

Dynamisme de croissance de *Avicennia Marina* pour la restauration de la zone dégradée dans la nouvelle aire protégée *Bombetoka Beleboka*, cas de *Morahariva* et *Amboanio Mahajanga* Madagascar

Dynamism of growth of *Avicennia marina* for the restoration of zone damaged in the new area protected *Bombetoka Beleboka*, case of *Morahariva* and *Amboanio* Mahajanga Madagascar

Binty Ali SOAFIA¹⁻², Aldoni Rolice TAVENTY², VAVINDRAZA¹⁻², Sylvana TOMBOANONA¹, Benjamin Christian RAMILAVONJY RAMIANDRISOA¹⁻², Hery Lisy Tiana RANARIJAONA²

¹ Institut Universitaire de Technologie et d'Agronomie de Mahajanga (IUTAM), Université de Mahajanga (UMG) aldoniorlice@gmail.com

² Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels (EDEN), Université de Mahajanga (UMG), bintyalisoafia@yahoo.com, aldoniorlice@gmail.com, viviana.vavy@yahoo.fr, tomboanona@gmail.com, hranarijaona@gmail.com

RÉSUMÉ. Madagascar est l'un des pays le plus riche en biodiversité. La mangrove fait partie de cette diversité biologique dont la partie Ouest de Madagascar en possède la majorité. Des menaces telles que les changements climatiques et les pressions anthropiques pèsent sur les mangroves. L'objectif fondamental de cette étude est de promouvoir la restauration de la mangrove sur le dynamisme de croissance de *Avicennia marina* à *Bombetoka Beleboka Mahajanga*. Deux hypothèses ont été proposées : d'une part la restauration de la mangrove sur le dynamisme de croissance de *Avicennia marina*, et d'autre part la création d'un habitat vivable aux espèces associées au profit du bien-être des populations riveraines. De ce fait, des enquêtes ethnobotaniques ont été effectuées auprès de la population locale et aussi un suivi de culture sur les 4 substrats. Les données sont traitées statistiquement sur Anova et Kruskal – Wallis. Les résultats obtenus ont montré que le taux de germination est meilleur dans le substrat A1 (94%), A2 (87%), et A3 (86%) par contre dans le substrat A4 (71%) le taux de mortalité est fortement observé. Pour la croissance de l'espèce *Avicennia marina*, il y a une différence significative entre les différents substrats via la longueur, la largeur, le nombre des feuilles et la hauteur, le diamètre des jeunes plants. La restauration et la gestion de mangroves seront nécessaires pour envisager la pérennisation et la survie du reste de nos ressources côtières pour l'avenir de notre écosystème.

ABSTRACT. Madagascar is one of the countries richest in biodiversity. The mangrove swamp is part of this biologic diversity of which the West part of Madagascar possesses the majority of it. Threats as the climatic changes and the pressures anthropic weigh on the mangrove swamps. Our objective fundamental of this survey aims to promote the restoration of the mangrove swamp on the dynamism of growth of *Avicennia marina* in *Bombetoka Beleboka Mahajanga*. Two hypotheses have been proposed, on the one hand the restoration of the mangrove swamp on the dynamism of growth of *Avicennia marina*, and on the other hand the creation of a livable habitat to the species associated to the profit fairness of the riparian populations. Of this fact, some investigations ethnobotanique has been done by the local population and also a follow-up of culture on the 4 substrata. The data are treated statistically on Anova and Kruskal - Wallis. The gotten results showed that the rate of germination is better in the A1 substratum (94%), A2 (87%), and A3 (86%) on the other hand in the A4 substratum (71%) the death rate is observed strongly. For the growth of the *Avicennia marina* species, there is a meaningful difference between the different substrata via the length, the width, the number of the leaves and the height, the diameter of the young plantations. The restoration and the management will be necessary to consider the perpetuation and the survival of the rest of our inshore resources for the future.

MOTS-CLÉS. Mangrove, croissance, restauration, *Amboanio*, *Mahajanga* Madagascar.

KEYWORDS. Mangrove swamp, growth, restoration, *Amboanio*, *Mahajanga* Madagascar.

1. Introduction

Madagascar est un pays riche en biodiversité avec un taux d'endémisme très élevé en faune et en flore. Elle est aussi parmi les 17 pays du monde ayant des meilleures aires protégées [RAK 06]. La diversité biologique de notre grande île est constituée par les ressources naturelles côtières et littorales y compris la mangrove [FAO 05]. Les palétuviers sont un enchevêtrement végétal de la zone tropicale

et intertropicale comprenant essentiellement des arbres et des arbustes adaptés au sol saumâtre et humide du fait de l'envahissement périodique par la marée. Ils constituent un écosystème côtier primaire de grande diversité biologique [CIR 99]. Les palétuviers jouent un grand rôle sur la photosynthèse, ils séquestrent du carbone et rejettent de l'oxygène ; ils sont des abris et zone de nidification des différentes espèces faunistiques. L'intérêt économique des mangroves est reconnu par la grande production de bois et l'abondance de faune qui leurs sont associées [RAZ 03].

Par ailleurs, les mangroves sont des écosystèmes les plus exploités de nos jours. Les diverses utilisations de ces ressources naturelles peuvent provoquer des heurts entre les partisans de la conservation et ceux des intérêts de l'exploitation [RAJ 06]. Cependant, ses activités humaines multiformes souvent incontrôlées et irrationnelles font que les mangroves subissent diverses menaces anthropiques et d'autres naturelles à Madagascar, qui sont : les dépressions catastrophiques naturelles ; la sédimentation ; la surexploitation des bois de palétuviers et les défrichements illicites [KIE 92]. Toutes ces perturbations anthropiques induisent des changements parfois importants dans les communautés végétales et animales. La pauvreté, due essentiellement à l'absence de travail à la suite de la fermeture des usines et autres entreprises, est la cause de la destruction des mangroves. Pour survivre, les habitants avoisinants sont obligés à la surexploitation précédemment évoquée

Il apparaît que la protection et la gestion d'un écosystème ne peuvent pas garantir la conservation à long terme de tous les composants de la biodiversité [BEN 97], alors que la restauration des écosystèmes permet de constituer un ensemble de techniques indispensables pour assurer leur sauvegarde. Elle vise à rétablir les habitats menacés et dégradés pour recréer le fonctionnement de l'écosystème.

L'objectif fondamental de cette étude est de promouvoir la restauration de la mangrove vers le dynamisme de croissance de *Avicennia marina*, afin de remettre cet écosystème proche de leur état initial et de créer un habitat viable pour les espèces associées, au profit du bien-être des populations riveraines et de leur bien-être. Deux hypothèses ont été proposées, d'une part la restauration de la mangrove sur le dynamisme de croissance de *Avicennia marina*, et d'autre part la création d'un habitat viable aux espèces associées au profit du bien-être des populations riveraines.

La présente étude va mettre en évidence la méthodologie adoptée, détailler les résultats obtenus suivis d'une discussion, d'une conclusion et de perspective.

2. Méthodologie

2.1. Présentation de la mangrove

La mangrove est une formation végétale, composée d'arbres ou d'arbustes (les palétuviers), adaptés à vivre dans les limites climatiques tropicales et subtropicales. Elle est désignée sous le nom de « honko » en *Malagasy*, et est de formation forestière se développant dans la zone intertropicale, sur des rivages marins chauds et plats, aux eaux saumâtres, non battus par les vagues et situés dans la zone de balancement des marées [JEA 08]. Se situant dans les régions au climat tropical, les formations halophiles sont constituées d'une faune et d'une flore (palétuviers) très variées.

Toutes les espèces de palétuviers présentes à Madagascar sont rencontrées dans les mangroves de l'aire protégée d'*Antrema*. Elles colonisent les sols halomorphes des estuaires et les zones littorales, ainsi trois types de mangrove peuvent y être observés (mangroves estuariennes, lagunaires et littorales).

2.1.1. Définition

Selon [ILT 94], la mangrove peut être considérée comme un écosystème englobant la forêt halophile des palétuviers des côtes tropicales, la faune, le sol et les eaux propres à ces littoraux. Elle est une

association végétale halophile ayant les pieds périodiquement dans l'eau de mer ou l'eau saumâtre [TOM 86]. Elle est comme un ensemble des formations végétales arborescentes ou buissonnantes qui colonisent les atterrissements intertidaux marins ou fluviaux des côtes tropicales

Selon [BET 92], la mangrove est définie comme un écosystème complexe qui désigne la formation végétale des palétuviers. Elle forme un écosystème avec l'ensemble de ses compartiments : sol, eau, flore et faune.

D'après ces différentes sortes de définitions, nous constatons que la mangrove comporte quelques typologies adaptées chacune à son milieu respectif physique suivantes :

- Type estuarien, caractérisé par la rencontre d'eaux salées et d'eaux douces.
- Type lagunaire, caractérisé par son apparence entrecoupée d'anciens cordons littoraux et la présence d'une grande étendue de tanne.
- Type littoral, également appelé mangrove intermédiaire. La distribution de chaque espèce demande une zone favorable pour son développement.

2.1.2. Importances de la mangrove

Les mangroves sont très importantes à des nombreux égards :

- Du point de vue environnemental, les mangroves sont parmi les biomes les plus riches en carbone, facilitant l'accumulation de particules fines et favorisant des taux rapides d'accrétion des sédiments (5mm par an) et l'enfouissement du carbone. Les mangroves ne représentent qu'environ 1% (13,5 Gt par an) de la séquestration du carbone par les forêts du monde, mais en tant qu'habitats côtiers, ils représentent 14% de la séquestration du carbone par l'océan mondial [KRI 08].
- Du point de vue écologique, en tant qu'habitation de nombreuses espèces des crustacés, poissons, oiseaux, mammifères et des invertébrés, cet écosystème joue de nurse pour la croissance et le développement des divers animaux terrestres et aquatiques. Elles participent aussi à la fertilisation du sol, la stabilisation des côtes à travers la régularisation du microclimat et intervient beaucoup dans le cycle de biogéochimie [ROB 87]. Les mangroves constituent d'important puits de carbone [RAK 22], avec un taux d'assimilation de CO₂ d'environ 6t/ha/an, soit 4 fois supérieurs par rapport à la forêt tropicale [FON 13]. Dans certaines zones, les mangroves peuvent piéger de carbone entre 2.5–30.5t/ha/an en fonction de la température du milieu et de l'âge de la forêt [ROG 07].
- Du point de vue économique, les mangroves ont de grandes possibilités dans les domaines de l'écotourisme et fournissent un large éventail des produits ligneux et non ligneux qui soutiennent les économies rurales. Les mangroves sont aussi une source de bois de construction des pirogues et des clôtures de cour de maison, et de bois d'énergies. Elles sont aussi des avantages économiques générant l'exploitation et l'exportation de crabes et de crevettes. En effet, ces deux espèces figurent parmi les ressources halieutiques à caractère stratégique pour le secteur de la pêche l'économie bleue à Madagascar. Et les mangroves sont aussi une zone de reproduction et d'implantation de ver à soie sauvage dont l'espèce hôte est appelée *Avicennia marina*. Ce phénomène offre une large opportunité sur le plan socio-économique à travers la valorisation des tissus du ver à soie. Cela implique directement la vie des populations locales, du fait que les tissus fabriqués à partir de soie sauvage s'avèrent une source de revenu remarquable, presque au-delà du prix des autres produits locaux. Cette activité peut répondre directement sur la nécessité des populations locales via les devises qui dépassent le seuil de la pauvreté.

Les bois de palétuvier sont exploités pour la construction de maison (exemple : 60 bois en taille moyenne ont été utilisés pour construire une maison de 10m x 10m), de clôture et de boutre, de pirogue

pour de nombreux ménages sur les zones côtières [RAS 97]. Ils sont utilisés aussi comme bois de chauffe et la fabrication des charbons surtout dans la zone côtière du Nord-Ouest de Madagascar [FAO 05]. Pour le cas de Mahajanga, ils sont utilisés comme échafaudage sur la construction des maisons en dur et les bois de chauffe pour le four à chaux de *Belobaka Mahajanga* Madagascar. Le prix des bois varie selon la taille (cf. tableau 1). Ces bois sont vendus aussi par la population locale pour apporter leur revenu.

Taille des bois	Prix à Mahajanga	Prix à Boanamary
Gros bois	12 000 Ar	5 000 Ar
Bois avec taille moyenne	8 000 Ar	3 000 Ar
Bois avec petite taille	5 000 Ar	2 000 Ar

Tableau 1. Prix des bois des palétuviers en Ariary à Mahajanga et à Boanamary.

La fabrication de charbon (cf. tableau 2) requiert aussi une grande réserve des bois des palétuviers, tandis que 50 pieds de bois *Avicennia marina* peuvent fournir 40 sacs de charbon de 250kg et 20 sacs de 50kg avec 30 pieds d'arbres. Le prix de charbon coûte 15 000 à 30 000 Ar le grand sac et 5 000 à 7 000 Ar le petit sac.

Taille du sac	Prix à Mahajanga	Prix à Boanamary
Grand sac	30 000 Ar	15 000 Ar
Petit sac	7 000 Ar	5 000 Ar

Tableau 2. Prix des bois des charbons en Ariary à Mahajanga et à Boanamary

La restauration des mangroves représente un intérêt économique incontournable au niveau des populations locales. Le projet Eden:people+planet Madagascar contribue à l'approvisionnement en propagule à travers l'achat sur site, étant donné qu'une propagule coûte 300 Ar. Alors que 50 000 plants à planter 50 000 propagules x 300 Ar = 15 000 000 Ar. Ainsi, une opportunité économique ample a été trouvée pour les populations riveraines.

- Les mangroves fournissent un intérêt médicinal important sur le plan sanitaire. Alors que les différentes parties de ces espèces (feuille, fruit, écorce, résine) ont des vertus médicinales remarquables.

Les feuilles de *Avicennia marina*, ont utilisé pour traiter la fièvre jaune, les feuilles séchées comme anti-moustiques, et les résines dans les maux de dents.

Pour *Rhizophora mucronata*, ses plantules sont utilisées pour soulager la fatigue musculaire.

Les écorces de *Lumnitzera racemosa* sont importantes pour combattre les maux de ventre.

Les feuilles de *Sonneratia alba* sont nécessaires pour arrêter les maux d'estomac. Enfin, les fruits écrasés de *Heritiera littoralis* sont utilisés pour guérir les plaies.

2.2. Milieu d'étude

A Madagascar, dans certaines zones des mangroves, les différentes espèces des palétuviers sont défrichées pour être converties en rizière et pour le développement extensif de l'agriculture. Donc les grandes surfaces des mangroves sont transformées en rizière, cas du delta de la *Tsiribihina* et du Nord de Morondava. Les bois des palétuviers sont exploités et utilisés pour clôturer le champ de culture [ROG 07].

L'étude se déroule dans la commune rurale de *Boanamary*, district de *Mahajanga II*, région de *Boeny*. Elle se situe à 36 km au sud de la ville de *Mahajanga*, entre 15° 49' de latitude Sud et 46° 10' de longitude Est. Deux stations ont été étudiées dont la station 1 qui se trouve à *Morahariva* et la station 2 qui se localise à *Amboanio* (cf. figure 1). Ce choix a été fait selon l'accessibilité, l'homogénéité, le niveau de dégradation de la mangrove, la physionomie de la végétation par rapport à la terre et la mer et leurs durées d'apparition, la position de l'hydrographie (près des côtes, des fleuves ou des chenaux), le lieu de reboisement, les marées ainsi que la proximité ou non des villages. Les mangroves dans la région de *Boeny*, sont répertoriées de l'Ouest à l'Est entre le littoral du district de *Soalala* et celui de *Mahajanga II*. Les zones de mangrove de la région de *Boeny* sont réparties dans les districts suivants : district de *Soalala* : baie d'*Antahaly* et baie de *Baly* ; district de *Mitsinjo* : baie de *Marambity*, *Mahavavy-Kinkony*, zone de *Namakia*, zone de *Kompasy* et baie de *Boeny* ; districts de *Mahajanga I* et *II* : baie de *Bombetoka*, zone d'*Ampasimaniry*, zone de *Marosakoa*, et baie de *Mahajamba* [LEB 10]. Les mangroves dans la région de *Boeny* couvrent une superficie de 60.111 ha en 2013, par contre 60.403 ha en 2005, avec un taux annuel de déforestation 0,06 % entre 2005 et 2010 et de 0,05 % entre 2010 et 2013 [TBE 15]. Cette richesse connaît des menaces qui détruisent cet écosystème par des facteurs anthropiques si bien que la plupart des espèces des palétuviers dans ces milieux sont maintenant presque des espèces qui viennent d'être restaurées.

En ce qui concerne la mangrove de *Bombetoka Beleboka* (inclus dans la région de *Boeny*), aucune étude n'a démontré les études écologiques qui abritent les palétuviers et ceux situés en amont du marais maritime. Autrement dit, aucune information n'est disponible sur l'écologie, les pressions et menaces ainsi que l'évolution ou la dynamique écologique de mangroves de *Bombetoka* alors que ces derniers sont parmi les sites d'exploitation les plus importants en bois des palétuviers. A part cela, la mangrove de *Bombetoka* a d'autres intérêts dans l'étude. Une étude sur la géologie et la géomorphologie de l'hypersédimentation continentale dans l'estuaire, la formation et l'évolution des sols alluviaux a été menée par [HER 65]. C'est l'une des études les plus anciennes, précisément la première étude connue faite sur *Bombetoka*. De plus, plusieurs chercheurs se sont intéressés à cette zone pour connaître et suivre la progression et la dynamique durant plusieurs années, voire 30 à 40 ans, de la végétation et/ou dans l'espace des pseudo-îlots, à l'instar des études de [LEB 90], [AND 07], [GIR 08] ainsi que [RAH 10]. En 1972, l'étude de Kiener a donné la première superficie des mangroves de *Bombetoka* de l'ordre de 42.000 ha. Des perspectives d'une gestion intégrée des mangroves de l'estuaire de la *Betsiboka* ont été proposées par [PIE 08]. Les mangroves de *Bombetoka* en font partie, au même titre que les autres mangroves des forêts à Madagascar. Elles possèdent une richesse importante pour les populations côtières.

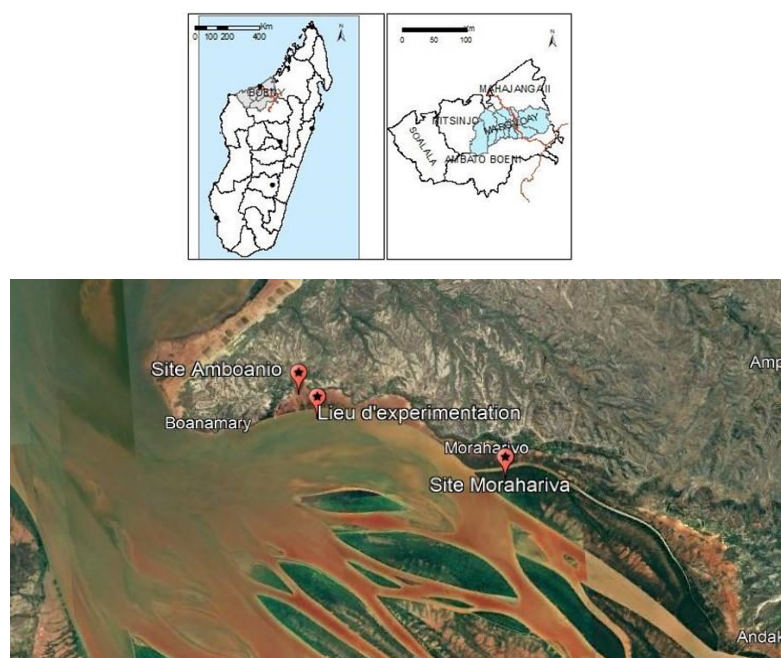


Figure 1. Localisation géographique de la zone d'étude

Station 1 (Morahariva) : se trouve à 13km vers sud-ouest de Boanamary dans la partie périphérique, avec 15°51' 22 S et 046°24' 22 E.

Station 2 (Amboanio) : se situe à 03 Km vers l'ouest de Boanamary, avec 15°49' 39 S et 046°20' 39.

2.3. Etude de restauration

La méthode de restauration consiste à identifier le site de référence, le site de restauration, les espèces à replanter, la période de plantation, et enfin la technique de plantation (La plantation directe pour les espèces vivipares et la mise en pépinière des graines pour les espèces non vivipares, cas de notre recherche)

2.3.1. Site de référence et site de restauration

Le site de référence va donner par les résultats, des caractéristiques des mangroves dans les deux sites étudiés (densité et composition floristique).

Le choix de site de restauration se repose sur l'état de la végétation après les inventaires floristiques menés dans les sites d'études.

2.3.2. Espèces à replanter

Le plus important est la connaissance de la zonation de la mangrove car chaque espèce de palétuvier s'inscrit dans une zonation naturelle qu'il faut absolument respecter [LEB 84]. D'un autre côté, le choix de l'espèce à replanter dépend aussi des besoins en ressources en bois au niveau de la population locale.

2.3.3. Période de plantation

La période de plantation des espèces de palétuviers dépend étroitement de la saison de maturation des propagules des espèces vivipares ou des fruits pour les espèces non vivipares. Durant cette recherche, pour les espèces non vivipares, la maturation du fruit coïncide avec la saison de pluie, donc à cette période, le passage par la mise en pépinière des graines est possible, cas des grains de *Avicennia marina*.

2.3.4. Technique de la mise en pépinière

2.3.4.1. Préparation du sol de la pépinière

Quatre types de substrats ont été utilisés durant l'expérience (cf. tableau 3) :

Type des substrats utilisés	Notation substrats	Nombre de graines semés
Sol proche de la terre (100% sol)	A1 (SPM)	425 graines empotées
Sol intermédiaire (100% sol)	A2 (SI)	425 graines empotées
Sol proche de la mer (100% sol)	A3 (SPT)	425 graines empotées
Sable (100% sable)	A4 (T)	425 graines empotées
		Total : 1700 graines

Tableau 3. Quatre types de substrats utilisés pendant l'étude

2.3.4.2. Collecte des grains

Les grains sont collectés dans le milieu naturel entre le mois de janvier et février pour *Avicennia marina*, en marée basse, au pied de l'arbre ou flottant sur l'eau ou sur l'arbre parental.

2.3.4.3. Pré-traitement des graines

Les graines sont trempées dans l'eau douce pendant 24 heures à 48 heures, pour booster et déclencher leur germination.

2.3.4.4. Semis des grains

Les graines présélectionnées sont semées au centre des sachets poly-éthyléniques, avec semis direct qui se fait manuellement pour bien enfoncer les graines radicales dans le sol

2.3.4.5. Préparation de la pépinière

La pépinière doit disposer d'une ombrière surélevée d'au moins 1m50 pour protéger les jeunes pousses à l'action directe de la lumière. Quelques jours avant la transplantation, il faut penser à les exposer progressivement à la lumière. On doit les arroser en eau douce deux fois par jour (le matin et le soir durant la période d'expérimentation) et un mois avant la transplantation, on utilise l'eau salée.

2.3.4.6. Suivi de la restauration

Le suivi est très utile dans le processus de restauration, il est l'étape très importante pour pouvoir évaluer le succès de germination des graines et la croissance des jeunes plants dans la pépinière en mesurant leur hauteur ainsi que leur diamètre respectif à l'aide d'un mètre ruban tous les sept jours durant le premier mois de semis. Le suivi se fait par mois à partir du deuxième mois jusqu'à la fin de la phase de l'expérimentation. La transplantation se fait trois mois après le semis des graines dans le site déjà choisi au préalable.

2.4. Enquêtes ethnobotaniques

Nous avons effectué des enquêtes auprès des villageois pour déterminer la nécessité de la population envers les bois de palétuviers, savoir la place de palétuvier sur le plan médicinal via l'usage traditionnel locale, savoir aussi les facteurs de destruction de la restauration de *Avicennia marina*. Nous avons effectué une enquête ouverte au cours de l'élaboration des travaux du terrain. Le tableau 4 nous montre les différentes informations sur les personnes enquêtées.

Age	Nombre	Genre	Fonction
[25 – 35 ans]	24	14 (M)/ 10 (F)	Pêcheurs/Agriculteurs
[35 – 50 ans]	35	20 (M)/ 15 (F)	Pêcheurs/Éleveurs
TOTAL : 59 enquêtées dont 34 mâles et 25 femmes			

Tableau 4. Information sur les personnes enquêtées

2.5. Analyse statistique

2.5.1. Test d'ANOVA

En statistique, l'analyse de la variance (terme souvent abrégé par le terme anglais ANOVA : analysis of variance) est un ensemble de modèles statistiques utilisés pour vérifier si les moyennes des groupes proviennent d'une même population.

Hypothèse nulle est H_0 : il n'y a pas de différence significative entre le test effectué.

Hypothèse alternative H_1 : il y a une différence significative entre le test effectué.

2.5.2. Test de Shapiro – Wilk et test de Bartlett

Le test de Shapiro-Wilk et le test de Bartlett nous ont permis de vérifier respectivement la normalité de la distribution et l'homogénéité de la variance des échantillons étudiés. Si la valeur de p-value est $\geq 0,05$ H_0 est acceptée. Nous avons posé les hypothèses comme suit : H_0 = La distribution est normale ; H_1 = La distribution est anormale.

2.5.3. Test de Kruskal - Wallis

Les différents tests statistiques suivants ont été utilisés selon leurs conditions d'application : le test d'Anova, et le test de Kruskal-Wallis. Si la valeur de p-value est inférieure à 0,05, les deux échantillons indépendants proviennent d'une population différente. A l'inverse, si la valeur de p-value est supérieure à 0,05, on considérera que les deux échantillons proviennent de la même population. Nous avons comme hypothèse : H_0 = Il n'y a pas de différence significative entre les échantillons ; H_1 = Il y a une différence significative entre les échantillons.

3. Résultats

3.1. Taux de germination et de mortalité

La figure 2 représente le taux de germination des plantules, après sept jours de l'empotage des grains :

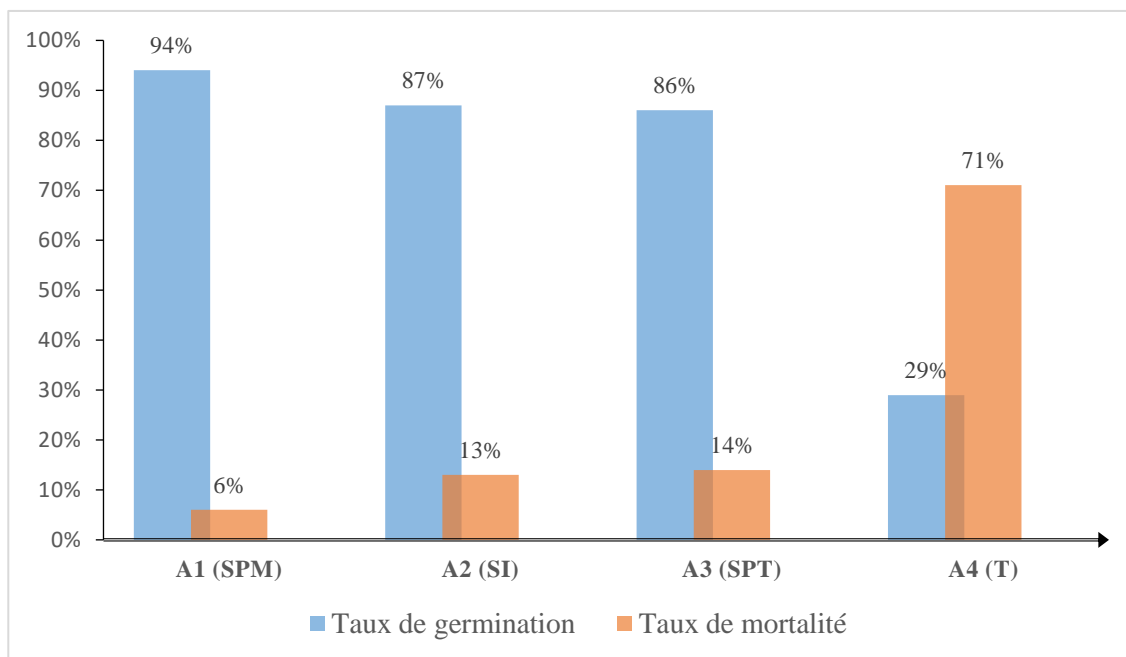


Figure 2. Taux de germination et de mortalité

Selon la figure 2, le taux de germination marqué par le substrat A_1 (94%) est important, suivi de A_2 (87%), A_3 (86%) et est faible à A_4 (29%). Alors que le taux de mortalité est fortement observé sur le substrat A_4 avec 71%, contre 6% à A_1 .

3.2. Croissance en hauteurs des plants pendant six semaines d'expérimentation

La figure 3 nous montre la croissance *Avicennia marina* :

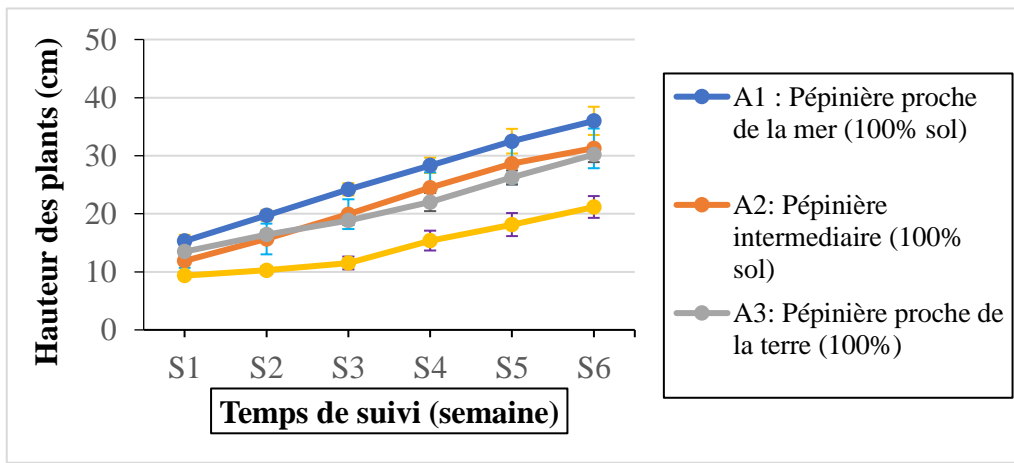


Figure 3. Hauteur des plants *Avicennia marina* dans les quatre types des substrats

Cette figure montre que la pépinière A₁ représente une hauteur maximale de 37 cm tandis que la hauteur minimale a été observée chez A₄ avec 22 cm seulement (pépinière témoin) à la phase S₆. Ainsi, la pépinière A₂ et A₃ sont respectivement entre 30 et 31 cm.

Par le test d'ANOVA monofactoriel, la valeur $F = 21,18 < F \text{ critique} = 35,98$ avec une $p = 3,91$ a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre la population des échantillons, d'où H_0 est acceptée.

3.3. Croissance en feuilles des plants durant six semaines d'expérimentation

La figure 4 montre la croissance en nombre des feuilles :

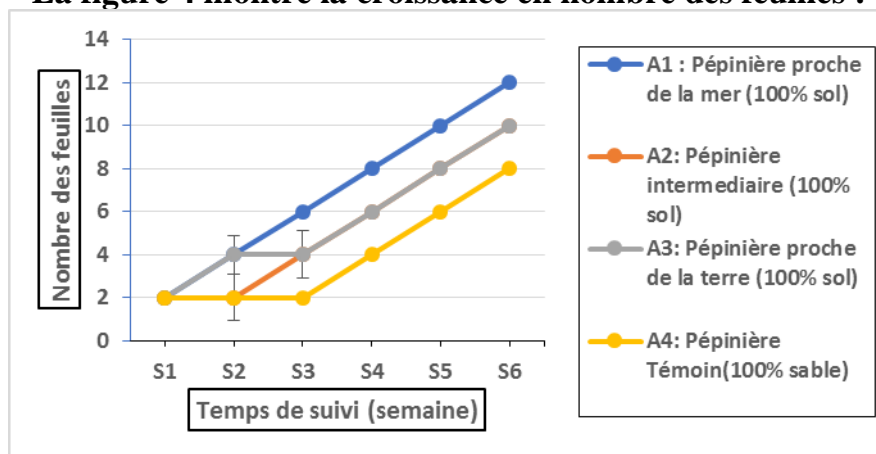


Figure 4. Nombre des feuilles *Avicennia marina* dans les quatre types des sols

Selon la figure 4, la pépinière proche de la mer (A₁) représente le nombre maximal des feuilles avec 12 apparus et le nombre minimal (voir la pépinière témoin A₄, seulement 08 feuilles). La pépinière intermédiaire et proche de la terre est linéaire, portant respectivement 10 feuilles à la phase S₆.

Par le test de Kruskal – Wallis, la valeur $F = 08 < F \text{ critique} = 12$ avec une $p = 1,16$ a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux échantillons indépendants et qui proviennent de la même population, d'où H_0 est acceptée.

3.4. Croissance en longueur des feuilles Avicennia marina pendant l'expérimentation

La figure 5 nous montre la croissance en longueur des feuilles *Avicennia marina* :

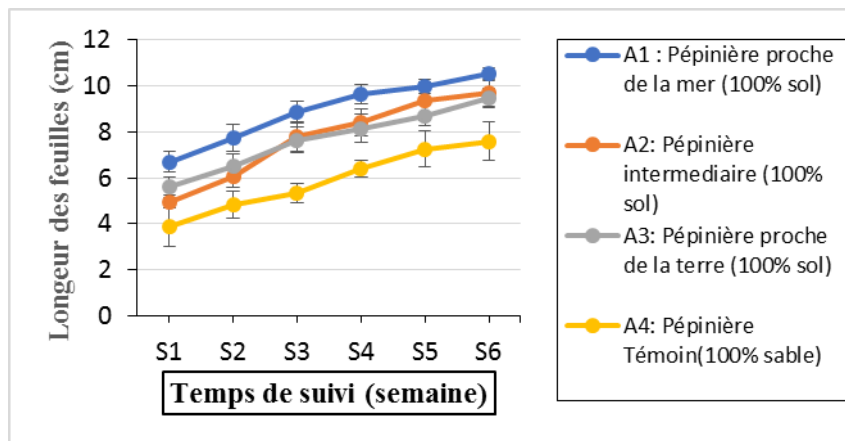


Figure 5. Longueur des feuilles *Avicennia marina* dans les quatre types des sols

Cette figure nous montre la longueur maximale des feuilles qui a été observée chez la pépinière A₁ avec 10,4 cm et la longueur minimale (voir la pépinière A₄) de 6,9 cm seulement. Les deux pépinières A₃ et A₂ sont respectivement entre 9,7 et 9,9 cm.

Par le test de Kruskal – Wallis, la valeur $F = 7,70 < F \text{ critique} = 10,56$ avec une $p = 0,0013$ a montré qu'il y a de différence significative entre les deux échantillons indépendants, alors H_1 est acceptée.

3.5. Croissance en largeur des feuilles *Avicennia marina* durant l'expérimentation

La figure 6 montre la croissance en largeur des feuilles dans les quatre substrats :

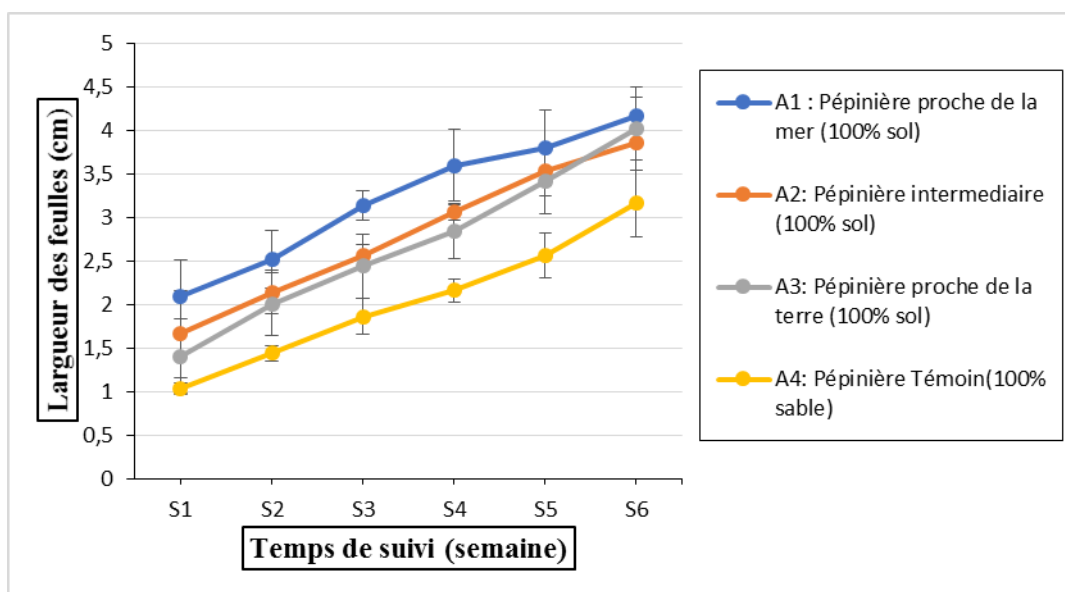


Figure 6. Largeur des feuilles *Avicennia marina* dans les quatre types de substrats

Selon la figure 6, le substrat proche de la mer (A₁) représente le largeur maximal des feuilles avec 4,2 cm, suivi de la pépinière proche de la terre (A₃) et intermédiaire (A₂) entre 3,9 et 4 cm. Le largeur minimal a été observé chez la pépinière témoin (A₄) avec 3,2 cm.

Par le test d'ANOVA monofactoriel, la valeur $F = 3,16 < F \text{ critique} = 4,16$ avec une $p = 0,0017$ a montré qu'il y a de différence significative entre la population des échantillons, d'où H_1 est acceptée.

3.6. Menace sur la restauration de *Avicennia marina*

3.6.1. Surpâturage

Les zébus se nourrissent des graines, des plantules, des jeunes plants empotés de *Avicennia marina*. Ce faisant, ils ont fortement endommagé surtout les feuilles. Ils ont accédé directement dans la zonation de la mangrove, depuis la côte terre jusqu'à la côte mer.

3.6.2. Invasion de la chenille ravageuse

L'infestation et l'invasion des chenilles noires conduisent au blocage total de la croissance de *Avicennia marina* ; voire à la mortalité brusque des plantules, arbustives, arbustes et même des grands arbres pour l'espèce cible (*afiafy*).

3.6.3 Attaque de *Uca sp.*

L'attaque de cette espèce constitue un facteur de blocage de la restauration, elles perforent les pots en faisant des trous à son habitat, donc les plantules ne peuvent pas survivre avec la forte agitation du substrat causée par cette espèce. Elles (dominantes dans la zone des mangroves) abattent les plants par sa puissante patte pince prédatrice avant de construire leur refuge.

3.7. Usages des palétuviers

3.7.1. En matière de construction et d'énergie.

Le tableau 5 montre l'utilisation des bois de palétuvier :

Espèces	Utilisations			
	Bois de chauffe	Clôture	Cases d'habitation	Pirogue
<i>Avicennia marina</i>	X			
<i>Rhizophora mucronata</i>	X	X	X	
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	X	X		
<i>Ceriops tagal</i>	X	X	X	
<i>Heritiera littoralis</i>	X		X	X
<i>Sonneratia alba</i>	X			
<i>Xylocarpus granatum</i>				X
<i>Lumnitzera racemosa</i>	X			

Tableau 5. Utilisation des bois de palétuvier

D'après le tableau 5, la plupart des espèces des palétuviers sont utilisées pour la cuisson et les diverses constructions.

3.7.2. Vertus médicinales du palétuvier

Le tableau 6 montre l'utilisation des espèces de palétuvier pour la médecine traditionnelle :

Espèces	Partie utilisée	Maladie	Préparation	Dosage
<i>Avicennia marina</i>	Feuilles	Fièvre jaune	Bouillir 250g de feuille dans 2L d'eau	Boire journalière jusqu'à disparition du symptôme

	Feuilles séchées	Anti-moustique	Bruler les feuilles dans la chambre	Selon le besoin de chacun
	Résines	Maux de dents	Verser la résine sur la partie douloureuse	Selon le besoin de chacun
<i>Rhizophora mucronata</i>	Plantules	Fatigue musculaire	Faire bouillir 1 plantule sans racine dans 1L d'eau	Selon le besoin de chacun
<i>Lumnitzera racemosa</i>	Écorces	Maux de ventre	Faire bouillir l'écorce dans 1L d'eau	Demi-verre par jour jusqu'à disparition du symptôme.
<i>Heritiera littoralis</i>	Fruits	Furoncles plaie	Ecrasé et mettre dans la plaie	Selon le besoin de chacun
<i>Sonneratia alba</i>	Feuilles	Maux d'estomac	Bouillir 100g de feuilles dans 1L d'eau	Boire journalière jusqu'à disparition du symptôme

Tableau 6. Utilisation des différentes espèces de mangroves pour la médecine traditionnelle à Boanamary

Les différentes parties des espèces de palétuvier ont une vertu médicinale remarquable, et répondent aux besoins de la population locale.

4. Discussion

Concernant l'étude sur le milieu marin, huit espèces de palétuviers se répartissent les uns les autres dans les milieux favorables qui leur conviennent. Deux autres espèces telles que *Xylocarpus granatum* et *Heritiera littoralis*, préfèrent l'eau moins salée qui dépend de conditions écologiques très particulières [TOM 86].

Avicennia marina est une espèce ubiquiste et euryhaline [SIM 08]. Cette espèce se développe partout, c'est-à-dire qu'elle se rencontre soit dans la lisière des marais maritimes (en bordure de la tanne ou du marécage), soit elle se dissémine dans les différents peuplements des palétuviers. Dans ce cas, elle supporte la teneur en sel très variée de l'eau et du sol. Néanmoins, cette espèce présente une croissance réduite si la salinité du substrat est proche de celle de la mer. C'est pourquoi l'arbre prend un port rabougri [LEB 90]. Souvent, *Avicennia marina* forme de grands peuplements monospécifiques, qui constituent l'essentiel de la mangrove de la zone d'étude. Elle se rencontre aussi le long de la côte, face au contact direct de la mer.

Sonneratia alba est une espèce du front de sédimentation [AND 07]. Elle forme des grands peuplements purs et monospécifiques, ou souvent formant de peuplement hétérogène avec *Avicennia marina*. Elle se trouve dans la formation exposée directement aux influences marines comme dans les mangroves de *Morahariva Mandrosoa* et celle d'*Amboanio*.

Les espèces appartenant à la famille de Rhizophoraceae sont omniprésentes. Et la physionomie des individus appartenant aux trois espèces présentes varie selon les caractères physiques du sol de la mangrove [SIM 08]. D'après l'observation sur terrain, cette variation physionomique est conditionnée par la nature du sol, la présence d'eau douce ainsi que l'inondation par les marées. Les espèces incluses dans cette famille, telles que : *Rhizophora mucronata* est une espèce dont l'installation est conditionnée par une salinité relativement faible du milieu et une inondation assez fréquente par les marées. Cette espèce est bien adaptée à un substrat argileux et argilo-limoneux qui n'est autre qu'un substrat vaseux et meuble en général [LEB 90]. Elle présente sa plus belle forme, atteignant une hauteur de 10 m. Dû à la caractéristique du sol qui est sablo-argileux, le peuplement de *Rhizophora mucronata* est moins élevé.

Ceriops tagal est une espèce qui peut s'adapter au sol sableux et peut supporter une teneur en sel plus forte que *Rhizophora mucronata*. Ce type de milieu favorise leur densité. Donc, cette espèce se rencontre et se développe mieux dans la lisière des tannes [FAL 09]. Dans la zone d'étude, sa zonation floristique est très marquée dans la mangrove d'Amboanio. Mais elle est une espèce dérivée de la restauration par plusieurs organismes d'intervention comme les entreprises, les projets et les autorités.

Bruguiera gymnorrhiza est une espèce qui ne tolère pas un milieu salin et se trouve dans un endroit où la salinité de l'eau et du sol est très faible. Elle forme un peuplement hétérogène avec *Rhizophora mucronata* et *Ceriops tagal*. Dans la zone d'étude, cette espèce se développe mieux dans la mangrove d'Amboanio, alimentée par le fleuve de *Betsiboka* en aval que dans la mangrove de *Morahariva*.

Xylocarpus granatum est une espèce qui se développe dans la zone de transition entre la mangrove et l'arrière mangrove. Il semble que cette espèce soit adaptée dans un milieu ayant un taux de salinité faible [LEB 90]. Elle se rencontre en abondance dans la mangrove de *Morahariva* et rarement, voire nullement, dans la station *Amboanio*.

Lumnitzera racemosa est une espèce de palétuvier qui se rencontre à la fois en bordure des prairies marécageuses saumâtres et des tannes. Selon [WEI 73], elle est une espèce euryhaline à large spectre qui se trouve en bordure des tannes dans une condition de salinité assez élevée. Pour [LEB 90], elle est une espèce indicatrice des zones en voie de désalinisation de la bordure interne des tannes. Ce palétuvier à feuilles succulentes est mieux armé pour résister à la forte salinité dans les secteurs longtemps exondés.

Dans la mangrove de la zone d'étude, les teneurs des différents constituants du sol présentent que le taux de sable est assez élevé dans les deux sites étudiés. De plus, la texture du sol est généralement argileuse : cas de la mangrove de *Morahariva* ; et limon-argileux : celui de la mangrove d' *Amboanio*. Nous pouvons distinguer deux types de sol dont les uns sont des sols argileux, qui occupent presque la majorité de la zone d'étude. Ce type se rencontre dans le milieu agité dû aux facteurs hydrodynamiques estuariens. C'est le cas de l'aval de fleuve *Betsiboka*. Il s'agit d'un sol rouge noir riche en fins débris de végétaux emportés par la crue fluviale. Et les autres sont des sols limon-argileux dans le milieu calme protégé par la houle. Les sédiments y sont déposés par décantation.

Dans l'écosystème mangrove, le type de sol conditionne le développement de la végétation sur lequel elle vit. Et la nature du substrat fait partie des facteurs déterminants de la croissance et du développement des mangroves [VAV 03].

L'analyse des résultats obtenus à travers la restauration de *Avicennia marina* dans les différentes parcelles d'étude a permis de mettre en évidence l'influence des paramètres écologiques tels que, le climat, la salinité et le sol sur la mortalité et la croissance des jeunes plants des palétuviers. Les autres paramètres tels que le pH interviennent secondairement mais d'une manière très discrète.

Le terme germination est utilisé pour désigner l'apparition des nouvelles feuilles après la mise en terre des diaspores. D'après les analyses des données obtenues lors de la plantation, pour les espèces non vivipares en particulier *Avicennia marina*, leurs graines germe dans les sept premiers jours après le semis. Selon [CHO 97], la germination commence le troisième jour et se termine au bout de 10 jours.

Le résultat montre que la croissance d'espèce de palétuviers, en particulier l'espèce *Avicennia marina*, diffère suivant la variation des substrats. Néanmoins, un écart considérable a été observé entre la croissance des jeunes plants dans le substrat proche de mer, intermédiaire et substrat proche de la terre, surtout le substrat sableux. Les résultats obtenus affirment que les facteurs climatiques ne sont pas considérés comme facteurs limitant la croissance des plants dans la pépinière. Mais un autre facteur intervient qui n'est autre que le sol.

Nombreuses contraintes techniques sont particulièrement soumises à la restauration du *Afiagy* telles que le risque d'être mangé par les animaux comme le cas de notre site étudié fortement envahi par les bovins dans la zone de mangrove, très nocive à la germination des plants. Cette attaque est prédatrice des feuille, tige, voire du plant entier qui est dévoré. Outre les infestations des mollusques ou des crabes, surtout *Uca sp* ou « *Kalafoba* », qui conduisent au blocage des processus germinatifs des plants *Avicennia marina*. Selon [SID 95], les crabes sont souvent considérés aussi comme responsables de la destruction des jeunes plants.

L'invasion brutale de nouvelles chenilles *Hyblaea puera* prédatrices de *Afiagy* constitue un facteur limitant la restauration de *Avicennia marina*. Cet insecte vise seulement l'*Afiagy* pour le stade larvaire ; d'où les chenilles se nourrissent des feuilles jusqu'à ce que la plante entière soit défoliée sous forme de brûlure. Ce phénomène est récemment très alarmant dans la région de *Boeny*, surtout dans la Nouvelle Aire Protégée de *Bombetoka Beleboka* [PAG 21].

Au profit des populations locales : la mangrove joue un rôle crucial que ce soit au profit des populations riveraines. La plupart des maisons de la population dans les deux stations forestières sont construites avec des bois de mangroves. Les paysans apprécient les bois de palétuviers pour la construction des cases par leur imputrescibilité et leur résistance aux termites. Les espèces les plus utilisées sont : *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Xylocarpus granatum* et *Rhizophora mucronata*. La totalité d'espèces des plantes de mangrove sont utilisées pour le bois de chauffe et représentent un besoin quotidien pour chaque foyer. L'exploitation de palétuviers liée au bois de chauffe se fait sans trop de danger pour les mangroves dans la mesure où les populations riveraines ne prélèvent que les bois de palétuviers morts et les essences des forêts de terre ferme [LEB 90]. Trois espèces seulement sur les huit trouvées ont un rôle important dans la médecine traditionnelle comme *Avicennia marina*, *Sonneratia alba* et *Rhizophora mucronata*. Ces plantes présentent des effets curatifs et tonifiants contre la fièvre jaune, les maux d'estomac et la fatigue musculaire.

Les populations locales pratiquent la pêche pendant toute l'année aussi bien en mer que dans les chenaux à l'intérieur des mangroves. La pêche en mangrove est essentiellement réservée à l'autoconsommation. La pêche à la crevette, la collecte des crabes et poissons constituent les volets importants de la production halieutique des mangroves.

La valorisation de la soie de Madagascar se fait à la fois sur le marché national et international. Elle est reconnue pour son originalité et son caractère unique, ce qui en fait un produit attractif pour les consommateurs à la recherche d'articles de qualité et d'origine exotique. La filière soie joue des rôles importants pour la lutte contre la pauvreté et l'instauration du développement durable. En effet, cette filière présente plusieurs intérêts pour la commune rurale de *Boanamary*. Elle constitue une activité génératrice de revenu et source créatrice d'emplois. En outre, la vente des produits finis assure la survie quotidienne des ménages surtout au moment de la période de soudure. Particulièrement, les produits issus de la soie ont des prix très élevés. La filière soie constitue des activités destinées essentiellement aux femmes et aux personnes âgées.

La plantation de *Avicennia marina* est bénéfique aux populations locales et les gens de *Mahajanga*. L'espèce *Avicennia marina* est une espèce la plus exploitée ou la plus utilisée par la population locale et surtout celle de *Mahajanga* à cause de sa dureté et sa droiture pour les diverses utilisations. A *Boanamary*, elle est utilisée dans la construction de la maison, de la clôture, les bois de chauffe, dans la fabrication des charbons et dans la médecine traditionnelle. A *Mahajanga*, les mangroves sont utilisées comme échafaudage en construction des maisons, bois de chauffe pour la fabrication de la chaux à *Belobaka*

Le ver à soie se développe sur le pied de *Avicennia marina*. Donc si le nombre de cette espèce augmente, la quantité de ver à soie augmente aussi.

Pour l'importance de la restauration : vu la dégradation des forêts des mangroves dans la région de *Boeny*, en particulier celles qui sont situées en aval du fleuve *Betsiboka*, plus précisément dans l'Aire Protégée *Bombetoka Belemboka*, elles sont menacées et victimes de défrichement de bois à divers usages. La coupe est sélective et varie selon les besoins de la population. Par conséquent, nos sites sont partiellement dégradés. Ces actions constituent des facteurs dégradants permettant la diminution de la surface de mangrove ainsi que les ressources associées, et l'existence d'une formation plus claire, constituée par de jeunes individus. Alors, compte tenu de cette dégradation et de la disparition des habitats spécifiques qui les composent, il est devenu indispensable de restaurer la mangrove afin de rétablir leur fonction essentielle.

Durant les dernières décennies, plusieurs écosystèmes terrestres ont été endommagés ou perturbés de manière extensive et irréversible par l'action anthropique à Madagascar. La croissance démographique modifie profondément les paysages terrestres et littoraux. Ainsi, la restauration vise en premier lieu à compenser des destructions de mangrove par de nouvelles implantations, en replantant des palétuviers là où ils ont été coupés ou détruits. Il s'agit d'une véritable opération de reconquête forestière [LEB 90]. La restauration est entreprise lorsque les mangroves ont été dégradées ou détruites du fait d'une surexploitation liée à des prélèvements de bois d'œuvre ou de bois de feu destinés à l'élaboration de charbon de bois [SAE 83]. D'après la définition, la restauration est le rétablissement de la communauté végétale ou groupements d'espèces dans un site [KAI 01]. Dans la pratique, elle est une technique de plantation forestière qui permet de planter les diaspores des espèces de palétuviers. En effet, elle permet d'améliorer le paysage forestier et la qualité de l'environnement dont le but sera de conserver, ou de maintenir les fonctions originales de l'écosystème. Cette recherche sur la restauration des zones dégradées avec la plantation de l'espèce de *Avicennia marina* apporte aux populations locales :

- Une nouvelle technique de reboisement des mangroves. La population locale avec l'aide des associations internationales depuis l'année 2000 plantait seulement de *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal* et *Bruguiera gymnorrhiza*. Ces espèces sont plantées par les propagules, enfoncées d'un tiers de la longueur totale dans le sol avec un positionnement vertical, bien droit perpendiculaire à la surface de sol. L'espace entre deux propagules consécutives est de 1m. Les deux propagules sont bien alignées en utilisant un mètre ruban ou une corde. La plantation est faite durant la marée basse. Les propagules les plus belles, les plus mûres ou matures par sa couleur vert foncé, et les moins abimées ont été choisies. La collecte des propagules se fait pendant la marée basse un ou deux jours avant le jour de plantation. Par contre *Avicennia marina* est planté par ses grains avec l'intermédiaire de pépinière. La collecte des grains les plus grosses et matures se fait en marée basse, dans le milieu naturel durant leur maturation. Donc les graines par terre (au pied de l'arbre) ou flottant sur l'eau ou même les graines qui sont encore sur l'arbre parental sont collectées. Elles sont trempées dans l'eau douce pendant 24 heures jusqu'à 48 heures pour les booster et déclencher leur germination avant la mise en pépinière (une nouvelle technique).

Actuellement, le problème de la dégradation ne touche pas simplement toute notre zone d'étude, mais il touche aussi la région de *Boeny*. Comme en 1990 jusqu'en 2000. 924 ha de mangrove dans la région de *Boeny* ont été perdus [ONE 09], contre 4.361 ha de mangrove entre 1999 à 2000 à Madagascar. Mais ce problème ne cesse pas de s'aggraver, ce qui fait estimer que d'ici quelques années, ces mangroves vont être complètement détruites si les mesures ne sont pas prises à temps. Cette recherche peut ralentir cette dégradation dans la région de *Boeny* et aussi à Madagascar :

- La restauration de mangrove provoque le bon développement des espèces floristiques et aussi faunistiques. Les mangroves forment un habitat important pour plusieurs animaux comme les poissons, les crustacées (les crabes, les crevettes), les mollusques (les gastéropodes, les bivalves), les oiseaux, les insectes, les reptiles, les mammifères et les animaux endémiques et/ou menacés comme les lémuriers. C'est lieu de ponte, de nurserie, de développement et surtout de protection contre de danger pour ces animaux.

Pour les faunes permanentes, ce sont :

* Les insectes : Mouches, moustiques, libellules et papillons occupent la partie aérienne ; Les fourmis sont perchés sur les troncs et les branches des palétuviers.

* Les crustacées : Les crevettes, les crabes sont abondants dans le substrat vaseux.

* Les mollusques : Les bivalves et les gastéropodes se fixent sur les troncs, les branches et les racines des palétuviers. Les autres gastéropodes se trouvent sur le substrat.

* Les reptiles : se trouvent sur les branches des palétuviers

* Les oiseaux : se trouvent sur les vasières et zone arrière des mangroves

Pour les faunes non permanentes, ce sont :

* Les oiseaux : Les autres passent pour chercher la nourriture ou visiter la zone des mangroves.

* Les mammifères : occupent la zone des mangroves pour chercher la nourriture, se reposer, visiter la zone et fuir le feu de brousse dans les forêts terrestres (sanglier et lémurien).

La pêche est l'une des activités économiques à *Boanamary*. Les variétés d'espèces faunistiques sont les crabes, les crevettes, les huîtres, les gastéropodes, les poissons. Les espèces les plus ciblées sont les crabes, les crevettes, les poissons. La population locale pratique la chasse des oiseaux, des mammifères pour la nourriture et le commerce. Des espèces endémiques de Madagascar (à valeur économique et écologique) ont été trouvées. C'est *Propithecus coronatus* et *Propithecus deckenii* (Sifaka) qui ont fui le feu de brousse dans la forêt terrestre et essaient de s'adapter de vivre dans les forêts des mangroves où ils séjournent quelques heures ou jours.

- Les zones des mangroves en bon état stabilisent et protègent les côtes contre les pressions naturelles comme le cyclone, les grosses vagues, les vents forts, le courant de mer. Les racines des palétuviers défendent les côtes contre les actions de ces forces en fixant les boues et maintiennent les sédiments dans la zone des mangroves.

- Les forêts des mangroves constituent un puits de carbone très important. Elles possèdent un taux d'assimilation de CO₂ qui est 4 fois supérieur dans les forêts tropicales. Elles jouent un rôle dans la gestion de gaz à effet de serre.

- Les forêts de mangroves restaurées à *Boanamary* attirent de nombreux touristes scientifiques locaux et étrangers pour la recherche.

- Pour la santé des coraux, les mangroves sont très importantes en protégeant le récif contre l'ensablement et aident à la formation des nutriments.

Pour le développement des mangroves à Madagascar : la mangrove de Madagascar est d'origine phytogéographique indopacifique. Son originalité lui confère cette composition floristique qui est relativement pauvre en espèces des palétuviers. Ces palétuviers varient suivant des zonations bien déterminées de la mer vers la terre [HUM 55]. Malgré l'absence d'une définition universelle de la mangrove, elle est à l'origine des divergences dans les estimations de sa superficie. Ainsi, [LEB 90] avance une superficie de 370 000 ha. [RAS 98] estiment une diminution de la superficie des mangroves, de 294 km² à 110 km² de 1986 à 1995, [MAY 00] proposent le chiffre 453.000 ha. [LEB 10] estime la superficie des marais à mangroves à 421.000 ha. Seules les localisations restent communes. La mangrove de *Bombetoka* a une superficie relativement importante. Mais la valeur de la superficie varie d'un auteur à l'autre. L'étude Kiener a calculé une superficie de 46.000 ha pour la mangrove de *Bombetoka*. Mais la zone dont il a obtenu cette superficie n'est pas vraiment définie. En

1998, *Iltis* a modifié la surface des mangroves obtenu par Kiener en 60.000 ha. Par contre, une étude encore récente a calculé la superficie des mangroves de *Bombetoka* [GIR 08]. Cette superficie est prise de l'amont vers l'aval. En 30 ans, de 1975 à 2005, les mangroves ont perdu 21 % de la surface totale soit 6.800 ha.

5. Conclusion

Ces travaux peuvent être considérés comme un outil de base pour la restauration de mangrove dans la région de *Boeny*. Les recherches effectuées prouvent que les mangroves de la zone d'étude possèdent les caractéristiques typiques de toutes les mangroves *malagasy*.

Amboanio est formé essentiellement d'arbres boisés de petites tailles. Les mangroves de la côte Ouest, en particulier celles de la zone d'étude sur l'aval du fleuve Betsiboka sont considérées comme riches en espèces par rapport au nombre d'espèces de palétuviers existantes à Madagascar. Les espèces constitutives de chaque formation diffèrent d'un site à l'autre. Concernant la richesse en biodiversité du site étudié, la mangrove de *Morahariva* est riche en espèces faunistique que celle d'*Amboanio*.

Pour l'état phénologique de huit espèces présentes dans la zone d'étude que nous avons observées au bout de quatre mois, la famille Rhizophoracée seulement possède une large période de fructification ; de même pour la floraison. Les autres espèces restent très restreintes pour la période florale et celle de la fructification.

Deux types de sol ont été trouvés dont le sol argile et limon argileux. Le pH du milieu varie entre 7 et 7,73 légèrement alcalin. La salinité du milieu varie selon la présence d'eau douce et d'eau salée.

Ainsi, en ce qui concerne la faculté germinative des jeunes plants des espèces non vivipares (*Avicennia marina*) durant la période d'essais de plantation, la pépinière dont le substrat est proche de la mer est la seule pépinière ayant un taux de survie élevé jusqu'à 95%. Par contre, la pépinière remplie de substrat 100% sableux, ainsi qu'un taux élevé de mortalité au bout de dix jours d'essai et la croissance assez rapide durant les six semaines de l'expérimentation. Une croissance moyenne s'observe pour la pépinière avec le sol intermédiaire et le sol proche de la terre.

À propos de la contrainte de la restauration de *Avicennia marina*, notre étude a pu déterminer que l'obstacle majeur de ce travail repose sur l'activité anthropique, que ce soit attaque des bovins dans la zone de mangrove, voire nuire les plants germés. Outre, les facteurs naturels observés ils sont définis sur l'attaque de crustacée plus précisément l'espèce *Uca sp.* L'attaque des chenilles noire, ravage les palétuviers en particulier *Avicennia marina*, pouvant même être très nocive pour les plantes plus d'un mètre de haute.

La mangrove joue un rôle important sur la vie quotidienne des populations côtières. Elle assure les richesses des pêcheries et procure aux populations du bois de service, de chauffage et des plantes médicinales.

Bibliographie

[AND 07] Andriamalala, C. A. J., 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. Université d'Antananarivo*, 280 pages. 2007.

[BEN 97] Bennett, A.F. Habitat linkages: a key element in an integrated landscape approach to conservation. *Parks*, 7. 43-49p, 1997.

[BET 92] Betouille J. L., Etude de l'écosystème de mangrove et de ses possibilités d'aménagement. Mémoire bibliographique, *Université de Paris Val de Marne* 44p., 1992.

[CHO 97] Choudhury J. K., Aménagement durable des forêts côtières de mangrove : développement durable et besoins sociaux. *XI Congrès forestier mondial. Vol 6, Thème 38.6.* 265 – 285 pp. 1997.

- [CIR 99] Cirad. Programme des activités de recherche de Cirad-Réunion pour le développement agricole. Saint Denis 175p, 1999.
- [FAO 05] FAO. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Romma 2005.
- [FON 13] Fondation good planete. Action Carbone Mangroves. 2p, 2013.
- [GIR 08] Giri C. and Muhlhausen J. Mangrove Forest Distributions and Dynamics in Madagascar (1975-2005). *Sensors* 2008, 8, 2104-2117. ISSN 1424-8220, 2008.
- [HER 65] Hervieu J. Contribution à l'étude du milieu fluvio-marin sur la côte occidentale de Madagascar. *Revue de géographie de Madagascar*. n°8, 2-65, 1965.
- [HUM 55] Humbert H. Les territoires phytogéographiques de Madagascar. In colloques internationaux du CNRS. Lix : les divisions écologiques du monde, moyen d'expression, nomenclature, cartographie, Paris, Juin-juillet 1954. *Année Biologique* 3è série, 31 (5-6). 439-448p, 1955.
- [ITL 94] Itlis A. Les phytoplanctons des eaux natronées du Kanem Tchad. Influence de la teneur en sels dissous sur le peuplement algal. *ORSTOM*. 216p, 1994.
- [JEA 08] Jeannoda V. H., Régénération naturelle et dynamique spatiale de la mangrove de *Masoarivo*. In honko 32p., 2008.
- [KAI 01] Kairo J. G., Dahdouh-Guebas F., Bosire J. et Koedman N. Restoration and management of mangrove systems a lesson for and from the East Africa region. *Journal of botany South of Africa*, avril 2001. 383-389pp, 2001.
- [KIE 92] Kiener A. Ecologie, Biologie et Possibilités de mise en valeur des mangroves malgaches, *Bulletin de Madagascar*, n° 308 : pp49-80, 1992.
- [KRI 08] Kristensen E., Mangrove crabs as ecosystem engineers with emphasis on sediment processes. *Journal of sea research* 59 (1 – 2) 30 – 40 Full reference list, 2008.
- [LEB 84] Lebigre J. M. Problématiques des recherches sur les marais maritimes de Madagascar en vue de leur protection et de leur aménagement. *Madagascar Revue de Géographie* 41. 44 – 74pp, 1984.
- [LEB 90] Lebigre, J. M., Les marais maritimes du Gabon et de Madagascar. Contribution géographique à l'étude d'un milieu naturel tropical. Université de Bordeaux 3. *Thèse de doctorat d'État*. 3 tomes, 700 p, 194 figures. 1990.
- [LEB 10] Lebigre J. M. Les marais à mangrove de Madagascar : carte et estimation des superficies, 2010.
- [MAY 00] Mayaux P., Gond V. and Botholome E. Mapping the ForestCover of Madagascar with Spot 4-Vegetation data, 2000.
- [ONE 09] ONE. Région Boeny Ouest de Madagascar, promotion d'un outil pédagogique en matière de l'éducation et de sensibilisation relative à l'environnement et à la conservation de la biodiversité. Disponible en ligne : <http://pnae.mg>, 2009.
- [PIE 08] Pierre J.M. Perspectives d'une gestion intégrée des mangroves de l'estuaire de la *Betsiboka*, Madagascar. Programme mangrove ORSTOM/CNRE. Article in *Honko*. 1 : 223-231. 8p, 2008.
- [PAG 21] Plan d'Aménagement de Gestion., Conservation et gestion de la Nouvelle Aire Protégée de *Bombetoka Beleboka*. Development Environmental and Law Center, document. 2021.
- [RAH 10] Raharimahefa T. and Kusky T.M. Environmental Monitoring of *Bombetoka* Bay and the Betsiboka Estuary, Madagascar, Using Multi-temporal Satellite Data. *Journal of Earth Science*. ISSN 1674-487X. Vol. 21, No.2.p.210-226, 2010.
- [RAK 06] Rakotoarimanana, M. F, Etude écologique, menace et mesures de la conservation des mangroves de *Bombetoka*. *Soutenu leur projet de thèse sur la perception et l'importance de mangrove de Madagascar*.125p, 2006.
- [RAK 22] Rakotomahazo C. Etude de la mise en place d'une initiative de Paiements pour les Services Ecosystémiques (PSE) communautaires des mangroves de la Baie des Assassins, Sud-Ouest de Madagascar. *Thèse de Doctorat en Sciences Marines et Halieutiques*. Institut Halieutique et des Sciences Marines (IHSM). Université de Toliara, 2022.
- [RAJ 06] Rajerisoa T. Etude écologique des mangroves de *Mariarano* et de *Boanamary* Faculté de sciences. Université d'Antananarivo. *Mémoire pour l'obtention d'une Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Biologie et Ecologie végétales*.121p, 2006.
- [RAS 97] Rasolofo V. M. Mangroves and coastal aquaculture development in Madagascar. A paper presented in SAREC-SIDA Regional Workshop on mangrove ecology. Physiology and Management. Zanzibar 25, 1997.

- [RAS 98] Rasolofoharino M., Blasco F. and Denis J. Aquaculture in Madagascar's Mahajamba Bay. *Intercoast Network Special Edition 1*, 1998.
- [RAZ 03] Razafindramasy F. V. et Rakotondraompianina S., Suivi télédétection de l'évolution des mangroves de Boanamary de Madagascar, *Mada-Géo journal des Sciences de terre*, volume 12 pp 12 – 16, 2003.
- [ROB 87] Robertson A. L. et Duke N. C., Mangrove as nursery sites : comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangrove and other near shore in tropical Australia *Marine biology* 96 (2) : 193 – 205, 1987.
- [ROG 07] Roger E.. Etat de lieux de mangrove de Madagascar vis-à-vis du changement climatique. *Département de Biologie et Ecologie Végétale – Faculté des. Sciences Université. Antananarivo – WWF*. 30 p, 2007.
- [SAE 83] Saenger P., Hegerl E. J. and Davie J. D. S. Global status of mangrove ecosystems. *Environnementalist* 3: 1-88. 87p, 1983.
- [SID 95] Siddiqi, N.A., Review on the regeneration problems of the mangroves with particular reference to Bangladesh. Okinawa, International Society for Ecosystems Newsletter n°16, 2-8pp. 1995.
- [SIM 08] Simon, M et al., Les types de mangrove et leur dynamique spatiale dans le secteur de Morondava. *Département de Biologie et écologie végétale In « HONKO »* 97-110pp. 2008.
- [TBE 15] Tableau de Bord Environnementale de la région de Boeny. *Edition P47*, 2015
- [TOM 86] Tomilison, P.B., The boling of mangrove Cambridge Uni. Press, 143p. 1986.
- [VAV 03] Vavindraza, Caractérisation des quelques types des forêts fréquentées et étude phénologique des espèces végétales consommées par trois espèces de lémuriens (*Propithecus verreauxi coronatus*, *Eulemur mongoz*, *Eulemur fulvus rufus*) dans la station forestière à usages multiple d'Atrema. *Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo*. 2003.
- [WEI 73] Weiss, H., Etude phytosociologique des mangroves de la région de Tuléar (Madagascar) : 3. les mangroves d'Ankaloaka et d'Ankilibe ; 4. compléments pédologiques ; 5. conclusion. *Tethys*, sup 467-526. 1973.