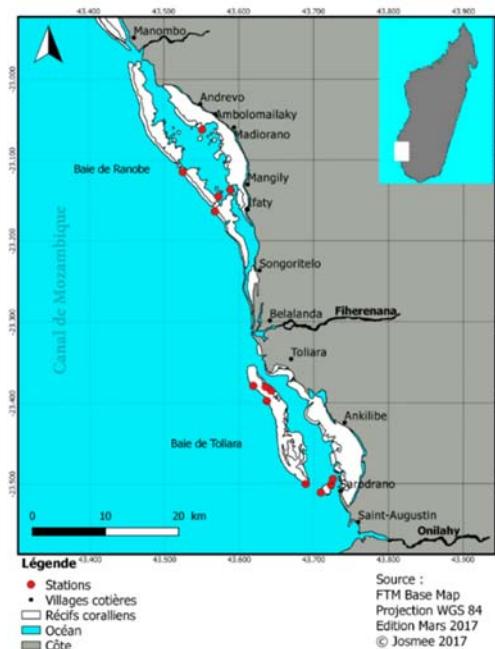


FIGURE 2: REPRESENTATION DU SITE D'ETUDE

3.2. Echantillonnage

Le guide de suivi de blanchissement rapide des coraux de l'Océan Indien (Obura, 2016) a été adopté le long de cette étude. Dix quadrats PVC de 1m²ont été posés au hasard dans chaque site (Fig.3) et les coraux ont été identifiés jusqu'au niveau genre. Les degrés de blanchissement identifiés ont été classés selon les différentes catégories suivantes : Normale, Pâle <50%, Pâle 50-100%, Blanchis <50%, Blanchis 50-100%, Mort récent.



FIGURE 3: METHODE D'ECHANTILLONNAGE PAR QUADRAT

3.3. Analyse statistique

Après avoir vérifié la normalité des données par le test de Shapiro et Wilk (1965) et l'homogénéité des variances par le test de Levene (1960), la différence statistique significative ($p<0,05$) des données non transformées ont été vérifiés en utilisant le test de Kruskal-Wallis (1952) et Wilcoxon (1945). Toute analyse a été effectuée sous le logiciel statistique R, version 3.4.0.

4. RESULTATS

4.1. Réponse de blanchissement par taxon

Sur les 2423 colonies collectées dans les 12 sites d'études, 20 taxons les plus touchés durant le blanchissement de masse sont représentées dans le tableau ci-après :

TABLE 1: REPONSE DE BLANCHISSEMENT (RB) MOYENNE (NC: NOMBRES DES COLONIES ECHANTILLONNES; NB: NOMBRE DE SITE). ERR.: ERREUR STANDARD

Genre	RB (mean ± SD)	NB	Err.	NC
<i>Acropora</i>	53.3 ± 29.5	12	8.57	1446
<i>Porites</i>	24.4 ± 11.4	12	3.40	614
<i>Pavona</i>	20.9 ± 23.7	12	6.33	520
<i>Pocillopora</i>	15.3 ± 13.9	11	3.73	491
<i>Galaxea</i>	18.4 ± 20.0	12	4.84	448
<i>Fungia</i>	13.1 ± 15.8	12	4.31	345
<i>Seriatopora</i>	10.4 ± 11.4	9	3.05	272
<i>Montipora</i>	9.5 ± 17.5	11	4.66	244
<i>Echinopora</i>	8.1 ± 5.9	12	1.47	197
<i>Cycloseris</i>	7.0 ± 8.6	9	2.35	172
<i>Stylophora</i>	6.7 ± 8.2	11	2.21	166
<i>Platygyra</i>	6.9 ± 5.6	12	1.45	165
<i>Favia</i>	6.5 ± 5.6	12	1.38	163
<i>Favites</i>	6.2 ± 6.1	12	1.55	152
<i>Psammocora</i>	4.9 ± 3.3	12	0.90	117
<i>Leptoria</i>	2.5 ± 1.0	12	0.27	60
<i>Hydnophora</i>	2.3 ± 2.7	8	0.70	56
<i>Millepora</i>	2.3 ± 5.2	3	1.38	56
<i>Pleurogyra</i>	2.3 ± 3.9	5	1.03	56
<i>Cyphastrea</i>	2.3 ± 1.9	11	0.42	55

4.2. Intensité de blanchissement par catégorie

Le test de Kruskal-Wallis effectué entre les nombres des différentes catégories de blanchissement par quadrat observé sur chaque site montre une différence significative ($p\text{-value } 2.2e^{-16} < 0.05$).

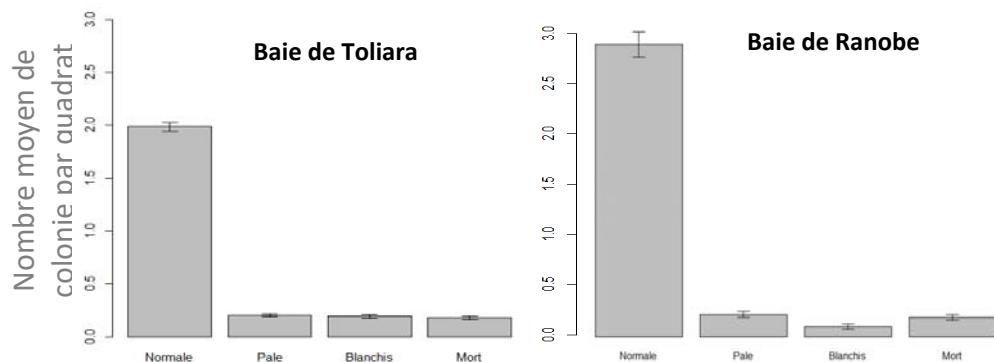


FIGURE 4: INTENSITE DE BLANCHISSEMENT DES CORAUX DANS LA BAIE DE TOLIARA ET DERANOBE

4.3. Prévalence des coraux

Cependant, le test de Wilcoxon montre une différence significative ($p\text{-value } 1.091e^{-06} < 0.05$) entre le pourcentage des coraux blanchis de la baie de Ranobe (14.83%) et ceux de la baie de Toliara (25.19%).

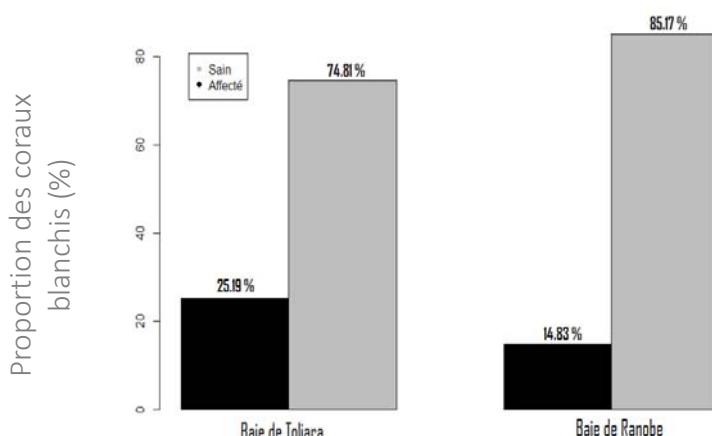


FIGURE 5: PREVALENCE DES CORAUX SAINS ET AFFECTES PAR LE BLANCHISSEMENT

5. CONCLUSION

Des mesures, des plans d'actions locales et des décisions à l'échelle gouvernementale doivent être prises, afin de remédier les impacts de ce phénomène et de renforcer la capacité de résilience des coraux vivants. Les seuils de blanchissement des espèces restent encore mal compris et complexes. Des suivis à long terme et une étude de la résilience des coraux, après ce phénomène, s'avèrent nécessaires pour constituer une base de données régionale.

PRINCIPALES REFERENCES

- Glynn, P.W. 1993. Coral reef bleaching: ecological perspectives. *Coral Reefs* 12: 1–17
- Goreau, T.J., McClanahan, T., Hayes, R. and Strong, A.E. 2000. Conservation of coral reefs after the 1998 global bleaching event. *Conservation Biology* 14(1): 5–15.
- McClanahan, T. R., M. Ateweberhan, J. Omukoto, and L. Pearson. 2009. Recent seawater temperature histories, status, and predictions for Madagascar's coral reefs. *Marine Ecology Progress Series* 380:117–128.
- Obura, D. 2016. Coral bleaching monitoring guide Western Indian Ocean. Indian Ocean Commission. 11pp.
- Wilkinson, C. 2000. Status of Coral Reefs of the World: 1998. Australian Institute of Marine Science, Queensland, Australia. 363 pp.
- <http://www.noaanews.noaa.gov/stories2015/100815-noaa-declares-third-ever-global-coral-bleaching-event.html>
- <http://www.cordioea.net/bleachingalert/>

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent en premier lieu à la Commission de l'Océan Indien, pour le projet Biodiversité qui a soutenu financièrement toutes les activités de terrain et nous a fait bénéficier d'une formation sur le phénomène de blanchissement, les méthodes de collecte de données et les maladies corallieennes.

Toutes nos considérations et nos gratitude se portent sincèrement au Docteur MAHAFINA Jamal Angelot, Directeur de l'Institut Halieutique et des Sciences Marines (IH.SM), pour son soutien pour la logistique et les équipements de plongée. Merci d'avoir mis « Fiandaka » à notre disposition durant toutes les phases de terrain.

Nos entières reconnaissances s'adressent aussi à Madame Emma GIBBONS, Directeur de l'ONG Reef Doctor. Sans vous, il nous a été difficile de réaliser le suivi dans la Baie de Ranobe.

Nous adressons une attention particulière au membre de bureau et au membre actif de l'association YSO-Madagascar d'avoir contribuer de près ou de loin à la réalisation de cette étude. Une équipe jeune, dynamique et sympathique. Une pensée particulière pour les amis : Gildas, Faustinato, Danny, Fidèle, Rado, Max, Nestin pour le temps que vous avez consacré au long de cette période, sans oublier vos participations au cheminement de ce rapport.

16. SqueletteChronobiologie des coraux scléractiniaires, *Porites lobata*, Dana 1846, de l'écosystème récifal proche de l'Aire Protégée d'Antrema au Nord-Ouest de Madagascar : Bioindicatrice du changement climatique. (15°.46'24"S / 46°2'.28,4"E)

REMISY Seraphin¹, RAJAONARISON Francois², ROUKIA Joudi² ; RASOANARIVO Rivoarinala²

¹Direction Régionale de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts Boeny

²Ecole Doctorale du Génie du Vivant et de la Modélisation / Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement. Université de Mahajanga

Résumé

La présente étude a pour objectif la détermination de l'âge de *Porites lobata* (Dana, 1846), échantillonnés dans deux sites du pôle récifal ($S15^{\circ}46'24.0'' E 046^{\circ}02'28.4''$), périphérique de l'Aire Protégée d'Antrema (Région Boeny, Majunga), par la squeletteChronobiologie. Parallèlement, elle a permis d'identifier sa biologie et les écosystèmes qui lui sont associés.

Les caractéristiques des stries de croissance (nombre, épaisseurs, composition chimique), étant définies par les conditions du milieu (marin, climatique), sont parmi les bio-indicateurs de la détermination du changement climatique. Aucune recherche scientifique, jusqu'à ce jour n'a été réalisée sur ce pôle de récif ; nos données constituent, dans une certaine mesure, une base pour tout suivi ultérieur. Le prélèvement des échantillons de *Porites lobata* sur les deux sites ($S15^{\circ}46'24.0'' E 046^{\circ}02'28.4''$ et $S15^{\circ}044'44.0'' E 046^{\circ}03'12.5''$) a été réalisé par plongée sous-marine et les coraux massifs ainsi collectés ont été amenés au laboratoire de minéralogie du Ministère des Mines à Antananarivo pour être taillé en fines lamelles en vue tout d'abord de la détermination de leur composition minéralogique au microscope polarisante et en suite en plaques pour la radiographie aux rayons X permettant le dénombrement des stries d'accroissement annuel. Les paramètres physico-chimiques de surface de l'eau de mer de deux sites (températures $18^{\circ}C$ et $17^{\circ}C$, les salinités 36‰ et 33‰) ne diffèrent guère des valeurs des données moyennes régionales correspondant au période de nos prélèvements. La profondeur de l'eau de mer varie entre 3 à 7 mètres à marée haute en périodes de vives eaux avec une visibilité comprise entre 5 et 10 mètres. Le taux de recouvrement des coraux vivants (CV) est relativement faible, inférieur à 40% avec la présence des coraux morts (CX) et de traces blanchissement et de prédateurs des coraux *Acanthaster plancii*. L'analyse de la composition minéralogique par microphotographie révèle que le squelette des coraux est formé essentiellement par des calcites (carbonate de calcium) se présentant en texture noduleuse. L'âge des échantillons de coraux varient de 2,4 en 18,4 années avec un taux de croissance moyenne de 1,25 cm par an. L'observation des clichés radiographiques montre que les épaisseurs des stries de croissance varient de 0,9centimètre à 1,6 centimètre ; ce qui est due au phénomène de changement climatique du milieu marin. Nous pouvons donc dire que la formation corallienne d'Ambohibao, Antrema soit apparemment jeune en bonne santé se développant dans un habitat non perturbé par le phénomène de sédimentation. Les caractéristiques des stries d'accroissement seraient essentiellement dues aux variations de la température du milieu océanique.

Introduction

La caractéristique essentielle des récifs coralliens est l'extrême diversité des peuplements floristiques et faunistiques qui les composent et les rend comparables à la forêt tropicale ; elle explique l'existence d'une grande variété de ressources halieutiques et minérales. Madagascar, situé dans le

Sud-ouest de l'Océan indien, fait partie du domaine indopacifique tropical où les récifs coralliens constituent l'écosystème marin littoral type. Ces derniers sont surtout très développés le long de la côte Ouest. Au total les récifs coralliens malgaches s'étendent le long de la côte sur environ 1400 km, à cela s'ajoutent les bancs coralliens et les hauts fonds du large. Ils couvrent en totalité une superficie estimée à 2400 km² (Cook et al. 2000).

Le littoral de la Région Boeny fait partie de la côte Ouest de Madagascar qui est normalement parmi la principale zone de prolifération des récifs coralliens. Pourtant, Mahajanga est plutôt connu par les écosystèmes mangroves que par les récifs coralliens. Cela pourrait être due à ce qu'il n'y pas de formation corallienne assez développée pour intéresser les scientifiques dans la Région. Cette étude constitue la première base scientifique sur la recherche sur le pâtre récifal d'Antrema.

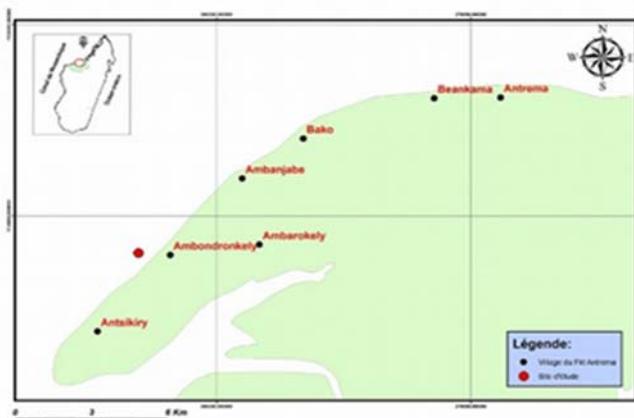
L'objectif global du travail de recherche est déterminer les impacts du changement climatique sur les récifs coralliens de Madagascar en exploitant les données révélées par les stries de croissance dans les squelettes calcaires des échantillons de coraux massifs ainsi que par la collecte des données bioécologiques et socio-économiques des sites d'étude.

Donc les objectifs spécifiques sont multiples : (i) la caractérisation des conditions socio-économiques des sites d'étude; (ii) le Suivi et évaluation de l'état de santé de la formation récifale du site (Couverture corallienne, Poissons indicateurs, invertébrés, blanchissement des coraux, parasites, vulnérabilité, résilience des coraux,...); (iii) la détermination de l'âge, du rythme de croissance, du taux de croissance en examinant les stries d'accroissement annuel qui se présentent en bandes sombres et bandes claires sur les clichés radiographiques obtenus au rayon X ; (iv) la projection et la comparaison des modèles de croissance des échantillons des coraux par site; (v) l'analyse et l'interprétation des éventuels signes de perturbation de la croissance des coraux (stress, anomalie, mortalité partielle, ...) pouvant être liées à la variabilité de l'environnement du milieu et au changement climatique; et (vi) la proposition des mesures de conservation et de gestion convenable pour la protection du site.

Matériels et méthodes

Site d'étude

Les échantillons des coraux vivants ont été prélevés dans deux sites du village d'Ambanjabe dans la Zone périphérique de l'Aire Protégée d'Antrema, Fokontany Antrema, Commune rurale Katsepy, District Mitsinjo, Region Boeny, Madagascar : Anoriana, (S15°46'24" E046°02'28.4") et Ambatonankoay (S15°044'44.0" E046°03'12.5').



Ce site est inclus dans une région à climat tropical sec à deux saisons contrastées : la saison humide de Novembre à Avril et une saison sèche de Mai à Octobre. La température moyenne est de l'ordre de 27°C. Cette valeur indique un climat relativement chaud. La moyenne des températures minimales est de 21°C et celle des maximaux est de 32°C. Le mois le plus froid se situe au mois de juillet et la période la plus chaude correspond au mois de Novembre.

La pluviosité moyenne annuelle est de 1454 mm et présente une répartition inégale dans le temps. En moyenne, il pleut 83 jours par an. Le mois de janvier est le mois le plus arrosé (451mm) et le minimum de pluviosité, d'une valeur de 0,6mm, a été enregistré au mois de juillet. La vitesse moyenne annuelle de vents est environ de 11km/h. Le vent du secteur Nord-Ouest prédomine pendant toute l'année. La péninsule fait partie de la région atteinte par 28% des cyclones ayant touché Madagascar depuis 20 ans. Mais la Nouvelle Aire Protégée d'Antrema n'est pas épargnée du passage de cyclones. En effet, des cyclones nés dans le canal de Mozambique dénommés Kamisy en 1984 et Cynthia en 1991 ont frappé sévèrement la péninsule et ont causé de nombreux dégâts en particulier sur la faune et la flore. Treize ans après, trois cyclones, Célia, Elita et Gafilo sont passés successivement ont causé de nombreux dégâts dans la Région (Roger et al. 2004).

Collecte des données bioécologiques et socio-économiques

En premier lieu, les enquêtes communautaires à Ambanjabe ont basés surtout sur l'historique de la zone récifale ; les questions primant donc la discussion aussi concernaient l'utilisation du milieu et sur les activités de pêche existantes dans le but de comprendre le niveau de pression et les menaces. Ensuite, après avoir prélevé les paramètres physico-chimiques de l'eau, nous avons entamé une plongée en apnée pour l'évaluation rapide de l'état de santé du pâté récifale et surtout de prélevé les échantillons de coraux massifs du fond de long.

Traitements des échantillons de coraux

Les échantillons des coraux ont été amenés dans le laboratoire de Minéralogie du Ministère de Mine à Ampandrianomby, Antananarivo Madagascar pour le taillage en lamelle et en plaquette à l'aide d'un scieur et polisseur. Les lamelles ont été observées au microscope polarisante en lumière naturelle et artificielle pour découvrir les compositions minéralogiques ; tandis que les plaquettes minces ont été ensuite transporté vers le laboratoire de radiographie dans le Centre Hospitalier Mahavoky Sud, Majunga, Madagascar.

Traitements des échantillons

Pour faciliter la lecture et le comptage des stries d'accroissement et comme il est impossible d'obtenir des images numériques de la radiographie, les clichés ont été photographié à l'aide de camera de 32 mégapixels. Ensuite les images ainsi obtenues ont été améliorés à l'aide d'un logiciel photofiltre.

Validation de l'âge des coraux par méthodes statistiques

Après comptage de stries, les données issues de comptages de deux clichés ont été traités avec un test statistique appelé *test t* ou *test statistique des données appariées* dans le logiciel *Statistica version 6* pour valider la méthode de comptage effectué ainsi que l'âge du squelette calcaire obtenu.

Résultats

Paramètres physico-chimiques de l'eau de mer

Les paramètres physico-chimiques de surface de l'eau de mer de deux sites (températures 18°C et 17°C, les salinités 36‰ et 33‰) ne diffèrent guère des valeurs des données moyennes régionales correspondant au période de nos prélèvements. La profondeur de l'eau de mer varie entre 3 à 7 mètres à marée haute en périodes de vives eaux avec une visibilité comprise entre 5 et 10 mètres.

Etat de santé des coraux

D'une façon globale, les formations corallines se sont installées de façon sporadique entre les herbiers. Elle est dominée par les coraux massifs genre *Porites* et coraux foliacés du genre *Pavona*. Pour les deux sites, les formations corallines sont largement dominées par les coraux morts pouvant atteindre jusqu'à 46% avec un taux de couverture des coraux vivants 40%. Les restes sont des coraux mous, des roches, du sable, des assemblages algales et des roches. Donc, un fort taux de mortalité d'une part mais en bonne santé car il y a une forte régénération des coraux digités du genre *Porites* d'autre part.

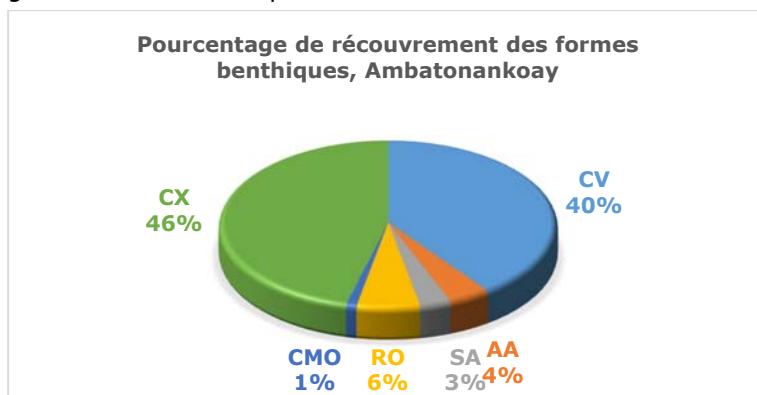


Fig 1. Taux de recouvrement des formes benthiques
(CV)C. vivants, CMO) C. mous, (CX) C. morts (AA) Assemblage algale, (SA) Sable, (RO) Roches

Composition minéralogique des coraux

Les images obtenues à partir de la microphotographie révèlent la composition du squelette des coraux massifs qui est formé essentiellement de calcite (carbonate de calcium). La calcite se présente en texture noduleuse. (Fig. 2)

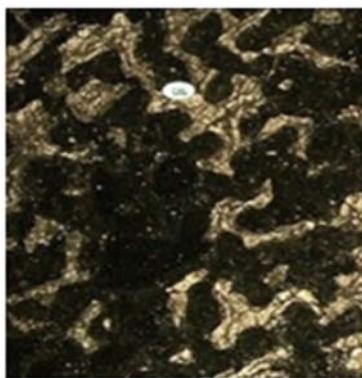


Figure 2 : **Microphotographie (5X)**
en lumière polarisée

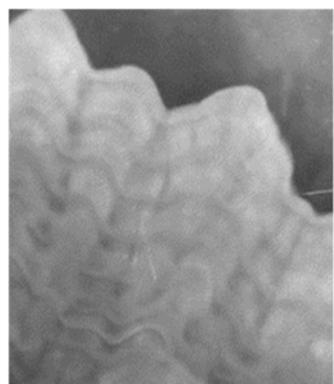


Figure 3. **Cliché radiographique**
au rayon X

Comptage des stries de croissance

Le comptage des bandes de croissance est la technique élémentaire directement, applicable sur les radiographies. Une bande soit sombre soit blanche claire correspond à 6 mois. Un couplet « bande claire plus bande sombre » correspond généralement à une année de croissance. (Fig. 3)

Tableau 1: Test t pour des échantillons appariés données sur le comptage des stries de croissance

Variable	Test t pour des Echantillons Appariés (Données sur le comptage de stries de croissance) Différences significatives marquées à $p < 0,05000$							
	Moyenne d'âge	Ecart-type	N	Différ.	Ec-type Différ.	T	DI	p
cliché 1	16,8	2						
Cliché 2	17,5		19	- 0,70	2,42	- 1,33	18	0,20

Taux de croissance annuel de la colonie

Le taux de croissance de la colonie est le rapport entre la taille de la plaquette de coraux et l'âge approximatif obtenu. Le taux de croissance des coraux échantillonnes est égal à 1.25 cm/an.

Discussions

Condition de vie des coraux

En se référant aux conditions normales d'installations des coraux, les paramètres environnementaux acquis sur terrain dans les deux sites d'étude montrent que le littoral de la NAP Antrema remplit les conditions favorables au développement des coraux qui sont des organismes extrêmement exigeants.

En observant les peuplements benthiques, la couverture corallienne est relativement faible. Le taux de recouvrement est moins de 40 % (selon la cotation de recouvrement de Dahl, 1981). Les coraux forment des microatolls de petite taille pour le site d'Ambarokely mais pour le site d'Antsakokely, les formations coralliennes sont plus vastes et s'étendent sur une centaine de mètre. Les formations coralliennes sont fortement dominées par les espèces de coraux massifs (Genre : *Favia*, *Favites*. ...) et par des coraux foliacés (Genre : *Platygyra*). Les acropores ne sont pas assez nombreux. Les colonies d'*Acopora* sont la plupart de petite taille.

Composition minéralogique des coraux

Les images microscopiques montrent que le squelette des coraux est formé essentiellement par des carbonates de calcium (Aragonite) ce qui les rend dures comme les roches calcaires. La disposition des calcites est en structure noduleuse. Les autres minéraux comme le strontium, le sodium et le magnésium ne sont pas perceptibles par le microscope mais par d'autres moyens technologiques.

Impact de la dimension des plaquettes sur la qualité des clichés

Donc la dimension des plaquettes ont des impacts sur la lisibilité des clichés ce qui provoque la différence lors le comptage des anneaux de croissance. Ainsi pour avoir des meilleurs résultats, il faut réaliser des coupes fines avoisinantes de 3mm avec une dimension extrêmement constante sur toute la plaquette calcaire.

Age approximatif des récifs coralliens

En combinant les données sur les biométries des échantillons de coraux et le taux de croissance moyenne de la colonie, l'âge des récifs coralliens de l'aire protégée Antrema est compris entre 2.4 ans et 18.6 ans. Nous pouvons dire que les colonies des coraux massifs sont des coraux jeunes par rapport autres colonies de *Porites lobata* dans les grands barrières de récifs d'Australie qui peuvent atteindre jusqu'à plus de 4 mètres de hauteur.

Tableau 2: Statistiques descriptives des données sur les échantillons des coraux de la NAP Antrema

Variables	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Taille (cm)	14,2	3,0	23,0	7,3
Volume (cm3)	6 466	1 257	12 933	4 220
Age des coraux (an)	11,4	2,4	18,4	5,8

Conclusion

La présente étude a pour objectif la détermination de l'âge de *Porites lobata* (Dana, 1846), échantillonés d'Antrema dans deux sites du pâté récifal ($S15^{\circ}46'24.0'' E046^{\circ}02'28.4''$), périphérique de l'Aire Protégée (Région Boeny, Majunga) par la squelette-chronobiologie. Parallèlement, elle a permis d'identifier sa biologie et les écosystèmes qui lui sont associés. Les caractéristiques des stries de croissance (nombre, épaisseurs, composition chimique), étant définies par les conditions du milieu (marin, climatique) sont parmi les bio-indicateurs de la détermination du changement climatique. Aucune recherche scientifique, jusqu'à ce jour n'a été réalisée sur ce pâté de récif ; nos données constituent, dans une certaine mesure, une base pour tout suivi ultérieur. Le prélèvement des échantillons de *Porites lobata* sur les deux a été réalisé par plongée sous-marine et les coraux massifs ainsi collectés ont été amenés au laboratoire de minéralogie d'Antananarivo pour être taillé en fines lamelles en vue tout d'abord de la détermination de leur composition minéralogique au microscope polarisante et en suite en plaques pour la radiographie aux rayons X permettant le dénombrement des stries d'accroissement annuel. Les paramètres physico-chimiques de surface de l'eau de mer de deux sites (températures 18°C et 17°C , les salinités 36‰ et 33‰) ne diffèrent guère des valeurs des données moyennes régionales correspondant au période de nos prélèvements. La profondeur de l'eau de mer varie entre 3 à 7 mètres à marée haute en périodes de vives eaux avec une visibilité comprise entre 5 et 10 mètres. Le taux de recouvrement des coraux vivants (CV) est relativement faible, inférieur à 40% avec la présence des coraux morts(CX) et de traces blanchissement. L'analyse de la composition minéralogique par microphotographie révèle que le squelette des coraux est formé essentiellement par des calcites (carbonate de calcium) se présentant en texture noduleuse. L'âge des échantillons de coraux varient de 2,4 en 18,4 années avec un taux de croissance moyenne de 1,25 cm par an. L'observation des clichés radiographiques montre que les épaisseurs des stries de croissance varient de 0,9centimètre à 1,6 centimètre ; ce qui est due au phénomène de changement climatique du milieu marin. Donc, nous pouvons dire que la formation corallienne d'Ambarajabe, Antrema soit apparemment jeune en bonne santé se développant dans un habitat non perturbé par le phénomène de sédimentation. Les caractéristiques des stries d'accroissement seraient essentiellement dues aux variations de la température du milieu océanique.

Bibliographie

- Bessat, B., (2000). *La mémoire des coraux : A la recherche des secrets du climat.* 340pages.
- Bessat, F., Tabeaud M. (1998). *La croissance corallienne : un marqueur des environnements actuels et passés.* In : Annales de Géographies. 19 pages.
- Guyard, A. (1979). Coraux des Antilles. Le corail et son environnement. 113 pages. Diapositives CDDP Guadeloupe Edition.
- Charles R.C.S, Simon K.D., Graham M.P. (2012). *The Biology of coral reefs.* Oxford University Press. 339 pages.
- Cook,A., O Ratomahenina., E Ranaivoson and H. Razafindrainibe,(2000).Chapter 60. Madagascar. In Sheppard, C.R.C (eds). *Seas at the millennium: an environmental evaluation.* Volume 2. Regional chapters: The Indian Ocean to the Pacific. Pergamon, Amterdam. P 113-131.
- Inconnu, (2009). *Diversité des coraux. Vie et Océane.* 10 pages
- Inconnu, 2013. *Plan d'Aménagement et de gestion de la nouvelle protégée d'Antrema.* 61 pages.
- Jon, B. (1993). *Coral reef ecology.* University of the South Pacific. Institute of Education. 102 pages

Lasne, G., (2010). Inventaire des coraux scléractiniaires du Grand Lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie. Edition CIRSP/IRD. 156 pages.

Mark D.S, Edmund P.G, Corinna R. (2001). *World Atlas of Coral reef.*

17. Etudes préliminaires des foraminifères Benthiques de Madagascar, potentiels bio indicateurs de l'état écologique des écosystèmes marins

Erica Bicchi¹⁻², Anna Sabbatini ³, **Yves Jean Michel Mong⁴**, Magali Schweizer³

¹ *ESAIP LA SALLE-18, rue du 8 mai 1945 - CS 80022 - 49180 Saint-Barthélemy d'Anjou, France*

² *UMR 6112 CNRS LPG – BIAF, Université d'Angers, 2, Boulevard Lavoisier, 49 045 Angers, France*

³ *DISVA- Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, 60131, Ancona, Italie*

⁴ *CNRE (Centre National de Recherches sur l'Environnement), Antananarivo, Madagascar*

Les foraminifères sont des micro-organismes unicellulaires marins, benthiques ou planctoniques; ils occupent les niches écologiques les plus diverses, entre milieux margino-littoraux et profondeurs abyssales. Les foraminifères constituent une partie très importante de la biomasse marine et ils concourent à l'accumulation des sédiments sur les fonds marins grâce à leur test carbonaté qui fossilise. De ce fait, ils participent au cycle du carbone de la planète et à la régulation du climat. Grâce à leur court cycle vital, ils réagissent très vite aux modifications environnementales. Ainsi, les foraminifères jouent le rôle d'acteurs et de témoins des changements climatiques et environnementaux actuels et fossiles. Dans ce contexte l'étude de la biodiversité des foraminifères, de leur écologie et de la présence/absence d'espèces sensibles aux perturbations environnementales naturelles et/ou anthropiques, constitue une étape importante pour l'évaluation de l'état de santé des environnements marins impactés à la fois par les variations climatiques que par les activités anthropiques.

Dans le cadre de cette étude, couplée à une étude de la qualité des eaux et des sédiments, deux sites ont été sélectionnés en fonction de leurs caractéristiques environnementales (écosystèmes de mangrove, estuaire, de baie et récif corallien) et des activités anthropiques qui y sont liées: Mahajanga (baie de Bombetoka, estuaire du fleuve Betsiboka) et Tuléar. Un troisième site a été échantillonné comme site de référence: Nosy Vé.

Matériels et méthodes

Un total de 50 échantillons d'eau et de sédiment ont été prélevés; 25 ont été échantillonnés *on shore* manuellement et 25 *off shore* avec une benne pour les sédiments et avec des flacons en polyéthylène haute densité, pour l'échantillonnage de l'eau. En parallèle les paramètres physiques de l'eau (profondeur, salinité, pH, oxygène dissous et température) ont été mesurés à l'aide d'une sonde PCE-PHD 1 MESUREUR D'OXYGENE H2O PCE-PHD 1 et ELECTRODE PH WTW SENTIX 41.

Les échantillons de sédiments ont été stockés dans des flacons avec deux différentes solutions d'éthanol dilué à 95% et 70% et tamponné avec rose Bengale (1g/l) pour évaluer la différente préservation des tests carbonatés et agglutinés et la présence des espèces des foraminifères avec une coquille organique (i.e., allogromiides); une série sélectionnée d'échantillons a été préservée aussi en solution formol 4% tamponné avec rose Bengale (1g/l) pour l'effective préservation des foraminifères organiques. Les échantillons d'eau ont été stockés dans de flacons et acidifiés avec 2 ml d'acide nitrique concentré pour 1 litre d'eau.

Seulement une partie des échantillons a, pour le moment pu être analysée, mais les techniques des traitements seront les mêmes pour tous.

Les échantillons des sédiments ont été tamisés pour une analyse granulométrique. Les foraminifères benthiques vivants des échantillons de Mahajanga ont été piqués sous une loupe binoculaire à l'aide d'un pinceau, placés dans des cellules, puis identifiés jusqu'au niveau de l'espèce. Seuls les individus montrant un protoplasme coloré par le Rose Bengale ont été considérés comme vivants. Certains individus appartenant à l'espèce *Ammonia* ont fait l'objet d'un séquençage ADN ribosomique haut-débit à partir de l'ADN environnemental.

Pour les analyses en cours, chaque échantillon, de cette campagne 2017, sera ensuite tamisé pour séparer 2 fractions granulométriques, > 125 µm et 63-125µm. Ces deux fractions seront utilisées pour l'étude des faunes de foraminifères suite aux recommandations du groupe FOBIMO (Schönfeld et al, 2012).

Une analyse chimique de l'eau et de sédiment a été effectuée pour le moment sur les seuls échantillons de Mahajanga. Les espèces chimiques analysées ont été les suivantes: Cr, Cd, Zn, Ni, Fe, Mn, NH₃, NO₃, PO₄.

Résultats préliminaires

Les données relatives au premier census de biodiversité de foraminifères, non seulement morphologique mais aussi moléculaires (séquençage de spécimens individuels et séquençage haut-débit à partir de l'ADN environnemental) couplées avec les données d'analyses physico-chimiques de sédiments et de l'eau ont permis d'identifier:

Un écosystème de récif corallien (Tuléar): caractérisé par des espèces épiphytes et épilithes comme *Rosalinasp.*, *Soritessp.* et *Amphisteginasp.*

Un écosystème de mangrove (Mahajanga et Tuléar), caractérisé par des espèces adaptées à des conditions physico-chimiques journalières et saisonnières très variables comme *Ammoniasp.*, *Quinqueloculinasp.* et *Triloculinasp.*

Un écosystème de baie et estuaire (Mahajanga et Tuléar), caractérisé par des espèces infaunales et épiphytes, selon le type de substrat, comme *Bolivinasp.*, *Ammoniasp.*, *Rosalinasp.*, *Quinqueloculinasp.*, *Triloculinasp.*, *Elphidiumsp.* et des espèces d'allogromide comme *Psammophagasp.*

Jusqu'ici, les résultats d'analyses de l'eau et de sédiments ont permis de mettre en évidence la présences dans l'estuaire de Bombetoka des métaux lourds suivants : Ni, Cu, ZN, Cr, Mn, Pb. D'autre part, ces résultats renforcent la thèse de l'existence de deux sources de contamination de la baie, à savoir les rejets des eaux usées municipales sans traitement préalable et le transport solide (pollution tellurique) qui semble favoriser, dans une proportion assez significative, l'enrichissement naturel en métaux lourds des sédiments de l'estuaire.

Conclusion

Nos résultats préliminaires permettront de poser les bases pour l'élaboration d'un index biotique basé sur les espèces bio-indicatrices, afin de pouvoir: 1) identifier les sites résilients et ceux dégradés et 2) préconiser la mise en place de solutions de préservation ou amélioration de la dégradation des milieux pour une gestion durable de la biodiversité malgache.

Références bibliographiques

- Hayward, B. W., Holzmann, M., Grenfell, H. R., Pawlowski, J., & Triggs, C. M. (2004). Morphological distinction of molecular types in Ammonia-towards a taxonomic revision of the world's most commonly misidentified foraminifera. *Marine Micropaleontology*, 50(3), 237-271.
- Schönfeld, J. et al., 2012. The FOBIMO (FOraminiferalBIo-Monitoring) initiative - Towards a standardised protocol for soft-bottom benthic foraminiferal monitoring studies. *Marine Micropaleontology*, 94-95: 1-13.

18. Eponges marines (Porifera) de Madagascar *Cinachyrella voeltzkowi*, *Haliclona sp.*, *Niphates sp.* : activités biologiques et contenus chimiques

Bodosoa H. RAKOTONJATOVO¹, Jean MAHARAVO², Marta H. ANDRIANTSIFERANA^{3*}

¹Centre National de Recherches sur l'Environnement, BP 1739, Antananarivo 101, Madagascar,

²Centre National de Recherches Océanographiques, Sarodravay Marodoka 207 BP 68 Nosy Be,

³Laboratoire de Chimie des "Produits Naturels" et Biotechnologie (LPNB), Faculté des Sciences Université d'Antananarivo

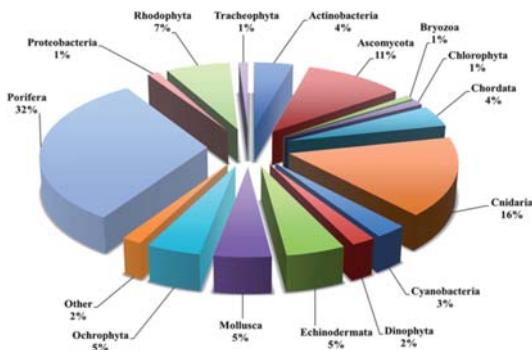
Objectif : Biodiversité marine de Madagascar, Mythe ou Réalité ?

INTRODUCTION

Sur le plan global

Le regretté Pr Pierre Potier, éminent spécialiste en Chimie des Substances Naturelles, a laissé ses écrits dans son livre intitulé "Le Magasin du Bon Dieu" [Potier, P. ; 2001, Ed. JC Lattès] : "Il n'est pas exagéré de parler de « gisement marin » quant à la biodiversité des océans... ".[3] Vers la fin des années 1980, l'étude des produits d'origine marine a pris de l'essor, et depuis elle a conduit à l'isolement de plus de 7000 substances [Kornprobst, 2005].[2] Les deux dernières décennies ont vu

explorer l'intérêt des chercheurs pour les éponges marines (Phylum Porifera). A titre d'illustration, nous présentons la **Figure 1**.



[*Nat. Prod. Rep.*, 2017, 34, 235–294]

Figure 1 : Importance de l'éponge marine (Phylum Porifera)

En effet, la littérature mentionne l'existence dans les éponges marines de modèles susceptibles de faire face aux grands défis actuels en santé publique, à savoir : les antibactériens, les anti-inflammatoires, les antipaludéens, les antiviraux, les cytotoxiques, les anticancéreux, etc. [Kornprobst, *op. citée*]

La Grande Île Madagascar

Avec ses 4.828 Km de côtes, Madagascar se situe au 1er rang parmi les "TOP 10" des Pays Africains qui possèdent les côtes les plus longues. Selon Chelsea, l'importance et la grande biodiversité de la faune marine, notamment dans les récifs du Nord, Nord-Ouest et Sud-Ouest ne sont plus à démontrer : 2230 km² de récifs coralliens, 220 espèces d'éponges. [Chelsea, 2009].[1]

Par ailleurs, le récif de Toliara est le 3ème système corallien au monde de par le nombre élevé de ses espèces marines recensées, plus de 6000.

Les éponges

Les premiers travaux sur les éponges marines ont été effectués dans le cadre du projet SAMM (1991-1994), conjointement mené par le CNRO¹⁰ à Nosy-Be, l'EESS¹¹(LPNB), l'IPM¹². Dans le cadre de ce projet, quatre composés cytotoxiques ont été isolés de l'éponge *Biemna laboutei*, une espèce nouvelle. La structure de l'un d'eux a fait l'objet d'une communication à Athènes [Ranarivelo, Y.; Lebana, L.; Laboute, P.; Andriantsiferana, M. ; Bioactivity of Madagascar sponge *Biemna sp.* And isolation of the major compound, a sterol cholesta-en-5a-3b-ol; Première Conférence sur les Produits Naturels Marins, Athènes 1997, 2-6 novembre.]. Pour les raisons évoquées, nous avons focalisé nos efforts sur les éponges. Nos travaux ont comporté deux grands volets : criblage biologique et investigation chimique. Le criblage biologique comprend des tests antimicrobien et antiplasmodial, ainsi que ceux cytotoxiques (vis-à-vis des cellules KB et P388).

MATERIELS BIOLOGIQUES

Tableau 1 : Classification et site de collecte des trois éponges étudiées

Espèces	Ordre	Famille	Localité	Profondeur	Date de collecte
<i>Cinachyrella voeltzkowi</i> ²	Tetractinellida	Tetillidae	Beravy*	Marée basse	Septembre 2011
<i>Haliclona sp.</i> ¹	Haplosclerida	Chalinidae	Beravy*	1-2m	Mai 2005
<i>Niphates sp.</i> ¹	Haplosclerida	Niphatidae	Nosin'i Demanoir**	4-7m	27 Octobre 2005

* Au large de Beravy, situé à 20 km au Nord de Toliara

** S13°30' 51.3" E48°25' 08.1" ; au large de Nosy Be

¹ Identifié par Pr J. Vacelet au DIMAR, Marseille (France)

² Identifié par Dr J. Maharavo, biologiste marin au CNRO, Nosy Be

CRIBLAGE BIOLOGIQUE

Méthodologie

Activité antimicrobienne

Le criblage relatif à l'activité antimicrobienne a été réalisé sur neuf souches bactériennes, dont six Gram positif et trois Gram négatif : *Enterobacter cloacae* (ATCC 700323), *Klebsiella oxytoca* (ATCC

¹⁰ Centre National de Recherche Océanographique à Nosy Be, pour lequel le lagon est mondialement connu pour sa richesse et sa biodiversité

¹¹ Etablissement d'Enseignement Supérieur des Sciences

¹² Institut Pasteur de Madagascar

8724), *Shigella boydii* (ATCC 9207), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027), *Escherichia coli*, *Salmonella enteridis*, *Bacillus cereus* (ATCC 13061), *Staphylococcus aureus* (ATTC 11632), *Streptococcus pneumoniae* (ATCC 6301) ; et une souche de levure : *Candida albicans*. Elles sont toutes pathogènes pour l'homme. La méthode de diffusion sur disques de diamètre 6mm a été utilisée.

Activité antiplasmodiale

L'activité antiplasmodiale a été évaluée sur la souche *Plasmodium falciparum* (FCM29), résistante à la chloroquine, utilisant la méthode de marquage de l'ADN parasitaire par le mélange fluorochrome.

Cytotoxicité MTT

Le test de cytodétection MTT (ou bromure de 3-[4,5-diméthylthiazol-2-y]-2,5 diphényltétrazolium), méthode colorimétrique, a été effectué sur les cellules cancéreuses pharyngo-laryngites KB. La cytotoxicité est estimée suivant la CI50 (concentration inhibitrice de la croissance de 50% des cellules).

Cytotoxicité Petro388

Ce test *in vitro* est effectué sur microplaqué à 96 puits et est réalisé sur les lignées cellulaires de murine P388 (leucémie lymphocytaire de souris).

Résultats

Activités microbiologiques : deux étapes A & B

Le test d'activité microbiologique a été réalisé en deux étapes:

- le criblage préliminaire sur 18 espèces d'éponge a permis de sélectionner l'espèce sur laquelle sera effectuée l'étude approfondie ;
- le test d'activité proprement dit afin d'identifier les fractions actives de l'espèce retenue.

A. Criblage préliminaire sur 18 espèces

Parmi les 18 espèces analysées, deux extraits méthanoliques, ceux du *Dysidea sp.* et du *Niphates sp.* ont présenté une activité élevée vis-à-vis des dix souches citées. Celui de *Niphates sp.*, jugé en quantité suffisante pour une étude approfondie, a été retenu, Tableau 2.

B. Identification des fractions actives de *Niphates sp.*

Tableau 2 : Résultats des tests d'activité antimicrobienne

Germes	Fractions de <i>Niphates sp.</i>					
	Brut	Hexane	DCM	AcOEt	BuOH	aqueuse
<i>Enterobacter cloacae</i>	9	6	8	6	9	8
<i>Klebsiella oxytoca</i>	8.5	6	8	6	9	8
<i>Shigella boydii</i>	9	6	8.5	6	11	8.5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7	6	6.5	6	7.5	7
<i>Escherichia coli*</i>	9	6	7.5	6	9.5	8.5
<i>Salmonella enteridis*</i>	8	6	7.5	6	8.5	8.5
<i>Bacillus cereus</i>	10	6	7	6	9	8.5
<i>Staphylococcus aureus</i>	10	6	10.5	6	11	11
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	9	6	10	6	12	9.5
<i>Candida albicans*</i>	10	6	ND	6	12	8.5

Diamètre du disque = 6mm

*Souches non typées ou référencées

ND : Non déterminé

Cinq fractions ont fait l'objet de test. La fraction butanolique a montré une activité la plus significative: 7,5mm < halo d'inhibition < 12mm

Activités biologiques

Activité antiplasmodiale

Tableau 3 : Résultat du test d'activité antiplasmodiale de l'extrait

Extrait	IC50 [µg/ml]
Extrait brut méthanolique de <i>C. voeltzkowi</i>	4,62
Extrait brut méthanolique du <i>Niphates sp.</i>	3.15

IC 50 de la quinine : 3µg/mL

Résultats : Pour les extraits, de *C. voeltzkowi* et de *Niphates sp.*, l'activité antiplasmodiale est importante

Activité cytotoxique

Cytotoxicité MTT : La fraction butanolique de *Niphates sp.* présente une activité cytotoxique intéressante avec une concentration d'inhibition IC50 de **9.258µg/ml**.

Cytotoxicité Petro388 : L'extrait brut méthanolique de *Haliclona sp.* est cytotoxique avec un pourcentage d'inhibition de **77.70%** à la concentration de 50µg/ml.

INVESTIGATIONS CHIMIQUES

Haliclona sp. et *C. voeltzkowi* ont fait en juillet dernier l'objet d'une communication affichée intitulée «Chemical Studies of Two Madagascar Marine Sponges (Porifera) *Haliclona* sp. and *Cinachyrella voeltzkowi* (Lendenfeld, 1897)» [4], Figure 2.

En conséquence, seuls les résultats les plus originaux les concernant sont présentés.

Méthodologie

Fractionnement

Les techniques chromatographiques classiques sur colonnes de silice à basse (CLBP), moyenne (CLMP), et pression élevée (HPLC), avec des phases normales et/ou inverse, ou encore la filtration sur gel d'exclusion LH20, ont été utilisées. Celles-ci, à plusieurs reprises, ont par ailleurs été effectuées en alternance avec l'extraction liquide/liquide selon Kupchan.

Isolement et Purification

Pour l'isolement, la purification, notamment des composants très polaires il a été fait appel à des équipements d'émergence récente, parmi les plus performants, tel l'UHPLC.

Procédés originaux

1. Pour la filtration sur gel LH20, le mélange éluant $\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{MeOH}$ (au lieu de celui $\text{MeOH}/\text{H}_2\text{O}$) testé pour la première fois a conduit à des résultats inattendus.
2. De même, à notre connaissance, alterner la chromatographie d'exclusion sur gel LH20 avec une extraction liquide/liquide (Kupchan) est une première.

Elucidation structurale

Cette étape ultime d'élucidation structurale a nécessité l'utilisation conjuguée des résultats d'analyses les plus diverses : CPG/SM¹³, SM¹⁴, UV-Visible, UHPLC-UV/DAD-MS QTOF¹⁵, RMN^{1H} et ^{13C} [1D, 2D].

Résultats et discussion

Haliclona sp.

Après cinq étapes de fractionnement et de purification, l'analyse en CPG/SM des stérols totaux a abouti à la détermination de 16 structures. Elles se subdivisent en : un stérol saturé, cinq stérols monoinsaturés en Δ^5 , Δ^6 , Δ^7 , cinq stérols diinsaturés en $\Delta^{5,22}$, $\Delta^{5,24(28)}$, un stérol triinsaturé $\Delta^{2,4,6}$ et quatre céstostéroïdes.

Le stérol S₁ de la Figure 3 est connu mais isolé pour la première fois de l'éponge marine.

Le stérol S₂ Cholan-6-èn-3ol est nouveau, Figure 4

[10,13-Diméthyl-17-((R)-pentan-2-yl)-2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tétradécahydro-1H-cyclopenta[a]phénanthrèn-3-ol]

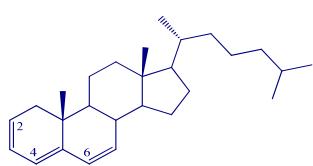


Figure 2 : Cholesta-2,4,6-triène

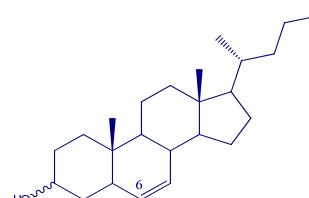


Figure 3 : Cholan-6-èn-3ol

Cinachyrella voeltzkowi

Sept étapes de fractionnement et de purification ont permis d'identifier cinq composés par analyse en UHPLC-UV/DAD-MS QTOF. Trois d'entre eux sont connus : Uracile, Xanthine, Hypoxanthine. L'éctoïne, composé connu, est isolé pour la première fois de l'éponge marine, Figure 5. Il a la capacité

¹³ Chromatographie en phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse

¹⁴ Spectrométrie de masse

¹⁵ Ultra High Performance Liquid Chromatography coupled to Diode Array Detection and Mass Spectrometry Quadrupole Time-of-Flight

de protéger la peau contre les rayonnements UV. La structure du composé **217H_M** a pu être élucidée à l'aide de son spectre de masse et celui en RMN¹H-1D, **Figure 5**.

217H_M 3-(prop-2-yn-1-ylamino) pyrimidine-2,4(1H,3H)-dione est nouveau.

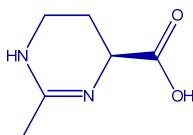


Figure 4 : Ectoïne

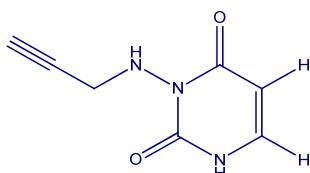


Figure 5 : 3-(prop-2-yn-1-ylamino) pyrimidine-2,4(1H,3H)-dione

Niphates sp.

L'extrait brut méthanolique de *Niphates sp.* a subi respectivement 5, 6, 9 et 12 étapes pour l'isolement à l'état pur des quatre composés suivants : 107D, 109J, 120B et 130B. Deux structures 107D et 130B ont pu être identifiées.

La structure de 130B a été établie sur la base de ses données spectrales en UV-Visible et RMN¹H. Il s'agit de la thymidine, **Figure 6**

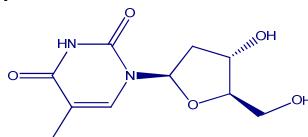


Figure 6 : Thymidine

107D a une masse moléculaire élevée M=509 et pour formule C₂₈H₅₁N₃O₅. Son élucidation structurale a été basée sur ses données en spectrométrie de masse et sur les résultats des expérimentations en RMN¹H, ¹³C, 1D et 2D : DEPT, COSY, HSQC, HMBC, NOESY.

La structure comporte deux parties bien distinctes :

- Une « moitié A » hydrocarbonée contenant deux cycles accolés ;
- Une partie B complexe ayant une chaîne étheroxydique reliée à deux hétérocycles accolés. Ceux-ci sont rattachés à la fonction ammonium quaternaire terminale, **Figure 7**

107D est un composé nouveau.

Remarque : Cette structure est particulière, car à notre connaissance elle n'appartient à aucune classe de composé rapportée dans la littérature.

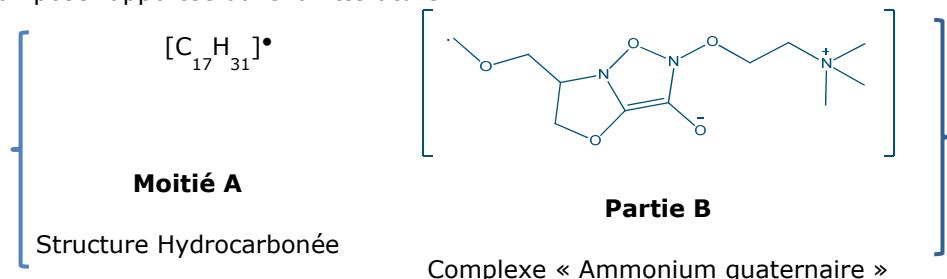


Figure 7 : 107D

CONCLUSION

Réalité de la Biodiversité du monde marin de la Grande île

Trois espèces *Cinachyrella voeltzkowi*, *Haliclona sp.* et *Niphates sp.*, collectées dans deux localités très éloignées l'une de l'autre, régions de Toliara et de Nosy Be respectivement, *tableau 1*, ont fait l'objet d'investigations : activité biologique et composition chimique. Les extraits et/ou fractions de chacune des espèces ont présenté une ou plusieurs activités biologiques : antimicrobienne,

antiplasmodiale et/ou cytotoxique. Ceci a motivé leur choix pour des études chimiques approfondies. Au cours des travaux, les difficultés rencontrées ont été de plus en plus croissantes lorsqu'on allait de *Haliclona sp.* à *Niphates sp.* en passant par *Cinachyrella voeltzkowi*. Elles concernent non seulement l'isolement et la purification des composés, mais également l'élucidation des structures. L'ensemble des travaux réalisés a révélé la présence de métabolites secondaires, structures chimiques, des plus diverses. Les structures décrites, vingt-trois (23) au total, couvrent pratiquement le spectre entier des molécules faiblement et moyennement polaires à celles à polarité extrême, dont un ammonium quaternaire : 16 stérols, uracile, 217 H_M, xanthine, hypoxanthine, ectoïne , 107D et thymidine,.

Le stérol S2 fig.4 , 217H_M fig.6 et 107D fig.8 sont des composés nouveaux. Le stérol S1 fig.3, ainsi que l'ectoïne fig.5 n'avaient jamais été décrits chez les « Porifera ».

L'on sait qu'il existe une étroite relation entre les métabolites élaborés par les éponges pour leur défense et leur environnement. Dès lors, n'apportons-nous pas ici la preuve incontestable, d'un point de vue de la Chimie des Substances Naturelles, que le monde marin entourant la Grande Île Madagascar recèle, une riche, très riche biodiversité ?

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont redevables envers :

- L'Equipe du CNRO pour la collecte de *Niphates sp.*
- Pr J. Vacelet, UMR 6540-DIMAR (Marseille, France), pour l'identification de *Haliclona sp.* et *Niphates sp.*
- Les Institutions, Centres d'Enseignement Supérieur et de Recherche Nationaux et Internationaux, qui ont ouvert leurs laboratoires et ainsi permis de réaliser divers travaux expérimentaux :
 - Le CNARP dirigé par Dr M. Ratsimbason, l'IMRA en particulier Dr D. Ramanitrahasimbola, le CNRE notamment O. Rambeloson, respectivement pour: les tests antiplasmodial, de cytotoxicité P388 et antimicrobien ;
 - MMS, ISOMER, UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Université de Nantes sous la direction des Professeurs J.-F. Biard, G. Barnathan, avec l'appui technique de Vony Rabesaotra, où ont été réalisés l'analyse des Stérols et le test de cytotoxicité KB ;
 - Le Laboratoire de Botanique-Pharmacognosie UMR 557, CESN, Ecologie Microbienne, UCB Lyon 1, supervisés par Pr M.-G. Dijoux-Franca avec l'aide de Dr I. Kerzaon, de multiples expériences en HPLC, UHPLC / DAD / MS, ainsi que des expérimentations en RMN ¹H, ¹³C, 1D et 2D y ont été effectués.
- Dr R. N. Andriamaharavo et Dr A. Perrot pour leur précieuse aide afin d'étoffer la bibliographie.
- Dr H. ANDRIAMANANTOANINA, Co-Encadreur des travaux chimiques.

Nos travaux ont bénéficié de l'appui financier de la Coopération Française, MADES (MADagascar Enseignement Supérieur) (/ FAC / SCAC), et celui du GDRI (Groupement de recherche international). Nous remercions le MESUPRES de nous avoir permis de prendre part au Forum de la Recherche 5ème édition sur la « Biodiversité Marine » à Nosy Be.

BIBLIOGRAPHIE

Chelsea, N.; *ISP Collection.* , 2009, Paper 660.

Kornprobst, J. M.; Ed. Ted & Doc. Paris Lavoisier, 2005, 2 volumes, 1830 pages.

Potier, P.; Chast, F.; Ed. JC Lattès, ISBN 2709632039, 9782709632034, 2001, 272 pages.

Rakotonjatovo, B.H. ; Kerzaon, I. ; Andriamanantoanina, H. ; Dijoux-Franca, M.G. ; Andriantsiferana , M.H. ; 2017, July 29 – August 2, Poster P233, Hilton Portland.

19. Etude et Suivi des espèces menacées (Requins de Madagascar)

ADOUHOURI Aly Bachiry - CNRO

I. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1. Contexte

Madagascar est riche en écosystèmes marins et côtiers et est considéré comme pays prioritaire pour la conservation de la biodiversité marine, en raison de sa richesse en espèces. Selon Cooke (2012), il existe 81 espèces de requins et raies à Madagascar, dont 55 requins. Les requins sont des espèces menacées et certaines espèces sont en danger critique actuellement.

A l'échelle mondiale, 33 de ces espèces sont classées menacées, 6 espèces trouvées à Madagascar sont endémiques à l'échelle régionale, 7 autres sont endémiques à Madagascar et les 15 autres n'ont pas été signalées dans la liste rouge des espèces menacées de l'IUCN.

I.2. Objectifs

I.2.1. Objectif Global

Faire de suivi des espèces de requins, qui sont actuellement menacées et en danger critique à Madagascar selon CITES.

I.2.2. Objectifs Spécifiques

Identifier, déterminer toutes les espèces de requins menacées et effectuer des études bioécologiques, économiques.

II. MATERIELS ET METHODES

Enquêtes auprès des pêcheurs, Suivi des captures (Pêche), Plongée : (Suivi écologique : Récifs coralliens & Poissons) et par BRUV (Baited Remote Underwater Video : Projet avec WCS) : Un dispositif de suivi des requins, raies et possible peut être utilisé pour d'autres espèces à partir des minis camera.

Engins de pêche : Chalut, Filets maillants, Palangres, Filet Jarifa, la Traine et Ligne.

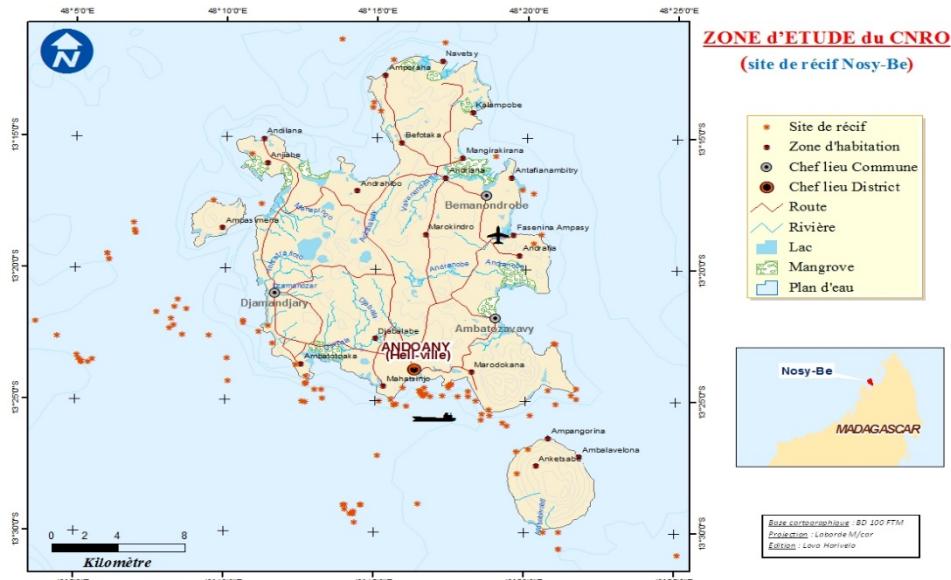
III. RESULTATS

III.1. Zones d'étude et de suivi.

Cap Saint André – Riv d'Embouchure de Sambao (Besalampy)

Il se trouve au Nord-Ouest de Madagascar dans la **zone A** de la pêche côtière malgache, c'est l'ancienne zone I et II qui se situe entre le cap Saint Sébastien au Nord et la pointe d'Angadoka au sud.

Autour de Nosy Be



Baie d'Ambaro. Elle trouve Côte Ouest descend vers le Sud dans la **zone C**: Cap Saint André jusqu'à l'embouchure de Rivière de Sambao Besalampy.

III.2. Espèces de requins recensées à Madagascar.

Résultats de suivi sur les espèces de requins de Madagascar entre 2013 et 2016 dans la région Nord et Ouest :

Parmi les 55 espèces de requins existant à Madagascar, on a :

25 espèces de requins ont été trouvées, identifiées et confirmées, dont 7, les plus capturées par les pêcheurs ; 3, En Danger ; 12, Vulnérables ; 7, Quasi Menacés ; 2, Préoccupations mineures ; 1, Données Insuffisantes et 1, endémique.

14 espèces recensées par enquête, mais non pas encore trouvées ou identifiées, parmi eux 4, Vulnérables ; 6, Quasi Menacés ; 2, Préoccupations mineures ; 2, Données Insuffisantes et 0, endémique.

16 espèces se trouvent dans la liste (littérature) des requins existant à Madagascar, mais non encore trouvées, ni identifiées. Dont 2, En Danger ; 3 Vulnérables ; 5, Quasi Menacés ; 2, Préoccupations mineures ; 4, Données Insuffisantes et 4, endémiques.

Les espèces de requins les plus capturées par pêcheurs :



Carcharhinus amblyrhynchos (Bleeker, 1856) : Akiho (Requin gris)

Famille : CARCHARHINIDAE
Statut UICN : NT (Quasi menacé).

Carcharhinus melanopterus (Quoy & Gaimard, 1824) : Akiho Joby Helatra (Requin à Pointes noires).

Famille : CARCHARHINIDAE
Statut UICN : NT (Quasi menacé).

Sphyrna lewini (Griffith & Smith, 1834) : Akiho antedromaso ou viko (Requin marteau halicorne).

Famille : SPHYRNIDAE
Statut UICN : EN (En Danger).



Stegostoma fasciatum (Hermann, 1783). Akiho (Karazana hafa_Réquin Zèbre ou Léopard).

Famille : STEGOSTOMATIDAE
Statut UICN : VU (Vulnérable).



Carcharhinus albimarginatus (Rüppell, 1837). Akiho Fasy (Requin pointe blanche)

Famille : CARCHARHINIDAE

Statut UICN : NT (Ouasi menacé).

Les espèces de requins trouvées et confirmées



Carcharhinus leucas (Müller & Henle, 1839). Akio Fasy (Requin Bouledogue).

Famille : CARCHARHINIDAE
Statut UICN : NT (Quasi menacé).



Sphyrna mokarran (Rüppell, 1837). Akiho antedromaso ou viko (Grand Requin marteau)

Famille : SPHYRNIDAE
Statut UICN : EN (En Danger).

Espèces	Liste rouge : IUCN	Famille
<i>Carcharhinus longimanus</i> (Poey 1861) Akiho (Requin Océanique)	VU : Vulnérable	Carcharhinidae
<i>Carcharhinus sorrah</i> (Müller & Henle, 1839) Akiho (Requin à queue tachetée)	NT : Quasi menacé	Carcharhinidae
<i>Galeocerdo cuvieri</i> (Péron & LeSueur, 1822) Akiho kary (Requin tigre commun)	NT : Quasi menacé	Carcharhinidae
<i>Rhizoprionodon acutus</i> (Rüppell, 1837) Akiho (Requin à museau pointu)	LC : Préoccupation mineure	Carcharhinidae
<i>Triakodon obesus</i> (Rüppell, 1837) Akiho Lavejaka (Requin corail)	NT : Quasi menacé	Carcharhinidae
<i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus, 1758) Akiho Beloha (Grand requin blanc)	VU : Vulnérable	Lamnidae

Espèces	Liste rouge : IUCN	Famille
<i>Isurus oxyrinchus</i> (Rafinesque, 1810) Akiho (Requin Taupe bleue)	VU : Vulnérable	Lamnidae
<i>Isurus paucus</i> (Guitart, 1966) Akiho (Requin petite taupe)	VU : Vulnérable	Lamnidae
<i>Odontaspis ferox</i> (Risso, 1810) Akiho (Requin féroce)	VU : Vulnérable	Odontaspididae
<i>Nebrius ferrugineus</i> (Lesson, 1831) Akiho (Requin nourrice fauve)	VU : Vulnérable	Ginglymostomatidae
<i>Chiloscyllium caeruleopunctatum</i> (Pellegrin, 1914) Akiho (Requin chabot à taches bleues)	EN : En Danger	Hemiscylliidae
<i>Rhincodon typus</i> (Smith, 1828) Akiho (Requin Baleine)	VU : Vulnérable	Rhincodontidae

Espèces	Liste rouge : IUCN	Famille
<i>Loxodon macrorhinus</i> (Müller & Henle, 1839) Akiho (Requin chagrin)	LC : Préoccupation mineure	Carcharhinidae
<i>Negaprion acutidens</i> (Rüppell, 1837) Akiho (Requin limon)	VU : Vulnérable	Carcharhinidae
<i>Sphyrna zygaena</i> (Linnaeus, 1758) Akiho antedromaso ou viko (Requin marteau commun)	VU : Vulnérable	Sphyrnidae
<i>Hexanchus nakamurai</i> (Teng, 1962) Akiho 02_(Requin griset)	DD : Données Insuffisantes	Hexanchidae
<i>Alopias superciliosus</i> (Lowe, 1840) Akiho (Requin renard à gros yeux)	VU : Vulnérable	Alopiidae
<i>Alopias vulpinus</i> (Bonnaterre, 1788) Akiho (Zorro : Requin renard)	VU : Vulnérable	Alopiidae

Les espèces de requins recensées (par enquête) : non rencontrées

Espèces	Liste rouge : IUCN	Famille
<i>Carcharhinus limbatus</i> (Müller & Henle, 1839) Akiho (Requin Bordé)	NT : Quasi menacé	Carcharhinidae
<i>Carcharhinus altimus</i> (Springer, 1950) Akiho (Requin Babosse)	DD : Données Insuffisantes	Carcharhinidae
<i>Carcharhinus amboinensis</i> (Müller & Henle, 1839) Akiho (Requin balestrine)	DD : Données Insuffisantes	Carcharhinidae
<i>Pseudocarcharias kamoharai</i> (Matsubara, 1936) Akiho (Requin crocodile)	NT : Quasi menacé	Pseudocarchariidae
<i>Carcharhinus brevipinna</i> (Müller & Henle, 1839) Akiho (Requin Tisserand)	NT : Quasi menacé	Carcharhinidae
<i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller & Henle, 1839) Akiho (Requin soyeux)	NT : Quasi menacé	Carcharhinidae
<i>Carcharhinus galapagensis</i> (Snodgrass & Heller, 1905) Akiho (Requin des Galapagos)	NT : Quasi menacé	Carcharhinidae

Espèces	Liste rouge : IUCN	Famille
<i>Carcharhinus obscurus</i> (Lesueur, 1818) Akiho (Requin de Sable)	VU : Vulnérable	Carcharhinidae
<i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827) Akiho (Requin gris)	VU : Vulnérable	Carcharhinidae
<i>Prionace glauca</i> (Linnaeus, 1758) Akiho (Requin peau bleue)	NT Quasi menacé	Carcharhinidae
<i>Hemipristis elongata</i> (Kluzinger, 1871) Akiho (Requin Milandre chicot)	VU : Vulnérable	Hemigaleidae
<i>Alopias pelagicus</i> (Nakamura, 1935) Akiho (Requin Renard pélagique)	VU : Vulnérable	Alopiidae
<i>Euprotomicrus bispinatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824) Akiho (Squale pygmée)	LC : Préoccupation mineure	Dalatiidae
<i>Isistius brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824) Akiho Akiho (Squalelet féroce)	LC : Préoccupation mineure	Dalatiidae

Les espèces de requins : Dans la liste des requins (Littérature), Pas encore trouvées

Espèces	Liste rouge : IUCN	Famille
<i>Holohaelurus punctatus</i> (Gilchrist, 1914)	EN	Scyliorhinidae
<i>Bythaelurus clevai</i> (Seret, 1987)	DD	Scyliorhinidae
<i>Poroderma africanum</i> (Gmelin, 1789)	NT	Scyliorhinidae
<i>Lamna nasus</i> (Bonnaterre, 1788)	VU	Lamnidae
<i>Carcharhinus brachyurus</i> (Günther, 1870)	NT	Carcharhinidae
<i>Pseudoginglymostoma brevicaudatum</i> (Günther, 1867)	VU	Ginglymostomatidae
<i>Chiloscyllium plagiostomum</i> (Anonymous [Bennett], 1830)	NT	Hemiscylliidae
<i>Pliotrema warreni</i> (Regan, 1906)	NT	Pristiophoridae
<i>Centrophorus lusitanicus</i> (Bocage & Capello, 1864)	VU	Centrophoridae
<i>Centroscymnus coelolepis</i> (Bocage & Capello, 1864)	NT	Somniidae
<i>Centroscymnus owtonii</i> (Garman, 1906)	LC	Somniidae
<i>Centroselachus crepidater</i> (Bocage & Capello, 1864)	LC	Somniidae
<i>Cirrhigaleus asper</i> (Merrett, 1973)	DD	Squalidae
<i>Squalus acutipinnis</i> (Regan, 1908)	NE	Squalidae
<i>Squalus cf mitsukurii</i> (Jordan & Snyder, 1903)	DD	Squalidae
<i>Squatina africana</i> (Regan, 1908)	DD	Squatatinidae

IV. COMMENTAIRE / CONCLUSION

Les requins jouent un rôle crucial dans les écosystèmes marins et les économies locales.

La mortalité élevée de ces espèces sont actuellement la préoccupation de tous. Peu d'études ont été menées sur l'état de la population ou sur l'évaluation des stocks de ces types de poissons cartilagineux à Madagascar.

Partout dans le monde, le principal facteur du déclin de ces espèces de requins est la surpêche et la pêche accidentelle.

Il faudrait :

- Initier des suivis des pêcheries des requins, raies et des ressources avec les pêcheurs.
- Restreindre la capture des juvéniles.
- Renforcer la sensibilisation et la capacité organisationnelle des pêcheurs.
- Utilisation de Dina.
- Créer un réseau National pour le suivi et collecte d'information sur ces poissons cartilagineux.

V. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bernard, S. 2006.** (IRD & MNHN). *Guide d'identification des principales espèces de requins et de raies de l'Atlantique oriental tropical, à l'usage des enquêteurs et biologistes des pêches.*
- Cavanagh, Rachel D. et Gibson, Claudine. 2007.** Aperçu du statut de conservation des poissons cartilagineux (*Chondrichtyens*) en mer Méditerranée. UICN, Gland, Suisse et Malaga, Espagne.
- Cooke, A.J. 1997.** Survey of Elasmobranch Fisheries and Trade in Madagascar. In: N.T. Marshall and R. Barnett (eds). 1997. *The trade in sharks and shark products in the Western Indian and Southeast Atlantic Oceans.* TRAFFIC East/Southern Africa, Nairobi, Kenya.
http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadw149.pdf#page=33.
- Cooke, A. J.R.E. Lutjeharms and P. Vasseur. 2003.** Marine and coastal ecosystems. In: S.M. Goodman and J.P. Benstead (eds.) *The natural history of Madagascar.* University of Chicago Press, Chicago.
- FAO, 2014.** On board guide for the identification of Pelagic sharks and rays Western Indian Ocean.
- FAO, 1984.** Guide des poissons commerciaux de Madagascar (espèces marines et saumâtre). Fiche FAO (Programme de Nations Unis pour le Développement) d'identification des espèces pour les besoins de la pêche.
- IOTC, 2012.** Identification des requins et des raies dans les pêcheries pélagiques de l'Océan Indien (Indian Ocean Tuna Commission).
- UICN, 2013.** Les requins et raies de France métropolitaine menacés par une pêche non durable
Communiqué de presse - 17 décembre 2013.

III- VALORISATION DE LA BIODIVERSITE MARINE

20. *Arius sp.* (Vaillant, 1894) de la côte Ouest de Madagascar : caractéristiques et statut d'exploitation actuelle

HANTANIRINA Herisoa Isabelle*, RANDRIANOELIMANANA Fenosoa Andrianina, RANDRIARILALA Fanomezantsoa, RABEARIMISA Rivo Nirina, RAFOMANANA Georges, RAKOTOZANDRINY Jean de Neupomuscène
Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques – Université d'Antananarivo

1. Introduction

La tendance d'optimisation du rendement net entraîne parfois un problème de raréfaction des ressources, via l'augmentation de l'effort de pêche, accompagnée d'une surexploitation des stocks dans le secteur halieutique. La pêche crevettière reflète souvent ce contexte et se tourne actuellement vers la valorisation des poissons d'accompagnement. *Arius sp.*, une espèce endémique de la faune aquatique de Madagascar, figure parmi les espèces de poissons d'accompagnement de la pêche crevettière de la Côte Ouest de Madagascar, commercialisée par la société SOPROMER. Ainsi, cette étude propose de déterminer le statut d'exploitation actuelle de l'espèce, à travers ses traits morphométriques, afin d'établir les mesures de gestion adéquates (Ng et Spark, 2003; Fao, 2008; Oceanic Développement, 2015). Cette caractérisation constitue une étape essentielle d'identification de l'état actuel de nos poissons et est indispensable pour mettre en avant les éventuels atouts, permettant différentes améliorations.

2. Matériaux et Méthodes

L'étude a été menée auprès de la Société SOPROMER à Antananarivo, Madagascar, pendant une durée de 2 mois, allant du mois de Novembre 2012 jusqu'au mois de Décembre 2015. L'espèce cible est constituée uniquement de *Arius sp.*, une des espèces de poissons d'accompagnement de la pêche crevettière. Le choix des spécimens est aléatoire, avec un critère d'exclusion consistant à éliminer les individus endommagés et/ou déformés.

Au total, 532 individus ont été recensés au cours de la présente étude. Des pesées et mensurations individuelles ont été effectuées, à l'aide d'une balance électronique (35kg de portée et 5g de précision), d'un ichthyomètre à butée (75cm de portée et 1mm de précision) et de deux pieds à coulisse manuels (15cm de portée et 1mm de précision). Les mensurations effectuées concernent principalement la longueur totale (LT), la longueur standard (LS), la hauteur du corps (HC) et l'épaisseur pectorale (E) (Fig. 1) et elles ont été arrondies au 1/2cm inférieur (Badts et Bertrand, 2009). Les données ont été traitées avec le logiciel JMP/SAS 5.0.1.2.

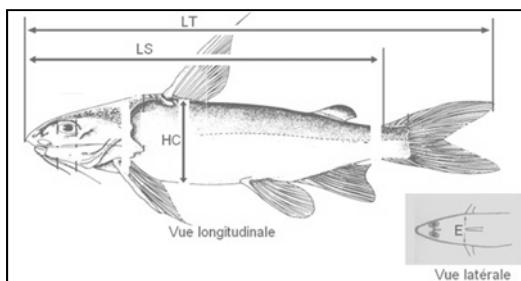


Figure 1 : Mensurations corporelles

Outre la statistique descriptive élémentaire utilisée au cours de la caractérisation morphométrique de la population, à travers l'analyse qualitative et comparative (Vessereau, 1976 ; Dagnelie, 1986), différents indicateurs biologiques ont été calculés et utilisés pour catégoriser les individus, ainsi que pour évaluer le milieu écologique de l'espèce dont :

a- la relation d'allométrie traduite par la relation taille – poids a été choisie pour renseigner l'état de la croissance pondérale et corporelle du poisson, en occurrence la forme, l'embonpoint et les variations au cours de la croissance et aussi pour identifier les éventuelles différences susceptibles d'exister entre les unités de stock de poissons de la même espèce (Le Cren, 1951), selon l'**équation (1)** : $P = a(LT)^b$ (1),

avec P : poids (g) et LT : longueur totale (cm). Cette relation exponentielle a été transformée sous forme linéaire, selon l'**équation (2)** :

$$\text{Log}P = \text{Log}a + b\text{Log}(LT) \quad (2)$$

b- l'Indice de profil (IP) a été calculé pour la classification des individus par rapport à sa conformation externe et permettant ainsi de décrire l'état de croissance de la population (Charpy, 1943 ; Daget et Durand, 1981) suivant l'**équation (3)** :

$$IP = \frac{\text{Longueur standard}}{\text{Hauteur du corps}} \quad (3)$$

c- l'Indice de section (IS) a été utilisé (rapport entre la hauteur du corps et la plus grande épaisseur), afin de distinguer la variété et de caractériser le rendement musculaire du poisson (Unger, 1930 ; Kulbicki et al., 2005) selon l'**équation (4)** :

$$IS = \frac{\text{Hauteur du corps}}{\text{La plus grande épaisseur}} \quad (4)$$

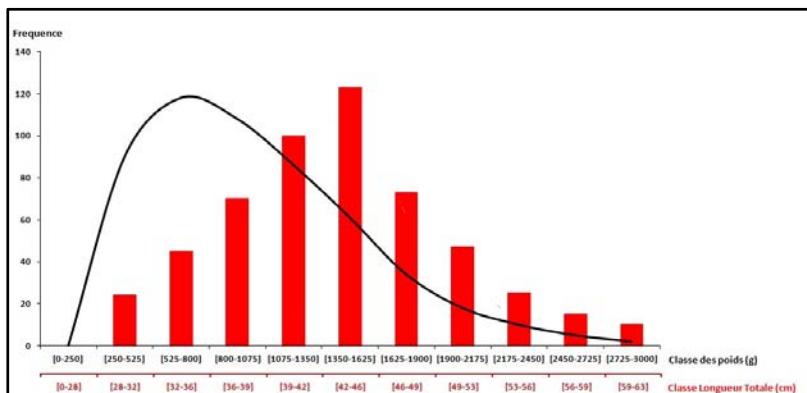
d- le facteur de condition (K) a été utilisé à la fois en tant qu'indicateur de l'état physiologique du poisson (santé, bien-être et croissance) et un critère d'estimation de l'état écologique du milieu (qualité de l'habitat, qualité de l'eau, l'activité d'alimentation de l'espèce et la disponibilité des ressources trophiques) selon l'équation de Fulton (1911), **équation (5)** :

$$K = \frac{\text{Poids}}{(\text{Longueur Totale})^3} \times 100 \quad (5)$$

3. Résultats et Discussions

3.1- Caractéristiques générales de *Arius sp.*

La structure de la population montre que la capture est composée d'individus matures en phases de reproduction (Longueur Totale=28,2 à 62,2cm > taille à la première maturité=25cm) (Kiener, 1963) (Fig. 2)

**Figure 2 : Structure pondérale et en taille de la population**

La faible fréquence des individus de petite taille peut être le résultat de la biologie de l'espèce car l'habitat des petits poissons peut être différent de celui des adultes. Par conséquent, il se peut que les larves et les jeunes de cette espèce se réfugient dans les fleuves et les mangroves (Houde, 2005). L'analyse comparative de la population étudiée montre une forte proportion d'individus de grande taille et de poids lourd (groupes 4 et 5=58%) vs individus de petite taille et de poids léger (groupe 1=7%) (Tab. 1).

Tableau 1 : Caractéristiques morphométriques d'*Arius sp.*

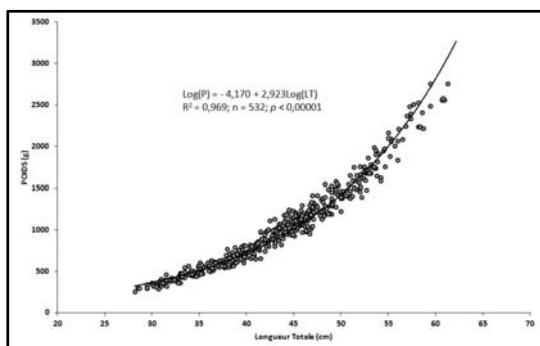
Population <i>Arius sp.</i>	N	P (g)	LT (cm)	LS(cm)	HC (cm)	E (cm)
Ensemble	532 (100%)	1018,42±514,39	43,27±7,38	33,64±5,87	8,15±1,5	7,41±1,20
Groupe 1	38 (7%)	347,24±29,76	30,89±0,40	24,00±0,32	5,80±0,11	5,37±0,07
Groupe 2	83 (16%)	493,61±20,14	34,79±0,27	26,93 ± 0,22	6,57±0,07	6,07±0,05
Groupe 3	102 (19%)	697,89±18,16	39,49±0,24	30,56±0,19	7,35±0,07	6,76±0,04
Groupe 4	237 (44%)	1152,43±11,92	46,19±0,16	35,89±0,13	8,71±0,04	7,89±0,03
Groupe 5	72 (14%)	1990,63±21,62	55,33±0,29	43,39± 0,23	10,49±0,08	9,36±0,05

P : Poids (g) ; LT : Longueur Totale (cm) ; LS : Longueur Standard (cm) ; HC : Hauteur du corps (cm) ; E : la plus grande épaisseur (cm) ; N : effectif

De cette étude, il est constaté que *Arius sp.* de Madagascar est de taille grande (LT=28,2 à 62,2 cm ; P=250 à 2750g) par rapport à celle de la Tanzanie (LT=18,00 à 29,5cm ; P=113,7 à 365g) (Lamtane et al., 2013). En effet, l'étude en Tanzanie a été réalisée sur des individus capturés dans un estuaire vs capture en pleine mer pour la présente étude. Comparant la taille des individus capturés avec la taille de maturité, il est avancé que la zone de mangrove constitue une zone de nourricerie des poissons (Lamtane et al., 2013).

3.2- Relation taille-poids

Arius sp. montre une croissance de nature allométrique minorante ($b=2,923$, $p<1\%$) sur la Côte Ouest de Madagascar, signifiant ainsi une faible croissance pondérale par rapport à la croissance en longueur totale (Fig. 3).

**Figure 3 : Evolution du poids de *Arius sp.* en fonction de la longueur totale**

Certes, le coefficient d'allométrie (b) de la présente étude est supérieur à ceux de Dan-Kishiya (2013) pour $b=1,4$ ainsi que de ceux de Ndiaye *et al.* (2015) avec $b=1,23$. Pourtant, ce résultat est conforme aux valeurs de références du coefficient d'allométrie (b) comprise entre 1,96 et 4 selon les espèces considérées (Freon, 1979; Richter *et al.*, 2000; Froese, 2006).

3.3- Indices biologiques

L'analyse des indices biométriques (Tab.2), en occurrence l'indice de profil (IP) et l'indice de section (IS) montrent qu'*Arius sp.* présente un format allongé ($4 < IP < 6$) et cylindrique ($IS > 0,45$) montrant ainsi une croissance uniforme du jeune âge au stade adulte (Kulbicki *et al.*, 2005).

Tableau 2 : Indices biologiques

Population <i>Arius sp.</i>	Ensemble	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5
Effectif	532 (100%)	38 (7%)	83 (16%)	102 (19%)	237 (44%)	72 (14%)
Indice de Profil (IP)	$4,15 \pm 0,30$	$4,15 \pm 0,05$	$4,12 \pm 0,03$	$4,18 \pm 0,03$	$4,14 \pm 0,02$	$4,16 \pm 0,04$
Indice de Section (IS)	$1,100 \pm 0,08$	$1,080 \pm 0,01$	$1,082 \pm 0,01$	$1,087 \pm 0,01$	$1,104 \pm 0,01$	$1,121 \pm 0,01$
Facteur de condition (K)	$1,16 \pm 0,11$	$1,18 \pm 0,02$	$1,17 \pm 0,01$	$1,13 \pm 0,01$	$1,17 \pm 0,01$	$1,17 \pm 0,01$

En effet, il est constaté que plus le poids est lourd plus le poisson est long, haut, épais et de meilleur rendement musculaire.

D'un autre côté, le milieu marin de la Côte Ouest de Madagascar est propice au développement de *Arius sp.* ($K = 1,18 \pm 0,02 >$ valeur de référence = 1) (Le Cren, 1951; Mulanda *et al.*, 2011; Onimisi et Ogbe, 2015).

Pourtant, entre les différentes espèces occupant le même milieu marin, il peut être avancé qu'*Arius sp.* reflète une meilleure adaptation dans le milieu marin de la Côte Ouest de Madagascar ($K=1,16 \pm 0,11$) par rapport à *Leiognathus equulus* avec $K=0,989$ à $1,043$ (Raonintsoa, 2014) mais moins que *Pomadasys maculatus* pour $K=2,27$ à $2,40$ (Rakotoarivonona, 2014).

4. Conclusion

Arius sp. est en bonne santé dans la zone de pêche de la Côte Ouest de Madagascar. L'espèce y est moyennement exploitée actuellement. L'abondance des individus de grande taille, dans la capture reflète un faible risque de surexploitation de l'espèce. Etant considéré comme espèce indicatrice des bancs de crevettes, la prédominance massive des individus, de grande taille et de taille moyenne, matures et en phase de reproduction, risque d'entraver la reconstitution de l'espèce voire le renouvellement du stock. L'approche par la morphométrie constitue un outil d'aide de gestion des ressources à renouvellement limitée à travers l'évaluation du stock et la dynamique de population de l'espèce en vue d'une exploitation raisonnable et durable des ressources halieutiques.

Références

- Badts V. et Bertrand J., 2009. Guide de la mensuration des poissons, mollusques, crustacés, reptiles et mammifères marins en halieutique. Vol. 1. Accessed Mars 17.
<http://www.archimer.ifremer.fr/doc/2009/rapport/id=6237.pdf>.
- Charpy M.R., 1943. De la détermination de l'indice en carpiculture. Bulletin Française de la Pisciculture, 129: 125-13

- Daget J. et Durand J.R., 1981. Poissons. in: Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne. Coll. Initiations-Document Techn., 45: 687-771.
- Dagnelie P., 1986. Théorie et méthodes statistiques : applications agronomiques, Volume 2, presses agronomiques de Gembloux, 463p.
- Dan-Kishiya A., 2013. Length-weight relationship and condition factor of five fish species from a tropical water supply reservoir in Abuja, Nigeria. American Journal of Research Communication Vol. 1(9): 175-187.
- Fao, 2008. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. FAO, Rome. 194p.
- Freon P., 1979. Relations tailles-poids, facteurs de condition et indices de maturité sexuelle: rappels bibliographiques, interprétation, remarques et applications, Centre de Recherche Océanographique, 68 : 143-171
- Froese R., 2006. "Cub law, condition factor and weight-length relationship: history, metaanalysis and recommendations." Journal of applied Ichthyology, 22: 241-253.
- Fulton T., 1911. The sovereignty of the sea. Edinburgh and London .In Length-weight relationship, condition factors and indices of maturity sexual: bibliographical reminders, interpretations, remarks and applications. Scientific Paper Oceanographic Research Center, 68: 143-171
- Houde L., 2005. Pêche expérimentale au réservoir Gouin en 2002. (2) Dynamique des populations de poissons. Ministère des Ressources Naturelles, de la Faune et des Parcs, Secteur Faune Québec. Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie. Rapport technique, 55p+annexes.
- Kiener A., 1963. Poisson, pêche et aquaculture à Madagascar. Cent. Tech. Forest. Trop. Publ., 24: 216p.
- Kulbicki M., Guillemot N. et Amand M., 2005. A general approach to Length-Weight relationships for New Caledonian lagoon fishes. Cybium 2005, 29(3): 235-252.
- Lamtane H.A., Nyirenda A.J.R., Mwandyia A.W., Madalla N.A. et Mnembuka B.V. 2013. Assessment of mangrove status and fish community in Pangani estuary. Proceedings of the International Conference on Reducing Climate Change Challenges through Forestry and Other Land Use Practices, 9p.
- Le Cren E.D., 1951. "The length weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*).". Journal of Animal Ecology, 20(2): 201-209
- Mulanda C., Munga C., Kimani E., Manyala J. et Musa S., 2001. Length-Weight Relationships for Nine Deep Sea Fish Species off the Kenyan Coast. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 6(2): 188-192.
- Ndiaye W., Sarr A., Diouf M., Faye A. et Mbodji A., 2015. Length-Weight Relationships of some fish species from the Bandiala River in Saloum Delta, Senegal. International Journal of Advanced Research, 3(4): 132-138.
- Ng H. et Spark S., 2003. The Ariid catfishes (teleostei: Siluriformes: Ariidae) of Madagascar, with the description of two new species. Occasional papers of the museum of zoology, 735: 1-21.
- Oceanic Developpement, 2015. Etablissement d'un document de cadrage et d'un plan d'action pour l'amélioration de la pêche crevettière industrielle à Madagascar. Rapport final, 94p.
- Onimisi M. et Ogbe F., 2015. Length-Weight Relationships and condition factor for fish species of river Okura, Kogi state, Central Nigeria. International Journal of Scientific Research and Engineering Studies (IJSRES), Vol. 2: 1-3.
- Rakotoarivonona M., 2014. Etude des caractères morphométriques du drodro (*Pomadasys maculatus*) commercialisé par SOPROMER dans la ville d'Antananarivo. Mémoire de fin d'étude. Département Elevage, ESSA, Université d'Antananarivo, Madagascar. 50p.
- Raonintsoa M., 2014. Etude morphométrique de *Leiognathus Equulus* (Forsskal, 1775) des eaux Malagasy. Cas des stocks mis en vente à Antananarivo. Mémoire de fin d'étude. Département Elevage, ESSA, Université d'Antananarivo, Madagascar. 45p.
- Richter H., Lückstädt C., Focken L. et Becker K., 2000. An improved procedure to assess fish condition on the basis of length-weight relationships. Arch. Fish. Mar. Res., 48(3): 226-235.
- Unger E., 1930. Les carpes d'élite hongroise. Bulletin Française de la Pisciculture, 24: 277-284
- Vessereau A., 1976. La statistique. 13ème Edition, Presses Universitaires de France, 127p.

21. Valorisation de la biodiversité marine pour la production de peinture biosourcée

RANDRIAMAMONJY Yvonne Anna, RAKOTOMAVO Lalaomavo Pascaline,
ROBISAONARISON Guy Joel, RAKOTOARIVONY Emma
CNRIT

Introduction

Les sels d'alginate sont des épaississants utilisés dans la fabrication des peintures pour bâtiment. Ils ont la propriété de protéger les couleurs, des rayonnements solaires et d'empêcher la pénétration des tâches dans les murs. Ils sont généralement extraits d'algues brunes. Les procédés classiques de production d'alginate comportent des étapes de conservation et de purification par l'utilisation de formol, ainsi qu'un lavage par une solution d'acide sulfurique. L'utilisation de ces produits chimiques engendre des rejets nuisibles à l'environnement et nécessite des traitements coûteux. Le formol, un nom commercial donné à une solution de formaldéhyde est un produit chimique appartenant à la grande famille des composés organiques volatiles (COV). Ces derniers, emmagasinés dans les murs lors de la peinture, sont libérés graduellement dans l'air pendant une période plus ou moins longue. L'Union Européenne classe ce produit dans la catégorie 3, en tant que « substance préoccupante pour l'homme, en raison d'effets cancérogènes possibles mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante ». Pour ces raisons, des recherches ont été entreprises au Centre National de Recherches Industrielle et Technologique, en collaboration avec une société européenne ayant une filiale à Madagascar « ECOLOGIE DESIGN », en vue d'élaborer une peinture biosourcée et exempte de formaldéhyde.

Matériels et méthodes

Les matières premières d'origines marines utilisées sont :

-Un genre de macroalgues brunes dont la classification est donnée ci-dessous :

Domaine :	Eukaryota
Règne :	Chromista
Embranchement :	Ochrophyta
Classe :	Phaeophyceae
Sous-classe :	Fucophycidae
Ordre :	Fucales
Famille :	Sargassaceae
Genre :	Sargassum

Des bivalves marins connus : Les palourdes et les huîtres.

La méthode se fait en trois étapes bien distinctes : la production d'alginate, la production de chaux et la production de peinture

1-Méthode de production des alginates

La collecte des algues : elles ont été récoltées par des pêcheurs artisanaux près du Port de Toamasina. Ce lieu a été choisi en raison de la pollution marine engendrée par la proximité du port.



Figure 1 : photo de collectes d'algues par les artisans

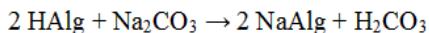
Le séchage : le caractère saisonnier de ces algues nécessite une méthode de préservation pour assurer un approvisionnement continu. L'élimination de l'eau se fait par séchage à l'ombre. Elle peut durer quatre à cinq jours en temps ensoleillé mais peut prendre une dizaine de jours en saison pluvieuse. 100 g de matière sèche nécessite 1m² de surface.



Figure 2 : photo des algues après séchage

L'extraction à chaud par carbonatation : Les algues sont immergées dans une solution de carbonate de sodium à environ 4% entre 80°C et 90°C pendant une durée de trois heures et à pH 10,5. Au terme de cette opération, l'acide alginique insoluble présent dans les cellules des algues réagit avec le carbonate de sodium pour donner de l'alginate de sodium soluble qui passe en phase aqueuse

La réaction chimique s'écrit :



Cette méthode d'extraction peut être utilisée pour la production d'autres sels d'alginate en utilisant d'autres cations divalents en excès dans l'eau.



Figure 3 : photo des algues après carbonatation

La séparation solide-liquide



Figure 3 : photo de la séparation liquide-solide

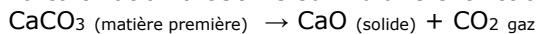
Les produits intermédiaires obtenus sont des sels d'alginate sous forme de gels.



Figure 4 : photo de gel d'alginate de sodium

2-Méthode de production de la chaux

La calcination à 850 °C suivi d'une extinction.



Et

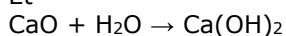


Figure 5 : photo des matières premières calcinées

3-Méthode de Fabrication de la peinture

Comme toute peinture à eau pour bâtiment, elle contient les mêmes ingrédients de base des peintures à eau pour bâtiment :

- Le liant et épaisseur qui est le composant principal de la peinture. Il sert à lier entre eux différents composants de la peinture et à lier au support. Comme matière première biosourcée, ce rôle est assuré par les sels d'alginate sous forme de gels obtenus précédemment.
 - Les solvants servent à dissoudre ou à diluer le liant pour rendre la peinture plus fluide et applicable sur le support. Ils s'évaporent pendant le séchage et émis dans l'air ambiant. Ce rôle est assuré par l'eau.
 - Les pigments sont les solides pulvérulents qui confèrent l'opacité et la couleur à la peinture. Ce rôle est assuré par de la chaux et les phases argileuses et les oxydes de terre crue.
- Le malaxage de ses éléments se fait à chaud, à une température entre 80°C et 90°C . La proportion entre les différents composants est variable en fonction des colorations voulues.

Résultats et discussions

Les peintures eau obtenues sont de teintes variées selon les couleurs des terres argileuses utilisées. Elles sont destinées pour la coloration des murs extérieurs et intérieurs des bâtiments.



Figure 6 : la palette de couleurs obtenues

Les caractéristiques mécaniques et physico-chimiques de la peinture sont résumées dans le tableau ci-après :

PARAMETRES	Valeurs et caractéristiques
Densité :	1,5
Extrait sec à 105°C	39,20 %
Cendres ménagées à 500°C	30 %
Durée de séchage	15 heures
Rendement superficiel spécifique (RSc)	7m ² /kg
Abrasion humide (selon la norme ISO 11998)	Classe 3
Epaisseur de la feuille sèche	0,4 mm

Tableau 1 : Les caractéristiques mécaniques et physico-chimiques de la peinture

Les résultats obtenus sont intermédiaires afin de pouvoir collecter des informations pour la construction d'une usine de peinture biosourcée à Madagascar. Compte tenu des écosystèmes régionaux, il est possible d'élaborer plusieurs formulations de peinture biosourcée à Madagascar et de différentes colorations.

Conclusion et perspectives

Au cours des dernières années, le Sargassum est considéré comme faisant partie des espèces envahissantes pouvant causer des dommages à l'économie et à l'environnement marin. L'exploitation commerciale de cette algue pourrait financer le nettoyage et compenser par la même occasion les impacts économiques.

Bien que le Sargassum ait un potentiel considérable, en tant que source d'alginate, une composition variable et non définie, ainsi que la présence possible de polluants marins, peuvent limiter leur utilisation dans les aliments et les usages pharmaceutiques. La peinture biosourcée est son avenir. Les méthodes de conservation par séchage, et d'extraction à chaud ne nécessitant pas l'utilisation d'acide et de formol méritent encore des recherches pour un changement d'échelle.

Bibliographie

- World Health Organisation, Regional Office for Europe, Copenhagen, Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition, 2000; ASPA-07088882301-ID ;
 Huffard, C.L.; Thun, S.; Sherman, A.D.; Sealey, K.; Smith, K.L. Pelagic Sargassum community change over a 40-year period: Temporal and spatial variability. Mar. Biol. 2014, 161, 2735–2751 ;
 La matrice des innovations théorie et pratiques,
 RAFAMANTANANTSOA Jean Gervais, Bull.Acad.Malg, 2005 (2006)

22. Essai d'élevage de *siganus sutor* à Toliara : pour une activité alternative prometteuse pour les petits pécheurs'

RAVELOHASINA Helga Berjolie, Dr RASOLOFONIRINA Richard, Dr MAHAFINA Jamal et JAONALISON Henitsoa

Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Toliara.

INTRODUCTION

La raréfaction des ressources aquatiques mondiales, en partie due à la surexploitation, a fait de l'aquaculture un secteur capital, en pleine expansion (Remoissen et al, 2013). D'autre part, la mortalité des larves de poissons coralliens est connue pour être forte dans les premiers jours de leur installation sur les récifs coralliens (Dufour et al, 1998). Arrivés au stade de juvéniles, les jeunes poissons sont cibles de certains engins de pêche, comme la senne de plage et la senne de fond, leur empêchant d'atteindre l'âge adulte et la taille commerciale.

En dépit de ces problématiques, l'élevage de poissons marins n'est pas encore vulgarisé à Madagascar. C'est pour apporter des connaissances supplémentaires que cette étude sur l'essai

d'élevage de *Siganus sutor* (*S. sutor*) à Toliara, a été faite: pour une activité alternative prometteuse pour les petits pêcheurs. Elle vise à maîtriser l'élevage en captivité des *S. sutor*, à proposer ainsi cette forme d'aquaculture comme activité alternative aux petits pêcheurs et assurer, par ailleurs, la gestion durable de l'espèce.

1-MATERIEL ET METHODES

Le matériel biologique sur lequel se base cette étude est le poisson récifal de l'espèce de *Siganussutor* (Valenciennes, 1835), connu sous le nom de Marguerite ou encore *Amboramasaky*, en malgache. Le *S. sutor* se caractérise par son corps ovale, compressé latéralement terminé par une queue fourchue (Herre et Montalban, 1928). La peau a l'aspect du cuir et est recouverte de petites écailles glissantes et qui s'y adhèrent fermement. La couleur varie largement du vert olive au marron, une couleur qui est extrêmement changeante (Munro, 1967).

Règne	: Animales
Embranchement	: Chordés
Sous-embranchement	: Vertébrés
Super-classe	: Ostéichtiens
Classe	: Téléostéiens
Ordre	: Perciformes
Famille	: Siganidées
Genre	: <i>Siganus</i>
Espèce	: <i>Siganussutor</i>



Fig. 01 : Post-larve



Fig. 02 : Juvénile



Fig. 03 : Adulte

Les post-larves (PL) servant pour l'expérimentation sont capturées au moment où elles colonisent les récifs. Dans la réalisation de cette étude, le lieu de collecte de ces PL est le Grand Récif de Toliara (GRT). La capture se fait à l'aide de pièges lumineux de type CARE. Les juvéniles quant à eux sont recueillis auprès des petits pêcheurs à la senne dans le village d'Ankilibe. Ce village se situe à 15km au Sud de la ville de Toliara à vol d'oiseau (Fanomezantsoa, 2010).

L'élevage proprement dit se réalise au laboratoire MADAFAIA au sein de l'IH.SM Toliara qui est un laboratoire d'expérimentation sur la capture et culture de post-larve (PCC). Les PL et les juvéniles sont gardés respectivement dans des aquariums de 25l pendant un mois et des bacs de 200l durant deux mois. La nourriture est composée de granulé pour les PL et de la provende ou des algues fraîches pour le cas des juvéniles. L'eau d'élevage bénéficie d'un apport en oxygène et d'un contrôle quotidien de ces principaux paramètres physico-chimique.

En termes de suivi biologique, la longueur totale ainsi que le poids des cheptels font l'objet de suivi, par mesure, au début et à la fin des phases d'élevage. A cela s'ajoute le suivi de la longueur du tube digestif (TD) des échantillons afin de connaître l'effet des aliments testés.

2-RESULTATS ET DISCUSSION

2.1-Survie

Tout d'abord, pour le cas des PL, durant la pêche, tous les individus sont arrivés vivants au laboratoire. On observe alors un taux de survie de 100%. Durant la phase d'élevage, 12 PL ont survécu jusqu'à la fin de l'expérience sur les 15 PL de départ. Le taux de survie diminue ainsi à

80%. En ce qui concerne les juvéniles, le taux de survie, durant le transport du lieu de pêche jusqu'au laboratoire est de 100%. Cette valeur se maintient durant l'élevage car tous les échantillons ont survécu tout au long de l'expérience.

2.2-Croissance du cheptel

Pour le cas des PL, le gain de poids moyen est de 0,2g/jr. Elles passent d'un poids moyen (PM) de 0,17 ($\pm 0,06$) à 0,37 ($\pm 0,13$) g. Parallèlement au poids, la longueur moyenne (LM) est passée de 2,33 ($\pm 0,18$) à 2,85 ($\pm 0,28$) cm, ce qui est le fruit d'une croissance de 0,02cm/jr. D'autre part, les juvéniles montrent une croissance de 0,13g/jr. A ce rythme, les juvéniles ont fini avec un PM de 5,95 ($\pm 1,78$) g comparé à un PM initial de 2,9 ($\pm 1,23$) g. Parallèlement au poids, les juvéniles ont une croissance linéaire de 0,08cm/jr. Avec ce chiffre, les juvéniles finissent avec une LM de 7,6 ($\pm 0,73$) cm avec une LM initiale de 5,9 ($\pm 0,73$) cm (Fig. 04)

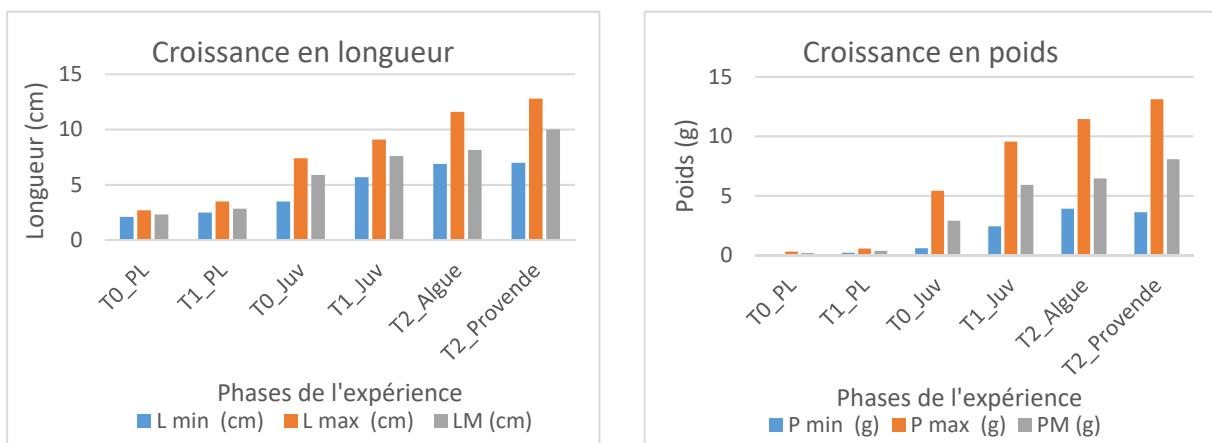


Fig. 04 : Croissance linéaire et pondérale du cheptel

2.3-Efficacité alimentaire

Parmi les trois aliments tests, le type granulé aboutit à une meilleure croissance, par rapport aux autres. Il est suivi par la provende conçue pour une alimentation piscicole. Les algues montrent une faible croissance en raison de sa faible valeur nutritionnelle et de sa composition.

2.4-Développement du TD

Au début de l'étude, les PL ont un TD 1,97 fois plus long que leur corps. A ce stade, les PL se nourrissent de planctons et de microalgues (El-Tarf et Chlef, 2008). Une élévation non significative s'observe à la fin de cette phase avec un TD 2,27 fois plus long que le corps. Contrairement au cas des juvéniles dont l'écart de la longueur du TD entre le début et la fin du cycle est significatif. Le TD passe d'une longueur 2,06 à 2,81 fois la longueur totale des échantillons. Ceci s'explique par l'utilisation d'aliment composé essentiellement ou partiellement de végétaux. Les végétaux sont difficiles à digérer (Levi, 2004) allongeant ainsi la longueur du TD pour une meilleure digestion.

CONCLUSION

L'étude de l'élevage des *S. sutor*, durant cette expérience, a permis d'approfondir les connaissances sur l'adaptation de cette espèce à la vie en captivité. L'objectif de cette étude qui est de maîtriser l'élevage de *S. sutor* est atteint. Il contribue ainsi à améliorer les connaissances en aquaculture de poissons de bouche marins, un sujet encore peu exploité à Toliara, voire même à Madagascar.

Les *S. sutor* se prêtent facilement à l'élevage, leur régime alimentaire d'herbivore en fait d'eux une espèce facile à élever. Ils sont très tolérants et s'adaptent à plusieurs types d'alimentation. Grâce à ces qualités, la survie est assez élevée lors de cette expérience. Elle s'élève à 80% chez les PL et arrive jusqu'à un taux de 100% chez les juvéniles. Ils présentent également une croissance rapide de l'ordre de 0,03 à 4,21g/jr pour l'ensemble du cheptel. En ce qui concerne la longueur du corps, la croissance est de 0,02cm/j et 0,09cm/jr respectivement pour les PL et les juvéniles.

L'élevage de *S. sutor* est un remède à l'accroissement des demandes en poissons du monde qui entraîne la surpêche et l'épuisement des stocks. Il pourra être proposé comme activité alternative aux petits pêcheurs. Ceci pourra dès lors réduire la pression de la pêche tout en assurant un approvisionnement régulier et durable en poisson. Bref, l'aquaculture permet de nourrir l'homme tout en préservant les ressources naturelles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DUFOUR V., ALMANY G., ANDERSON T., BERETTA G., BOOTH D., CARLETON J., DOHERTY P., GALZIN R., HIXON M., LECAILLON G., LECOMTE R., OVERHOLTZEN K., PLANES S., SCOURZIC T., STAND S.,

- THOMPSON S., WEBSTER M., 1998. 'International mission Covare98. Quantification of larval flux and mortality at settlement of a coral reef fish'. Intern. Soc. for Reef Studies (Perpignan) 67Pages
- EL-TARF, CHLEF2008. 'Poisson-lapin à queue tronquée, Poissons osseux nageant près du fond' Directions de la Pêche et des Ressources halieutiques des wilayas. Revue. 11Pages
- FANOMEZANTSOA O., 2010 : 'Etude de la pêche collective à pied du village d'Ankilibe cas de l'oursin comestible *Tripneutesgratilla*'. Mémoire de fin d'étude. Institut Halieutique et des Sciences Marines Toliara. 28Pages
- HERRE A.W., MONTALBAN H. 1928. 'The Philippine siganids'. Philipp. J..Sci.,35(2): 151- 185.
- LEVI F. 2004. 'Etude de l'impact de l'algue envahissante Caulerpataxifolia sur les peuplements de poissons. Etude approfondie sur une espèce " modèle " : *Syphodusocellatus* (Labridae)'. Thèse de doctorat. Université de Nice. 132Pages
- MUNRO I. S. R., 1967. Spine-feet, 'rabbitfish' (Suborder Siganoidei; Family Siganidae). In: The Fishes of New Guinea. Port Moresby, New Guinea Department of Agriculture, Stock and Fisheries, p. 472-479. Okada Y. 1966. Fishes of Japan. Maruzen, Tokyo. 434
- REMOISSENET G., LAFILLE M. A. et JOUFOQUES V. 2013. 'Guide d'accueil des porteurs de projet en aquaculture'. Cellule Innovation et Valorisation en AquacultureDirection de ressources marines. Rapport. 56Pages

23. Evaluation de la pêche de la baie d'Ambaro

RAZAFIARINOSY Damien Daudet, Adouhouri Aly Bachiry, JAOFENO Léonel Angelier, FALIZANINA Jolie Perle N.,

CNRO Nosy-Be

INTRODUCTION

La pêche à Madagascar tient une place importante à l'économie malgache surtout dans les zones côtières. Elle est une des principales sources de devise du pays dans les vingt dernières années. Les relations existantes entre la biodiversité marine et l'écosystème sont de plus en plus perturbées par différents facteurs (anthropique, écologique,...). Depuis l'année 1980, la baie d'Ambaro a été considérée comme une zone stratégique pour la pêche (RABARISON ANDRIAMIRADO, 1988 et RAVELOSON, 1984). Malgré la réduction des produits de capture, les engins de pêche se multiplient et le nombre de pêcheur augmente. C'est pourquoi notre recherche consiste à évaluer la pêche de la baie d'Ambaro.



Photo 1. Pêche industrielle



Photo 2. Pêche artisanale



Photo 3. Pêche traditionnelle

PRESENTATION DU SITE D'ETUDE (Baie d'Ambaro)

La baie d'Ambaro se trouve au Nord-Ouest de Madagascar dans la zone A de la pêche côtière malgache, c'est l'ancienne zone I et II qui se localise entre le cap Saint Sébastien au Nord et la pointe d'Angadoka au sud. Elle se situe entre 48°40'E et 13°00'S sur la côte Nord-Ouest, dans la Région DIANA (GOEDEFROIT S., 2002).

Activités principales de cette région

- Pêche traditionnelle et artisanale (crevettes, poissons et crabes)
- Activités agricoles (riz, maïs, manioc, etc)
- Activités commerciales (transport de marchandise, marché intérieur)
- Activités touristiques

OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Cette recherche a pour objectif global d'étudier la situation de la pêche de la baie d'Ambaro. Les objectifs spécifiques sont d'évaluer le stock de la pêche de crevettes et de poissons et puis gérer l'exploitation des ressources marines par la rationalisation des normes à la pêche (saison, types d'engins,...).

I- METHODOLOGIE

Des travaux de terrain ont été effectués pour observer la situation. Les enquêtes existantes ont été analysées: collecte et compilation des données disponibles provenant de diverses sources, dépouillement et représentation graphique de l'Effort de capture selon les données collectées sur la fiche de pêche de société de pêche crevettière à Madagascar (PNB, KALETA, UNIMA et REFRIGEPECHE OUEST, ...).

II-RESULTATS

Deux types d'investigations ont eu comme résultat:

- d'une part, un sondage relatif à la structure de la pêche (industrielle, artisanale et traditionnelle) et
- d'autre part, les données capturées annuellement depuis de l'année 2000 au 2013 sur les homogénéités de pêche (Gros poissons pélagiques, petits poissons pélagiques, crevettes et autres espèces).

II-1- STRUCTURE DE PECHE DE LA BAIE D'AMBARO ET LEURS ENGINS (PRIEUR C., 2009):

- **La pêche industrielle :** Elle utilise les bateaux comme étant la forme d'exploitation moderne des ressources par utilisation des navires motorisées dont la puissance doit être supérieure à 50 CV.
- **La pêche artisanale :** La pêche maritime artisanale a des profils presque identiques que celle de la pêche industrielle qui s'exerce normalement à l'intérieur des 5 mille mètres, elle est caractérisée généralement par l'utilisation des embarcations motorisées et grosses pirogues motorisées dont leurs puissances ne dépassant pas les 50 CV (ANDRIANAIVOJAONA et al, 1992 et CSP, 2009).
- **La pêche traditionnelle :** C'est une technique pratiquant par les majorités des populations à la zone côtière. On utilise une embarcation motorisée dont la puissance inférieure à 9 CV et une embarcation non motorisé (pirogues) et/ou sans embarcation (pêche à pied).

❖ Engins de pêche



Photo 4. Valakira



Photo 5. Senne



Photo 6. Filet periky



Photo 7. Ligne (vitagna)



Photo 8. Poteaux



Photo 9. Nasses (vovo)

II-2- VARIATIONS ANNUELLES DES CAPTURES :

Les produits capturés annuellement de gros poissons pélagiques, de petits poissons pélagiques, de crevettes et des autres espèces depuis l'année 2000 au 2013.

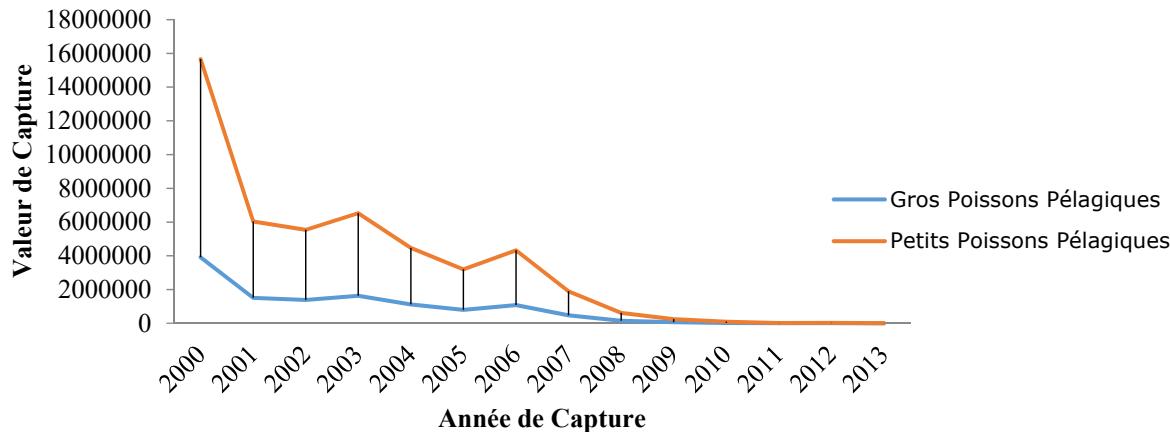
Tableau 1. Produits capturés de 2000 en 2013

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Type	Capture (kg)													
Gros Poissons Pélagiques	3915826	1507849	1386092	1631973	1117204	798978	1081725	474188	153624	61030	22373	5515	6455	2330
Petits Poissons Pélagiques	15663305	6031397	5544370	6527893	4468816	3195914	4326898	1896752	614495	244121	89494	22062	25819	9319
Crevettes	10268775	8911650	8740050	10347150	7375500	6768300	7467075	3118500	1322475	484275	156750	40425	31350	10725
Autres Espèces	3598227	2016515	1923430	2271846	1592423	1328938	1583318	674367	258207	97347	33042	658857	7767	2728

(Source : CNRO/fiche de pêche)

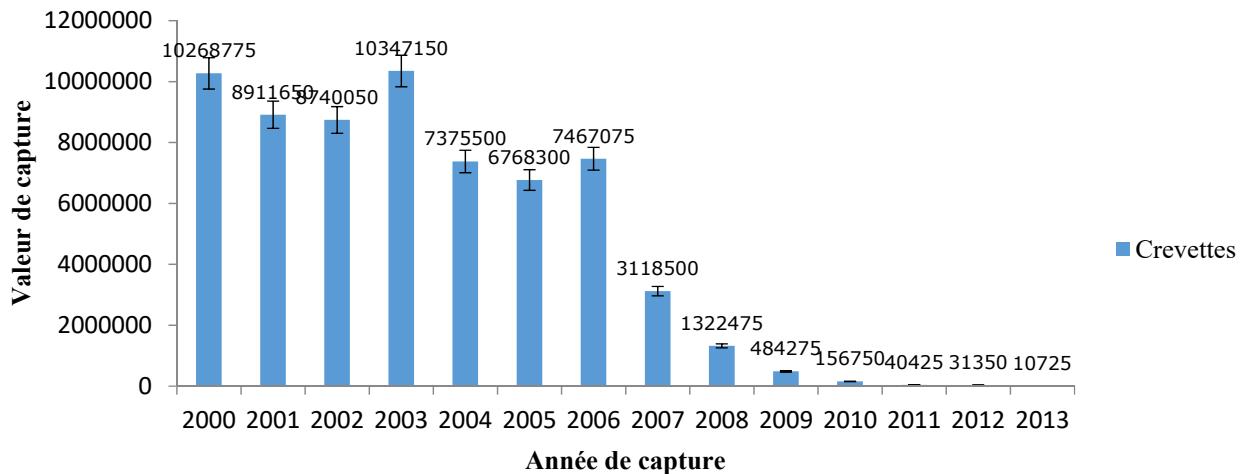
Ce tableau 1 représente une homogénéité de pêche et la variation des produits capturés durant une quatorzaine d'années consécutives.

Figure 1. Capture annuelle des poissons pélagiques (gros et petits)



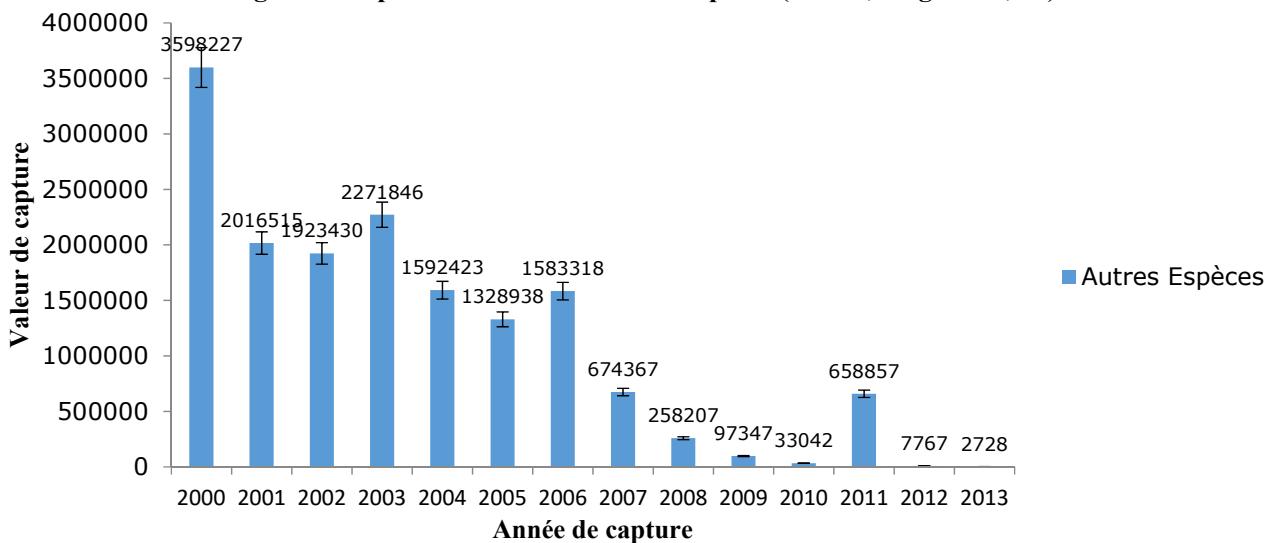
La figure 1 présente une production des gros et des petits poissons pélagiques, capturés depuis l'année 2000 en 2013. Cette production ne cesse de chuter. En 2000, les gros étaient 3 915 826 Kg et les petits poissons avaient été 15 663 305 Kg ; tandis qu'en 2013, la production capturée des gros poissons n'avait été que 2 330 Kg et 9 319 Kg pour les petits poissons, soient une chute de la production 1680,6 fois que la première année. Cette diminution est due des chalutiers (RAFALIMANANA Th, 2007 et CSP, 2009).

Figure 2. Capture annuelle Crevettes



La figure 2 ci-dessus montre les valeurs de la production annuelle de crevettes capturées, depuis l'année 2000 jusqu'en 2013. Le pic maximal de la production était de 10 347 150 Kg en 2003. L'année 2000, elle avait été 10 268 775 Kg. Tandis qu'en 2013, il ne restait plus que 10 725 Kg. Donc une chute de la production soit 964,8 fois que celle maximale en 2003 par les chalutiers (RAZAFINDRAKOTO. H. L., 1990).

Figure 3. Capture annuelle des autres espèces (crabes, langoustes,...)



La valeur de la production annuelle des autres espèces capturées a été constatée dans la figure 3 ci-dessus, durant les années 2000 en 2013. En 2000, la production maximale était 3 598 227 Kg ; tandis qu'en 2013, elle n'avait été que 2 728 Kg. Donc à partir l'année 2011, une chute de la production est quasi-totalité par augmentation de nombre des pêcheurs et réduction des ressources halieutiques (GREBOVAL.D et Gilbert. F, 1994). La production des autres espèces représente 48% de la production totale à chaque capture en chalutier (pêche industrielle).

CONCLUSION

La biodiversité marine travaille toujours en synergie avec son écosystème. Les effets du changement climatique se font sentir, l'augmentation du nombre des pêcheurs et diversification des engins de pêche utilisée, perturbent la production. Quel que soit l'espèce considérée, la chute de la production annuelle de la pêche dans la baie d'Ambaro est catastrophique. Elle démontre l'épuisement des stocks de ressources marines. En conséquence, les grosses sociétés de pêche à Madagascar et surtout à Nosy Be ferment. Ce qui

explique une augmentation du nombre de chômeurs, une diminution de revenus et l'accroissement des problèmes de sécurité alimentaire.

24. Qualités microbiologique et hygiénique des crevettes aux marchés locaux de Mahajanga

ANDRIANASOLONANTAINA Jacky Michel¹, PAMPHILE Mananjara², RANDRIANADY Ermann Tony²,

1 Ecole Doctorale Génie du Vivant et Modélisation (ED GVM) - Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (FSTE) - Université de Mahajanga, Madagascar, 2 Laboratoire d'Analyse Microbiologique : Groupement des Entreprises pour l'auto Contrôle des Produits Halieutiques (GECPha) à Mahajanga, Madagascar.

INTRODUCTION

Une étude microbiologique des crevettes qui constituent une alimentation, source de protéines, vendues au marché local de Mahajanga a été effectuée pour vérifier le respect de l'hygiène et le degré de contamination vis-à-vis des normes exigées. Pour cela, les techniques de dénombrement par méthode d'isolement, d'identification des microorganismes sont utilisées. Parmi les germes recherchés sont les germes indices d'hygiène, tels que les Flores Totales Mésophiles (FTM) [7], les Coliformes fécaux (CF) [9], les germes Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) [11] et les germes indices de sécurité: l'*Escherichia coli* [8], les *Staphylocoques* présumés à coagulase positive [9]. Des connaissances sur les impacts sur la santé humaine pour la consommation de ces produits alimentaires contaminés nous amènent à approfondir cette étude microbiologique et à proposer quelques suggestions. L'objectif de cette étude est d'évaluer les qualités microbiologique et hygiénique des crevettes vendues au sein de quelques marchés de Mahajanga. Et l'objectif spécifique est de dénombrer, par méthode routine, ces microorganismes d'hygiène et de sécurité.

MATERIELS ET METHODOLOGIE

1. Matériels biologiques

On a pris 18 échantillons (*Photo 1*), représentatifs de la population à norme pour l'analyse dans des sacs stomachers stériles, un glaciaire contenant des plaques refroidissantes et stocker à -15°C au Laboratoire (*Larpent J.P. et Gourgaud M., 1970 ; Bourgeois et al., 1988 ; Guiraud. J.P. et Rosec J.P., 2004*).

. Préparation de la suspension-mère et dilution

Après déglaçage des échantillons à 25 °C pendant 1 à 2 heures, peser 25 g de l'échantillon représentatif dans un nouveau sac stomacher stérile. Ensuite, diluer les pesés au 5ème avec le Tryptone Sel (TS), soit 125 g (échantillon + Tryptone Sel). Enfin, broyer les échantillons pendant 1 minute et laisser reposer pendant 15 mn (*NF EN ISO 6887-1, 1999; NF EN ISO 7118*). On introduit 1 ml de la solution mère (SM) dans un tube à essai contenant 9 ml de TS et on obtient une solution de dilution 10⁻¹ (S-1). Puis à son tour, on y prend 1 ml dans 1 ml de TS, on obtient alors une nouvelle solution décimal 10⁻² (S-2).

3. Ensemencement, coulage et condition d'incubation

L'ensemencement, le coulage et condition d'incubation sont illustrés dans le *tableau 1* (*NF ISO V08-051; NF V08-053 ; NF V08-060 ; XP V08-061; NF V08-057-1*).

Tableau 1. Ensemencement, coulage et condition d'incubation

Germes à identifier	Ensemencement (Solutions)	Coulage (Milieux sélectifs)	Incubation	
			Température	Durée
FTM	1 ml	PCA : Plat Count Agar	30 °C	72 h
EC	2,5 ml	TBX : Tryptone Bile X-β-D-glucuronide	44 °C	24 h
ASR	5 ml	TSC : Tryptone Sulfite à la Cycloséroléine	46 °C	20 h
SP	0,1 ml	BP : Baird Parker	37 °C	48 h
CF	1 ml	VRBL : Violet Red Bile Lactose	44 °C	24 h

RESULTATS**TABLEAU 2.** TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS D'ANALYSE

Code des échantillons	FTM (/ml)		CF (/0,1ml)	ASR (/5ml)	SP (/0,1ml)	EC (/2,5ml)		Conclusion
	SM	S-1				1ère boîte	2ème boîte	
1	392	216	53	Incomptable	4	128	136	Non satisfaisant
2	324	196	39	Incomptable	8	140	204	Non satisfaisant
3	296	72	156	Incomptable	0	256	216	Non satisfaisant
4	824	244	42	Incomptable	1	92	88	Non satisfaisant
5	776	552	328	Incomptable	4	196	144	Non satisfaisant
6	520	104	20	Incomptable	0	240	212	Non satisfaisant
7	632	576	129	Incomptable	2	120	96	Non satisfaisant
8	1024	864	64	Incomptable	1	112	104	Non satisfaisant
9	1392	448	212	Incomptable	6	308	296	Non satisfaisant
10	1464	936	72	Incomptable	2	220	244	Non satisfaisant
11	656	140	120	Incomptable	2	312	288	Non satisfaisant
12	440	92	196	Incomptable	3	252	292	Non satisfaisant
13	832	332	72	Incomptable	0	120	176	Non satisfaisant
14	960	252	56	Incomptable	3	160	144	Non satisfaisant
15	452	124	152	Incomptable	0	212	256	Non satisfaisant
16	524	208	96	Incomptable	3	240	196	Non satisfaisant
17	348	92	140	Incomptable	4	284	292	Non satisfaisant
18	432	144	132	Incomptable	7	324	288	Non satisfaisant
NORMES	$\leq 10^4$ UFC/g	≤ 5 UFC/g	≤ 2 UFC/g	$\leq 10^2$ UFC/g	≤ 1 UFC/g	SATISFAISANT		

DISCUSSION

Pour le dénombrement des FTM (*NF ISO V08-051, 1999*), nos résultats d'analyse ont montré une variation du nombre allant de $7,2 \cdot 10^1$ à $14 \cdot 10^4$ UFC/g. Quant à Coliformes totaux (*NF V08-060, 1996*), on a une variation du nombre de 20 jusqu'à 328 : ce résultat dépasse la norme. Concernant les d'*Escherichia coli* (*NF V08-053, 2002*), les résultats d'analyse ont montré une variation du nombre allant de 90 à 302 colonies. On peut dire que ce résultat dépasse la norme du point de vue microbiologique (*NF EN ISO 7218, Octobre 2007*).

Ces faits s'expliqueraient que les points de vente sont hors norme. D'une part, les microorganismes, comme FTM sont transportés par le vent. D'autre part, *Escherichia coli* et les Coliformes fécaux sont aussi transportés par le vent et surtout par les mouches, d'où ces énormes quantités microbiennes.

Selon la norme (*NF V08-057-1, 1994*), les colonies caractéristiques de SP dénombrées sont supérieures à la norme exigée. On peut dire qu'il y a une négligence ou même ignorance de « bonne pratique d'hygiène » par les vendeurs. En ce qui concerne les ASR (*XP V08-061, 1996*), nos résultats montrent un taux supérieur à 30 colonies/g de produit. Ce résultat nous informe que les zones de collecte ne sont pas à norme ou manque d'entretien.

Bref, la qualité de ces crevettes collectées sont « non satisfaisantes » (*NF EN ISO 7218, Octobre 2007*) et ne répondent pas aux normes exigées par la législation selon l'arrêté n° 2904/2007. Ainsi, quelques suggestions pourraient être exploitées, notamment l'instruction sur l'hygiène aux serveurs cibles, création des points de vente à norme, ...

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : Bourgeois C.M., Mescle J.F. et Zucca J. (1988). *Microbiologie alimentaire, Tome 1. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaires*, Technique et Documentation Lavoisier, Paris. 8, p : 161-171.
- [2] : Guiraud. J.P. et Rosec J.P., (2004) - *Pratique des normes en microbiologie alimentaire*. AFNOR. p: 228-235.
- [3] : Larpent J.P. et Gourgaud M. (1970). - *Microbiologie pratique*. Paris. Hermann, p. 200-205.
- [4] : NF EN ISO 6887-1 (Septembre 1999), - *Microbiologie des aliments - Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique*.
- [5] : NF EN ISO 7218 (Octobre 2007). *Microbiologie des aliments - Exigences générales et recommandations*.
- [6] : NF EN ISO 7118, *Microbiologie générale - Directive pour les examens microbiologiques*.
- [7] : NF ISO V08-051 (Février 1999) : *Dénombrement des micro-organismes par comptage des colonies obtenues à 30°C* (Méthode de routine).

- [8] : NF V08-053 (Novembre 2002) : *Méthode horizontale pour le dénombrement des Escherichia coli bêta-glucuronidase positive par comptage des colonies à 44°C au moyen du 5-bromo-chloro-3-indol bêta-D-glucuronide* (méthode de routine).
- [9] : NF V08-060 (Mars 1996) : *Dénombrement des coliformes thermo tolérants par comptage des colonies obtenues à 44°C* (méthode de routine).
- [10] : NF V08-057-1 (Novembre 1994 - IC : 08-057-1) : *Dénombrement des staphylocoques à coagulase positive par comptage des colonies*.
- [11] : XP V08-061 (Octobre 1996) : *Dénombrement en anaérobiose des Bactéries Sulfito-Réductrices par comptage des colonies*.
- [12] : Arrêté n°2904/2007 : *Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche concernant les critères microbiologiques des produits de la pêche et de l'aquaculture destiné à l'alimentation humaine en vue d'exportation.*

25. Suivi de risques microbiologiques de poissons *Thunnus alalunga* conservés par les méthodes de séchage et de fumage traditionnelles

PAMPHILE Mananjara¹, SOILIHI Abdoukarim¹, ANDRIANASOLONANTENAINA Jacky Michel², RANDRIANADY Ermann Tony³

Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (FSTE) - Université de Mahajanga, Madagascar,² Ecole Doctorale Génie du Vivant et Modélisation (ED GVM).³ Laboratoire d'Analyse Microbiologique : Groupement des Entreprises pour l'auto Contrôle des Produits Halieutiques (GECPha) à Mahajanga, Madagascar.

I. INTRODUCTION

La pêche et l'aquaculture constituent une source essentielle de protéines pour des milliards de personnes dans le monde. Cependant, en raison même de ses qualités nutritionnelles, elle constitue également un milieu très favorable à la croissance de la plupart des microorganismes. Les microorganismes indicateurs de l'hygiène générale sont généralement utilisés pour examiner l'existence de contamination fécale, la qualité du produit et l'efficacité d'un procédé de production des aliments. Ils occupent une place importante dans la détermination de la qualité hygiénique des aliments.

II. MATERIELS ET METHODOLOGIE

1. Matériels biologiques

Notre étude a été focalisée sur le thon (**Photo 1**), collecté auprès d'une quinzaine de personnes impliquées dans la manipulation du produit. Les échantillons sont collectés selon les normes microbiologiques et stocker à -15 °C au laboratoire (Larpent J.P. et Gourgaud M., 1970 ; Bourgeois et al., 1988 ; Guiraud. J.P. et Rosec J.P., 2004). Ainsi, on a collecté les poissons entiers frais (**Photo 1**), filets séchés (**Photo 2**) et filets fumés (**Photo 3**).

Photo 1. Thon (*Thunnus alalunga*) à l'état frais

Photo 2. Filets de *Thunnus alalunga* séchés

Photo 3. Filets de *Thunnus alalunga* fumés

2. Méthodologie

2.1 Préparation de la suspension-mère et dilution

On a prélevé 25 g d'échantillon et dilué avec Tryptone Sel (TS), jusqu'à obtenir une masse totale de 125 grammes. On a broyé ce mélange pendant une minute et laissé au repos pendant 15 minutes pour assurer la revivification de germes stressés par le broyage : on a donc une solution mère (SM). Ensuite, celle-ci est ensemencée 1ml de la solution mère (SM) ou diluée si nécessaire, puis incubée selon la nature des germes à chercher. [4].

2.2 Ensemencement, coulage et condition d'incubation [7, 8, 9, 10, 11, 12]

L'ensemencement, le coulage et l'incubation sont illustrés dans le *Tableau 1*.

Tableau 1. Ensemencement, coulage et condition d'incubation

Germes à identifier	Ensemencement (Solutions)	Coulage (Milieux sélectifs)	Incubation		III.
			Température	Durée	
FTM	1 ml	PCA : <i>Plat Count Agar</i>	30 °C	72 h	
EC	2,5 ml	TBX : <i>Tryptone Bile X-β-D-glucuronide</i>	44 °C	24 h	
ASR	5 ml	TSC : <i>Tryptone Sulfite à la Cycloserine</i>	46 °C	20 h	
SP	0,1 ml	BP : <i>Baird Parker</i>	37 °C	48 h	
CF	1 ml	VRBL : <i>Violet Red Bile Lactose</i>	44 °C	24 h	
Sal	1 ml	RVS (Rapport Vassiliadis Soja) Heck (Hecktoen)	37 °C	24 h	

RESULTATS ET DISCUSSION

Pour évaluer le niveau moyen de contamination des poissons analysés par les germes totaux, on a procédé au calcul de la moyenne des charges trouvées dans les différents échantillons analysés. Les charges microbiennes moyennes obtenues par type de produits étaient différentes, dont les échantillons les plus contaminés sont les matières premières (Thons entiers), ensuite les filets séchés par rapport aux ceux qui ont été fumés. Le tableau 2 montre la récapitulation des résultats des analyses microbiologiques.

TABLEAU 2. RECAPITULATIF DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Germes à Identifier (UFC/g)	Echantillons	Matières premières (Poissons entiers)	Filets séchés		Filets fumés
FTM (Flores Totales Mésophiles)		1,3.10 ⁴	1,5.10 ⁴		9,0.10 ³
CF (Coliformes Fécaux)		6,6.10 ¹	3,4.10 ¹		10
ASR (Anaérobio Sulfito Réducteurs)		1,5.10 ¹	9		4
SP (Staphylocoques)		Abs	Abs		Abs
EC (Escherichia coli)		3,1.10 ¹	1,5.10 ¹		4
Sal (Salmonelles)		Abs	Abs		Abs
Conclusion		Non Satisfaisant	Non Satisfaisant		Satisfaisant

Les niveaux de contamination de tous les germes sont représentés dans le *Tableau 3*.

Tableau 3 : Synthèse des niveaux de contamination globale par les six germes

Germes dénombrés	Matières premières			Poissons séchés			Poissons fumés		
	S(%)	A(%)	NS(%)	S(%)	A(%)	NS(%)	S(%)	A(%)	NS(%)
CF	37,5	12,5	50	50	12,5	37,5	62,5	37,5	0
EC	25	0	75	37,5	25	37,5	62,5	25	12,5
ASR	12,5	0	87,5	0	0	100	37,5	0	62,5
SP	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Sal	100	0	0	100	0	0	100	0	0
FTM	100	0	0	100	0	0	100	0	0

(S) : Satisfaisant ; (A) : Acceptable ; (NS) : Non Satisfaisant

Au regard des résultats d'analyse microbiologique des poissons pour les germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, Salmonelle) et la flore mésophile totale, nous constatons que 100% des poissons analysés sont de qualité satisfaisante (**Tableau 3**). Cependant, la contamination microbienne des produits est due par la contamination des coliformes fécaux, *Escherichia coli* et des Anaérobies Sulfito-Réductrices. Ce résultat montre que la contamination par les ASR des produits est plus élevée par rapport à la contamination par les autres germes.

IV. CONCLUSION

Les résultats bactériologiques obtenus du thon fumé ont été jugés satisfaisants malgré le non-respect de Bonnes Pratiques de Fabrication et l'inobservance des Bonnes Pratiques d'Hygiène. En général, la charge microbienne dénombrée a été plus élevée dans la matière première (Thons entiers) et ensuite le filet séché que celui qui a subit le fumage. Ce résultat indique que la source principale de cette différence de charge microbienne est liée au personnel, aux matériels, à l'eau et la saumure utilisées. De plus, l'utilisation de la fumée au cours du fumage joue un rôle bactéricide entraînant la diminution de la charge microbienne pour les filets ainsi fumés.

V. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : Bourgeois C.M., Mescle J.F. et Zucca J. (1988). *Microbiologie alimentaire, Tome 1. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaires*, Technique et Documentation Lavoisier, Paris. 8, p : 161-171.
- [2] : Guiraud. J.P. et Rosec J.P., (2004) - *Pratique des normes en microbiologie alimentaire*. AFNOR. p: 228-235.
- [3] : Larpent J.P. et Gourgaud M. (1970). - *Microbiologie pratique*. Paris. Hermann, p. 200-205.
- [4] : NF EN ISO 6887-1 (Septembre 1999), - *Microbiologie des aliments - Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique*.
- [5] : NF EN ISO 7218 (Octobre 2007). *Microbiologie des aliments - Exigences générales et recommandations*.
- [6] : NF EN ISO 7118, *Microbiologie générale - Directive pour les examens microbiologiques*.
- [7] : NF ISO V08-051 (Février 1999) : *Dénombrement des micro-organismes par comptage des colonies obtenues à 30°C* (Méthode de routine).
- [8] : NF V08-053 (Novembre 2002) : *Méthode horizontale pour le dénombrement des Escherichia coli bêta-glucuronidase positive par comptage des colonies à 44°C au moyen du 5-bromo-chloro-3-indol bêta-D-glucuronide* (méthode de routine).
- [9] : NF V08-060 (Mars 1996) : *Dénombrement des coliformes thermo tolérants par comptage des colonies obtenues à 44°C* (méthode de routine).
- [10] : NF V08-057-1 (Novembre 1994 - IC : 08-057-1) : *Dénombrement des staphylocoques à coagulase positive par comptage des colonies*.
- [11] : NF V08-052. *Microbiologie des aliments, recherche des Salmonella*.
- [12] : XP V08-061 (Octobre 1996) : *Dénombrement en anaérobiose des Bactéries Sulfito-Réductrices par comptage des colonies*.

26. Algoculture : un générateur de revenu pour une bonne gouvernance des ressources halieutiques par la communauté des pêcheurs à Sarodrano. Région Atsimo Andrefana de Madagascar

YOUSSOUF JACKY Ibrahim Antho¹, RASOAVOLOLONJANAHARY Myria Flore¹, RASOLOFOMANANA Tsiry Nandrianina²

1 : Faculté des Sciences. Université de Toliara. , 2 : Assistant technique TAMIA gestionnaire Aire Protégée Tsinjoriakie.

Contexte.

Ayant une superficie totale de 272.8 ha, la réserve marine de Sarodrano est mise en place depuis 2008, dans le cadre du Projet d'Appui aux Communautés de Pêcheurs dans la Région Atsimo Andrefana, appuyée par WCS (MAHAFINA, 2011). Elle est gérée par un groupement associatif dénommé Tahosoa (Miray resake de Saint Augustin, Mitsinjo ny ho avy de Sarodrano et Soarano d'Ankilibe). Le principal objectif de ce groupement est de préserver les récifs coralliens et la mangrove, le long du littoral. Ainsi, il a eu comme tâche de conserver la diversité biologique marine et de gérer les ressources halieutiques qui s'y trouvent, d'une manière durable. Afin d'atteindre les objectifs prédéfinis, les membres du groupement Tahosoa pratiquent des activités régénératrices de revenus, dont l'algoculture, pour atténuer la surexploitation de la mangrove et des ressources marines. Les villageois commencent l'Algoculture avec 5 membres seulement en 2010. D'où, le choix de la présente recherche : « *Algoculture : un générateur de revenu pour une bonne*

gouvernance des ressources halieutiques par la communauté des pêcheurs à Sarodrano. Région Atsimo Andrefana de Madagascar » qui nous permet constater les impacts de cette activité, sept ans plus tard (2017).

Objectifs de la recherche.

La présente recherche a pour objectif de démontrer que l'algoculture, une des activités des pêcheurs est une alternative bénéfique pour la conservation pérenne de la biodiversité marine et le développement socio-économique stable des pêcheurs. Alors, deux objectifs spécifiques ont été fixés dont l'analyse des apports de l'algoculture sur (1) la conservation des ressources marines à travers la gestion communautaire, et (2) les retombées financières des villageois, conduisant à un développement socio-économique de la région.

Approche méthodologique.

A part les recherches bibliographiques et webographiques, l'approche MARP a été adoptée dans le village de Sarodrano (Yousouf, 2017). Il fait intervenir des personnes ressources (membres de la Comité de Gestion de l'Aire Protégée, notables et président du Fokontany, président du groupement Tahosoa) et 100 ménages riverains de la réserve marine, membres de l'association TAMIA et celles Tahosoa.

Résultats et interprétation

Identité et production de l'espèce concernée.

Autour de la réserve marine de Sarodrano, les villageois cultivent l'espèce *Eucheuma striatum* (Collin et Hervey, 1917), dont la nouvelle dénomination est *Cappaphycus salvarezii* (GUIRY M. D, 2001). Durant les phases d'essai (2010-2013), une ligne de culture de 100 mètres produit 20 kg d'algue fraîche, lequel est devenu 30 à 50 kg à partir de 2014. Dans la plantation, 60 lignes espacées de 10 mètres constituent une unité appelée module, étendu sur une superficie de 6.000 m². Ainsi, un module fournit 1.800 à 3.000 kilos d'algues fraîches, soit 225 à 375 kilos d'algues sèches, car 1 kilo de ce dernier provient de 8 kilos d'algues fraîches.

Revenus financiers

Au départ (2010), un kilo d'algue sèche vaut 400 Ariary. Ce prix augmente de 500 Ariary en 2015 et 600 Ariary à partir de l'année 2016. À base de ce dernier prix, le cout d'une récolte d'un module varie entre 135.000 et 2.250.000 Ariary. Pourtant, une plantation peut assurer 3 récoltes en une année dont le mois de mai, de juillet et d'aout. Ainsi un module peut apporter 405.000 et 6.750.000 Ariary en une année.

Foyers touchés par l'algoculture

En 2010, cinq villageois seulement sont concernés par l'algoculture et travaillent avec l'entreprise Transmad. Une année après (2011), 230 villageois recevaient un appui matériel de l'Association Zafimiray. Jusqu'à présent, les villageois reçoivent des appuis techniques et matériels des entreprises ou organisme de conservation, tel que : COPEFITO en 2012 et Fondation Tany Meva en 2014.

Actuellement, 250 foyers du village de Sarodrano, composés de 5 individus en moyenne, pratiquent l'algoculture.

Discussions

Conservation des ressources marines

Les Vezo de Sarodrano explorent actuellement la mer, par la pêche et l'algoculture, lesquelles, deux activités à calendrier chevauchant mais à différentes ressources à exploiter (animaux et végétaux). La pêche s'altère avec la culture et la collecte d'algue qui réduise la chasse des espèces animales. Durant les marées hautes, les villageois adoptent la pêche et les marée basse, ils cultivent ou entretiennent les plantations d'algue. Ces pratiques diminuent d'un côté le temps de chasse ou de collecte des produits halieutiques, et de l'autre augmente la qualité de ces derniers.

Les pressions anthropiques sur les couvertures forestières du littoral baissent car les villageois ont une autre source de revenu.

Les plantations d'algues constituent un nouvel habitat pour la faune et la flore marin qui enrichit le fond marin en plancton, sources nutritives pour les espèces benthiques.

Elles sont devenues un lieu de ponte et un berceau des certaines espèces animales.

Développement socio-économique de la région

Au village de Sarodrano, un foyer peut avoir 1 à 11 modules, selon leur volonté. Sur 265 foyers 240 pratiquent l'algoculture, soit 90.50% des ménages. Par l'algoculture, un foyer perçoit, en moyenne, la somme mensuelle de 300.000 à 400.000 Ariary. Avec cette somme, les villageois confirment une amélioration nette de leur revenu mensuel. Cette évolution est mesurable par la qualité de leur foyer qui est actuellement en tôles à la place des pailles et des fournitures qui s'y trouvent (panneau solaire, appareil électroménager et autres). Le taux de scolarisation infantile présente une augmentation avec les 339 élèves inscrits à l'unique école sur place (Ecole Primaire Publique).

Ainsi, les pêcheurs peuvent avoir de l'économie et prévoir à l'avance leur besoin lors de fermeture de la pêche. Ils développent le *Dina*, en faveur de l'algoculture et de la pêche pour protéger ces acquis économiques, financiers et culturels.

Conclusion

Les résultats de nos recherches déterminent que l'algoculture contribue à la régénération et à l'enrichissement de la diversité biologique marine, à la réduction des pressions anthropiques sur les produits halieutiques par la surexploitation et à la stabilité socio-économique par l'application du *Dina* et l'augmentation du revenu financier.

Après sept ans de pratique, villageois de Sarodrano ont une expérience sur la culture d'algue qui est actuellement devenu la seconde source de revenu, voire même la première après les activités de pêche. Cependant, l'algoculture sur place sont victime des maladies dues à *Epiphytic Filamentous Algae* (EFA); Iceice par les microalgues et les macroalgues épiphytes : *Hypnea sp* ; et de la colonisation des épaves d'algues :*Sargassum sp*, *Hydroclathrus clathratus*.

Références bibliographiques

MAHAFINA, 2011. Perception et comportement des pêcheurs pour la gestion durable de la biodiversité et de la pêcherie récifale: application au niveau des réserves marines temporaires du Sud-Ouest de Madagascar. 185p.

YOUSSOUF JACKY I.A. et RASOAVOLOLONJANAHARY Myria F., 2017 : Survie de l'espèce *Lemur catta* dans la mangrove. Cas de l'Aire Protégée Tsinjoriaké, Sud-Ouest de Madagascar. Biodiversité et développement durable. 5^{eme} édition Forum de la recherche, Biodiversité et Développement durable. Antananarivo.

COLLIN et HERVEY, 1917. The algae of Bermuda. Proceeding of the American Academy of Art and Science. 53: 1-195, 6 pls

GUIRY M. D, 2001. Macroalge of Rhodophycota, Chlorophycota and two genera of Xanthophycota, in:

Castello. M.J. et al , 2001. European register of marine species: Check-lit of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 20-38.

ANNEXES

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES EN SEANCE PLENIERE

1. La biodiversité marine au premier plan

Par Pr Bruno DAVID, Président Directeur Général - Muséum National d'Histoire Naturelle

2. Historique des recherches en sciences marines à Madagascar

Par Pr Andrianirina RALISON, Océanographe-biologiste, Conseiller Permanent - Groupement des Armateurs à la Pêche Crevettière de Madagascar

3. Restitution du colloque sur les mangroves de Mahajanga

Par Dr Claude Anne Gauthier, Représentant de l'IRD à Madagascar

4. Le phénomène de blanchissement corallien à Madagascar

Par Pr Jean MAHARAVO, Chef de Station de Recherches Océanographiques de Vangaindrano

MESSAGE DE MAHAJANGA SUR LES MANGROVES – 18 – 20 Septembre 2017

Colloque régional francophone

*« Les mangroves des îles de l'Océan Indien occidental : dynamiques, pressions, gestions »
Mahajanga, Madagascar*

Les mangroves : un patrimoine à préserver pour les générations futures

Conscients de l'importance des mangroves des îles de l'Océan Indien occidental, des biens et des services qu'elles fournissent aux populations notamment les populations des zones côtières ;

Préoccupés par les problèmes de pauvreté contrignant les populations à exploiter toutes les ressources existantes y compris les zones humides à mangroves pour leur survie ;

Préoccupés par les incertitudes concernant les capacités d'adaptation des mangroves aux différentes pressions dont elles font l'objet (anthropiques, naturelles) ;

Préoccupés par la nécessité d'évaluer les informations disponibles mobilisables pour répondre aux questions des sociétés ;

Préoccupés de l'absence et/ou de l'insuffisance des outils stratégiques de gestion (stratégie nationale, plan d'aménagement et de gestion, application des textes législatifs, observatoires, bases de données...) en milieux littoraux et/ou urbains au détriment des récifs coralliens et des mangroves.

Reconnaissant que l'avenir des mangroves dépend de nos comportements et de nos engagements aujourd'hui, nous participants au colloque MOIO demandons aux autorités de nos pays respectifs d'agir :

- **Sur la recherche** : en soutenant techniquement et financièrement les travaux de recherche sur les mangroves comme pré requis aux interventions et actions impactant les mangroves ;
- **Sur la gestion rationnelle des mangroves** : en soutenant financièrement la mise en œuvre d'une gestion intégrée des mangroves (faire le suivi de la santé des mangroves de l'IOIO ; en mettant en place des systèmes d'alerte efficaces); en élaborant des plans directeur/d'aménagement des littoraux (restauration et conservation, etc.), des zones urbaines et écotouristiques ;
- **Sur le bien être humain** : en développant des programmes d'information, d'éducation et de communication pour les communautés locales et en appuyant leurs initiatives en faveur de la conservation et de la gestion durable des mangroves et des ressources naturelles ;
- **Sur la mise en réseaux** : en créant et/ou dynamisant les systèmes d'information, les plateformes de concertation multi-acteurs sur les mangroves (secteur privé, société civile, populations locales, décideurs, chercheurs, partenaires techniques et financiers, etc.) afin de permettre les échanges de savoir, de connaissance et d'expériences entre les différents territoires insulaires.

Les participants au colloque

« Les Mangroves des îles de l'Océan Indien Occidental »

ANNEXES

Les participants au Colloque Mangroves des Iles de l'Océan Indien :

1. **Rappelant** la présence de mangroves dans tous les pays de la COI,
2. **Conscients** de la particularité de la biodiversité aussi bien faunistique que floristique rencontrée dans les mangroves du fait de sa localisation à l'interface terre-mer,
3. **Conscients** des services rendus par les mangroves tant du point de vue écologique - frayère et habitat de nombreuses espèces animales, piégeage du carbone, rétention des sédiments résultant des pollutions telluriques, et épuration des eaux continentales, permettant ainsi l'atténuation des pollutions et dégradations des écosystèmes associés comme les récifs et les herbiers, protection et la stabilisation de la zone côtière contre l'érosion en jouant le rôle de tampon contre les aléas climatiques comme les cyclones, valeur touristique et culturelle,
4. **Conscients** de l'importance des biens fournis par les mangroves : ressources halieutiques, bois, produits forestiers non ligneux, sel, aquaculture, pâture, riziculture,
5. **Conscients** de ce fait de l'importance économique des mangroves au plan national et plus particulièrement au niveau des communautés locales dépendant directement de l'exploitation des biens et services produits par les mangroves,
6. **Préoccupés** par le manque de connaissance de la société dans son ensemble sur l'importance des mangroves, mais aussi leur vulnérabilité face aux changements globaux,
7. **Préoccupés** par l'ampleur de la dégradation des mangroves résultant des activités anthropiques :
 - a. la surexploitation de la faune des mangroves : ressources halieutiques et avifaune,
 - b. l'exploitation illicite et abusive des mangroves pour la construction, pour le charbon de bois, l'exploitation de sel et comme combustible pour la fabrication de chaux,
 - c. le surpâturage sur la bordure terrestre à marée basse,
 - d. les pollutions domestiques, agricoles et industrielles qui perturbent le milieu des mangroves,
 - e. l'installation temporaire et non contrôlée des pêcheurs,
8. **Préoccupés** par l'impact du changement climatique sur les mangroves :
 - a. le rehaussement du niveau de la mer,
 - b. le passage fréquent de cyclones de forte intensité,
 - c. le recul de la plage notamment à proximité de l'embouchure des chenaux,
 - d. la variation du régime hydrique qui provoque une sur salure au niveau du marais maritime et un assèchement des sols de mangroves,
 - e. l'ensablement du milieu qui affecte le fonctionnement respiratoire du système racinaire des palétuviers ainsi que le mouvement quotidien du flux et du reflux des marées entraînant l'exondation des zones de mangroves,
 - f. la disparition progressive des espèces associées aux mangroves,
9. **Préoccupés** par la pauvreté à Madagascar, contraignant les populations à migrer dans les Aires Protégées, les zones humides et les mangroves pour leur survie,
10. **Préoccupés** par l'absence de plan d'aménagement du littoral et urbain à jour : ports, aéroports, routes, remblais, sont souvent réalisés au détriment des récifs coralliens et des mangroves,
11. **Préoccupés** par la non-application des lois en faveur des mangroves,
12. **Reconnaissant** les efforts entrepris par les Gouvernements à travers les différents ministères sectoriels concernés par la gestion des ressources des mangroves,
13. **Reconnaissant** les efforts déployés par les gestionnaires des aires protégées terrestres et marines et des zones humides en lien avec les communautés locales,
14. **Reconnaissant** les efforts des réseaux des gestionnaires locaux pour protéger les mangroves,
15. **Reconnaissant** la nécessité d'augmenter les recherches effectuées pour améliorer la connaissance de ces écosystèmes et leur rôle dans la lutte contre le changement climatique et le bien-être des populations qui en dépendent.

Nous appelons les Hauts Responsables des Etats de la COI, les Ministères, les institutions de recherches, les gestionnaires des sites de mangroves (aires protégées, transfert de gestion...), les partenaires techniques et financiers, les chercheurs, les techniciens, la société civile, la population et les communautés locales, chacun pour ce qui le concerne, à :

1. Reconnaître que l'avenir des mangroves dépend de nos gestes et activités quotidiennes qui peuvent avoir lieu en leur sein ou bien plus loin,

2. Soutenir la recherche comme pré requis aux activités et actions pouvant impacter les mangroves,
3. Soutenir techniquement et financièrement les travaux de recherche sur les mangroves,
4. Reconnaître que la gestion intégrée des mangroves est nécessaire pour préserver leur durabilité,
5. Multiplier de ce fait les efforts et la collaboration entre les différents acteurs (Etat, ministères, communes, société civile, ONG, gestionnaires d'aires protégées, communautés locales) pour le développement économique et social du pays en général et la gestion durable des mangroves,
6. Dresser l'état des lieux des mangroves de Madagascar,
7. Faire le suivi de l'état de santé des mangroves, mettre en place des systèmes d'alerte efficaces,
8. Elaborer et mettre en place un plan directeur des mangroves,
9. Encourager et renforcer les actions de protection (surveillance), conservation et restauration tant au niveau national, régional, communal qu'au niveau des communautés locales (amélioration des techniques),
10. Développer des programmes d'information, éducation et communication sur les mangroves,
11. Poursuivre les efforts dans la création d'activités génératrices de revenus pour améliorer les conditions de vie des communautés dont la survie dépend en majeure partie de la mangrove,
12. Appuyer les communautés locales dans toutes les initiatives qu'elles peuvent développer visant la conservation et la gestion durable des mangroves et des ressources naturelles qu'elles produisent (valorisation des savoirs locaux, utilisation de techniques novatrices, mise en place de plateformes de dialogue et de concertation permettant de résoudre les conflits que peuvent générer les utilisations de la mangrove par un grand nombre d'acteurs, création d'activités génératrices de revenus),
13. Intensifier et dynamiser les plateformes de concertation sur les mangroves lorsqu'elles existent (secteurs, sociétés civiles, populations locales, décideurs, chercheurs),
14. Créer un réseau pour les mangroves de l'OI afin de permettre les échanges de savoir, de connaissances et d'expériences entre les différents états de la COI.

PROGRAMME DU FORUM DE LA RECHERCHE

22 Septembre 2017 à 08 heures 30 à 17 heures 30

CNRO- Sarodravay, Ambanoro

- Accueil des participants
- Allocutions d'ouverture
- Inauguration de l'Exposition
- Communications scientifiques en commission

17 heures 30

BEL HOTEL- Hell-Ville

- Cérémonie d'ouverture
 - Maire de la Ville de Nosy-Be
 - Préfet de Nosy-Be
 - Bruno DAVID- Président Directeur Général du MNHN
 - Pr RASOAZANANERA Marie Monique- Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
- Inauguration de l'exposition
- Collation

23 Septembre 2017 de 8 heures 30 à 16 heures 00

CNRO- Sarodravay, Ambanoro

- Communications scientifiques en séance plénière

5. La biodiversité marine au premier plan

Par Pr Bruno DAVID, Président Directeur Général - Muséum National d'Histoire Naturelle

6. Historique des recherches en sciences marines à Madagascar

Par Pr Andrianirina RALISON, Océanographe-biologiste, Conseiller Permanent - Groupement des Armateurs à la Pêche Crevettière de Madagascar

7. Restitution du colloque sur les mangroves de Mahajanga

Par Dr Claude Anne Gauthier, Représentant de l'IRD à Madagascar

8. Le phénomène de blanchissement corallien à Madagascar

9. Par Pr Jean MAHARAVO, Chef de Station de Recherches Océanographiques de Vangaindrano

- Communications scientifiques en commission
- Exposition des posters

16 heures 00

- Proclamation des résultats
- Discours de clôture
- Cocktail

COMITE D'ORGANISATION

Coordonnateur Général : Claudine RAMIARISON - Direction Générale de la Recherche Scientifique

Membres du Comité d'Organisation :

DIRECTION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (DGRS)

DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION (DRI)

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUE (CNRO)

PARTENAIRES

Ministère des Ressources Halieutiques et de la Pêche

Secrétariat d'Etat auprès du Ministère des Ressources Halieutiques et de la Pêche chargé de la Mer

Coopération Française - Ambassade de France à Madagascar

Organisation Internationale de la Francophonie/Institut de la Francophonie pour le Développement Durable (OIF/IFDD)

Institut de Recherche pour le Développement (IRD Madagascar)

Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)

Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN)

Universités et Instituts Supérieur de Madagascar

Centres et Instituts Nationaux de Recherche

MEMBRES DE COMMISSION SCIENTIFIQUE

Président de Jury :

RALIJAONA Christian, MESUPRES

Membres de Jury :

RAMPANARIVO Murielle, Université d'Antananarivo ;

RANAIVOSON Eulalie, IHSM ;

RASOANARIVO Rivoharinala, FSTE-Université de Mahajanga ;

RAMANANKIERANA Heriniaina, CNRE ;

MAHARAVO Jean, CNRO/SROV.

RATSARAMODY Justin, Université Antsiranana

RABENEVANANA Man Wai, SEMER

FAU-NOUGARET Mathieu, SCAC;

Assistance technique à la Commission Scientifique:

Herisoa RAZAFIMALALA - DGRS

Sahondra RAKOTOASIMBOLA - DRI

HANITRINAINA Sylvia- DRI

Serge Kenny RAKOTONJANAHAARY- DGRS

PRESIDENTS DE COMMISSION

RAZAFIMBELO Marcelline - CIDST
RAKOTOARIVELO Marie Laure - CIDST
RANARIJAONA Hery Lisy - Université de Mahajanga
RASOLOHARIJAONA Solofonirina - Université de Mahajanga
RATSIMBASON Michel - CNARP
MAHAFINA Jamal - IHSM
TOUSSAINT Jean Paul - CNRO

LAUREATS DU FORUM SUR LA BIODIVERSITE MARINE

COMMUNICATIONS ORALES

1^{er} : RANDRIAMAHATODY Zo, et al,
« Valorisation des co-produits marins comme source de protéines.»,
CNRE

1^{er} Ex aequo : BEMANAJA Etienne,
« Y aura-t-il de l'avenir pour les oiseaux marins à Madagascar ?»,
CNRO

3^{ème} : LANDY SOAMBOLA Amélie,
« Structure et pressions sur les mangroves de la Baie de Diego»,
Faculté des Sciences de l'Université d'Antsiranana

COMMUNICATIONS AFFICHEES

1^{er} : RANDIANANDRASANA José, et al,
« Etendue et sévérité de blanchissement des coraux de sud-ouest de Madagascar : Baie de Toliara et baie de Ranobe»,
Institut Halieutique et des Sciences Marines

2^{ème} : BEHIVOKE Faustinato, et al,
« Dynamique sédimentaire de la zone estuarienne et marine de Maintirano (Région Melaky) : élément de réflexion au développement durable du littoral Ouest de Madagascar»
Institut Halieutique et des Sciences Marines

3^{ème} : ANDRIAMANANTENA Fenozo Heritiana, et al,
« La dynamique écologique de la mangrove : cas d'Antsanitia »,
Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels – Université de Mahajanga