



**REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA**  
Fitiavana - Tanindrazana - Fandrosoana



## **RAPPORT D'INVENTAIRE DE L'ECOSYSTEME DES FORETS DE MANGROVES DE L'OUEST DE MADAGASCAR**



**DIRECTION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES  
FORETS**

Aout 2019

## RAPPORT D'INVENTAIRE DE L'ECOSYSTEME DES FORETS DE MANGROVES DE L'OUEST DE MADAGASCAR



## DIRECTION DE LA VALORISATION DES RESSOURCES FORESTIERES

*Rédigé par*

**RAZAFINDRAHANTA Hanitriniaina**, MEED/DRGPF  
Email : [hrazafindrahanta@gmail.com](mailto:hrazafindrahanta@gmail.com) Tel : 0340562101  
**ANDRIAMANAITRA Setra**, MEED/DREED BGLV  
Email : [andriamanaitra@gmail.com](mailto:andriamanaitra@gmail.com), Tel : 0340433329  
**RANDRIANTAFIKA André Basiliah**, MEED/DRGPF  
Email : [randrib@yahoo.com](mailto:randrib@yahoo.com), Tel : 0347488681

## Résumé

Les produits des peuplements de palétuviers ont toujours été utilisés par la population Malagasy notamment côtière. Ils ont servi à plusieurs activités et actuellement, ses produits deviennent de plus en plus importants. Pour Madagascar, des études ont été faites dans plusieurs endroits et des résultats ont été sortis. Pourtant, Madagascar n'a pas de référence nationale sur les mangroves. Pour s'en faire, le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable à travers le BNCCC-REDD+ a effectué un inventaire national des mangroves en 2018. Six régions ont été concernées dont Atsimo andrefana, Sofia, Melaky, Boina, Menabe et Diana. Les préparatifs ont concerné l'analyse documentaire, l'élaboration des cartes de travail et l'élaboration du budget. Sur site, des mesures dendrométriques, des prélèvements de sols, de la salinité de l'eau ont été effectués. Les données obtenues ont été ensuite saisies sur ordinateurs et traitées selon les résultats voulus. Ainsi, 7 familles, 9 genres et 9 espèces sont inventoriés avec une dominance des familles de **Rhizophoraceae** et de **Verbenaceae**. Le DHP des mangroves est entre 8,6 et 13,82 cm avec une hauteur totale de 5,5m et une hauteur exploitable de 2,89m. Quatre espèces Tangandahy, Afiaty, Tangambavy et Tangampoly sont les plus distinguées et les classes de diamètre entre 5 et 15cm de DHP sont les plus abondantes. Sur la dominance, les mangroves de la région de Boeny et de Melaky ont une surface terrière de 3,18m<sup>2</sup> et de 3,78m<sup>2</sup>. Sur la potentialité, la valeur dans les Régions de Melaky (Volume Total = 11,58m<sup>3</sup> et Volume Fut = 9,28m<sup>3</sup>) et Boeny (Volume Total = 10,19m<sup>3</sup> et Volume Fut = 8,70m<sup>3</sup>) sont importante. La couverture est de l'ordre de 60% dans les régions Atsimo andrefana, Boeny, Diana et la salinité de l'eau est de 4,62‰. Le carbone du sol (328,99 MgC. Ha<sup>-1</sup>) est supérieur au total de la valeur du carbone des parties aériennes (107,87 MgC. Ha<sup>-1</sup>) dont les bois sur pieds, les bois morts sur pieds et les débris. Enfin, le taux de régénération des mangroves est de 1281% d'après l'analyse des différentes strates végétales et de la régénération naturelle. Une bonne gestion des surfaces restantes en mangroves est recommandée ainsi qu'un contrôle des flux de produits à travers la sensibilisation des populations notamment urbaines.

## **Abréviations**

## Table des matières

### Sommaire

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Introduction .....  | 1  |
| 1.1   | Objectifs .....   | 1  |
| 1.2   | Localisation et caractéristiques des zones d'inventaire .....   | 1  |
| 2     | Matériels et méthodes .....   | 7  |
| 2.1   | Matériels utilisés .....  | 7  |
| 2.2   | Méthodes et collectes des données .....   | 8  |
| 2.2.1 | Dispositif d'inventaire .....   | 8  |
| 2.2.2 | Prélèvement des échantillons du sol .....   | 10 |
| 2.2.3 | Données collectées .....  | 10 |
| 3     | Traitement des données.....   | 13 |
| 3.1   | Caractéristique de la formation végétale .....  | 13 |
| 3.1.1 | Richesse floristique.....   | 13 |
| 3.1.2 | Abondance des espèces.....  | 13 |
| 3.1.3 | Fréquence des espèces.....  | 13 |
| 3.1.4 | Densité.....  | 13 |
| 3.1.5 | Dominance des espèces.....  | 13 |
| 3.1.6 | Surface terrière G .....  | 14 |
| 3.1.7 | Potentialité en bois : Volume (total et fût) des arbres sur pied .....  | 14 |
| 3.2   | Calcul des biomasses .....  | 14 |
| 3.3   | Régénération naturelle.....   | 17 |
| 3.4   | Analyse statistique .....   | 17 |
| 3.4.1 | Moyenne arithmétique.....   | 17 |
| 3.4.2 | Ecartype.....   | 17 |
| 3.4.3 | Erreur standard (90%).....  | 18 |
| 3.4.4 | Intervalle de confiance (90%) et estimation minimale de confiance .....                                       | 18 |
| 3.4.5 | Facteur d'échelle .....   | 18 |
| 4     | Résultats.....  | 19 |
| 4.1   | Base de données inventaire forestier et floristique.....  | 19 |
| 4.2   | Bases de données sol (version Excel).....   | 19 |
| 4.3   | Richesse floristique.....   | 19 |
| 4.4   | Paramètres sylvicoles des mangroves à DHP $\geq$ 5cm .....  | 20 |
| 4.5   | Caractéristiques dendrométriques des espèces de Mangrove par Région.....                                      | 21 |
| 4.6   | Abondance des espèces de mangroves de Madagascar .....  | 24 |
| 4.7   | Abondance des espèces de mangroves selon les classes de diamètre dans les Régions .....                       | 25 |
| 4.8   | Fréquence d'observation des espèces.....  | 28 |
| 4.9   | Potentialité de production de bois de mangroves.....  | 29 |
| 4.10  | Densité (tige/ha), surface terrière (m <sup>2</sup> ) et Volume (m <sup>3</sup> ) des espèces par région..... | 30 |
| 4.11  | Couverture de la canopée .....  | 33 |
| 4.12  | Salinité de l'eau de mangrove .....   | 33 |
| 4.13  | Profondeur du sol.....  | 34 |
| 4.14  | Biomasse et carbones des mangroves (DHP sup 5cm) et carbone du sol dans les grappes.....                      | 35 |
| 4.15  | Biomasses et carbones aériens (DHP sup 5cm) et carbone du sol par région .....                                | 39 |
| 4.16  | Régénération naturelle.....   | 40 |
| 5     | Conclusion et recommandations.....  | 41 |

## Liste des cartes

|  |    |
|--|----|
| Carte 1 : Carte de localisation des mangroves à Madagascar .....                 | 3  |
| Carte 2 : Ecorégion des mangroves et répartition des grappes d'inventaires ..... | 5  |
| Carte 3: Itinéraire des équipes d'inventaire .....                               | 11 |
| Carte 4 : Biomasses aériennes des mangroves .....                                | 37 |
| Carte 5 : Carbone aérienne des mangroves.....                                    | 37 |
| Carte 6 : Biomasses aériennes des mangroves .....                                | 38 |
| Carte 7 : Carbone aérienne des mangroves.....                                    | 38 |

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1: Répartition des mangroves de Madagascar .....   | 4  |
| Tableau 2: Caractéristiques géographiques des 06 Régions d'études .....  | 6  |
| Tableau 3: Caractéristiques climatiques des 6 Régions d'inventaire .....                                       | 6  |
| Tableau 4 : Classification des arbres morts sur pieds et paramètres à mesurer .....                            | 10 |
| Tableau 5: Classe de canopée .....   | 12 |
| Tableau 6: Equations allométriques des espèces de mangroves.....   | 15 |
| Tableau 7: Densité spécifique des bois.....  | 15 |
| Tableau 8 : Facteurs de calcul de la biomasse des débris.....  | 16 |
| Tableau 9 : Surface et facteur d'échelle pour 1 ha .....   | 18 |
| Tableau 10: Richesse floristique de la mangrove de Madagascar .....  | 19 |
| Tableau 11: Caractéristiques dendrométriques des mangroves (toutes espèces confondues) .....                   | 21 |
| Tableau 12: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région Atsimo andrefana .....                    | 22 |
| Tableau 13: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région de Boeny .....                            | 22 |
| Tableau 14: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région de Diana.....                             | 22 |
| Tableau 15: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région de Melaky .....                           | 23 |
| Tableau 16: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région de Menabe .....                           | 23 |
| Tableau 17: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région de Sofia .....                            | 23 |
| Tableau 18 : Abondance des mangroves selon les classes de diamètre .....                                       | 25 |
| Tableau 19: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Atsimo andrefana .....                   | 26 |
| Tableau 20: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Boeny .....                              | 26 |
| Tableau 21: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Diana .....                              | 26 |
| Tableau 22: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Melaky .....                             | 27 |
| Tableau 23: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Menabe .....                             | 27 |
| Tableau 24: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Sofia.....                               | 27 |
| Tableau 25 : Fréquence d'observation des espèces dans les régions.....   | 28 |
| Tableau 26 : Densité (tige/ha), surface terrière (m <sup>2</sup> ) et Volume (m <sup>3</sup> ) par région..... | 29 |
| Tableau 27: Distribution des espèces par classe de diamètre de la Région Atsimo andrefana .....                | 31 |
| Tableau 28: Distribution des espèces par classe de diamètre de la Région Boeny.....                            | 31 |
| Tableau 29: Distribution des espèces par classe de diamètre de la Région Diana .....                           | 31 |
| Tableau 30: Distribution des espèces par classe de diamètre de la Région Melaky .....                          | 32 |
| Tableau 31: Distribution des espèces par classe de diamètre de la Région Menabe .....                          | 32 |
| Tableau 32: Distribution des espèces par classe de diamètre de la Région Sofia.....                            | 32 |
| Tableau 33: Moyenne de la biomasse et carbone des mangroves .....  | 36 |
| Tableau 34: Biomasse et carbone général des mangroves.....   | 39 |
| Tableau 35 : Statistique des différentes strates végétales et de la régénération .....                         | 40 |

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| Figure 1: Zonation floristique des mangroves .....                         | 2  |
| Figure 2 : Dispositif d'inventaire des mangroves .....                     | 8  |
| Figure 3: Plan d'une sous placette ronde .....                             | 9  |
| Figure 4: Méthode de mensuration des arbres, gaules et plants .....        | 9  |
| Figure 5 : Types d'arbres à mesurer .....                                  | 10 |
| Figure 6 : Abondances des familles végétales .....                         | 20 |
| Figure 7: Nombre d'espèces par Région .....                                | 20 |
| Figure 8: Abondance des espèces dans les grappes .....                     | 24 |
| Figure 9: Abondance des espèces par Région .....                           | 24 |
| Figure 10: Fréquence d'observation des espèces dans les grappes .....      | 28 |
| Figure 11: Distribution des tiges par région .....                         | 30 |
| Figure 12: Couverture moyenne de la canopée des mangroves par Région ..... | 33 |
| Figure 13 Valeur de la salinité des grappes .....                          | 33 |
| Figure 14 : Salinité des mangroves selon les régions.....                  | 34 |
| Figure 15: Profondeur moyenne du sol des mangroves dans les régions.....   | 34 |
| Figure 16: Carbone par région.....   | 40 |

## 1 Introduction

La mangrove de Madagascar représente 2% des mangroves mondiales, 20% des mangroves africains et 30% des mangroves de l'Océan Indien occidentale. Près de 90% se trouvent dans la côte Ouest de Madagascar et représentent 1,43% de la couverture forestière (5<sup>ème</sup> rapport national de la CDB ; MOAT et SMITH (2007) in CT-REDD (2013); MEEF (2012)). Les Mangroves constituent une des composantes du marais maritime de l'écosystème marin et côtier à Madagascar. Sa position lui confère une fragilité car elle peut être sujette à la fois de menaces et de pressions (maritime et/ ou terrestre), d'origine anthropique ou dérivé des changements climatiques (températures, pluies, ...).

Des études de vulnérabilité ont été menées à partir de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation des mangroves depuis 2010. D'autres études dans le but d'estimer les stocks de carbone ont été également conduites entre autres dans la baie d'Ambaro, baie d'Ambanja, baie de Mahajamba, baie des assassins et d'Antrema. Les résultats ont permis d'estimer un stock variant de 55Mg à 154Mg/ha de biomasse aérienne et 160MgC/ha à 446MgC/ha de carbone souterrain. Au vu de ces différents résultats, un besoin pressant a été constaté pour l'ensemble du pays notamment pour l'écosystème des forêts de mangroves de l'Ouest de Madagascar. Ainsi, un inventaire national a été effectué par l'équipe de la DVRF à partir du mois d'Août 2018 jusqu'au mois d'Octobre 2018 dans les mangroves de l'Ouest de Madagascar.

### 1.1 Objectifs

L'objectif général de l'inventaire est d'établir l'état écologique, la valeur de la biomasse et la capacité de séquestration de carbone de la forêt de l'Écorégion des mangroves de l'Ouest de Madagascar. Les objectifs spécifiques sont de :

- Disposer des placettes permanentes de suivi systématique de changements de stock de carbone de la biomasse ;
- Reconstituer les bases de données dendrométriques des mangroves ;
- Evaluer le stock de carbone des mangroves ;
- Etablir une carte de biomasse/carbone des mangroves de Madagascar

### 1.2 Localisation et caractéristiques des zones d'inventaire

Six Régions côtières ont été concernées pour l'inventaire des mangroves. Il s'agit de Diana, Sofia, Melaky, Boeny, Menabe et Atsimo andrefana. Cent grappes (100) ont été réparties sur les six régions.

Les zones d'inventaires de mangroves appartiennent à trois types de zonation :

- Zone externe : Elle est toujours immergée et caractérisée par une formation arborescente dense parcourue par un réseau de chenal. Allant de la mer vers la terre, elle est composée essentiellement des espèces de *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata* et *Bruguiera gymnorhiza*.
- Zone intermédiaire : La partie en aval de cette zone est immergée lors des hautes marées tandis que la partie en amont est inondée lors des grandes marées. Cette zone est caractérisée par une formation arborescente de plus en plus clairsemée et rabougrie. Floristiquement, elle est caractérisée par les espèces *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorhiza* et *Heritiera littoralis*.

- Zone interne : La zone est caractérisée par une espace nue ou herbacée appelée « tanne ». Elle est inondée lors des marées d'équinoxe seulement.

La variation des espèces dépend de trois types de mangroves :

- Le type « estuarien » est caractérisé par la rencontre d'eaux salées et d'eaux douces entre autres dans le Betsiboka,
- Le type « lagunaire » caractérisé par son apparence entrecoupée d'anciens cordons littoraux et par la présence d'une grande étendue de tanne comme le cas observé dans le Belo/ mer et,
- Le type « littoral » ou appelé également « mangrove intermédiaire ». On le rencontre notamment dans la partie de Morondava.

Par ailleurs, la distribution de chaque espèce dans une zone est fonction de sa biologie (viviparité, hydrochorie) et de son écologie (sol, salinité). En termes de phytogéographie, la mangrove de Madagascar appartient à une des variantes édaphiques de forêts denses de basse altitude définie entre 0 à 800 m (HUMBERT, 1955) et localisée principalement dans la zone sous le vent où la marée est faible (PERRIER DE LA BATHIE, 1921). Cette classification est basée sur l'influence de l'Alizé qui est un vent dominant et explique la dissymétrie morphologique ou hydrologique des façades littorales malgaches (IUCN, 1983). Elle résulte de l'histoire géologique du pays avec à l'Ouest une zone sédimentaire et l'Est est constitué par un socle cristallin. La majeure partie des mangroves de Madagascar s'installe sur la côte Ouest de l'île allant de Diégo Suarez jusqu'au Sud de Tuléar. Selon KIENER (1972), 98% des mangroves sont réparties dans l'Ouest de Madagascar sur 29 sites et les 2%, sur 11 sites, dans l'Est. Actuellement, il ne reste plus que 23 sites dans la côte Ouest et 4 sites dans l'Est (tableau 2) et carte 1.

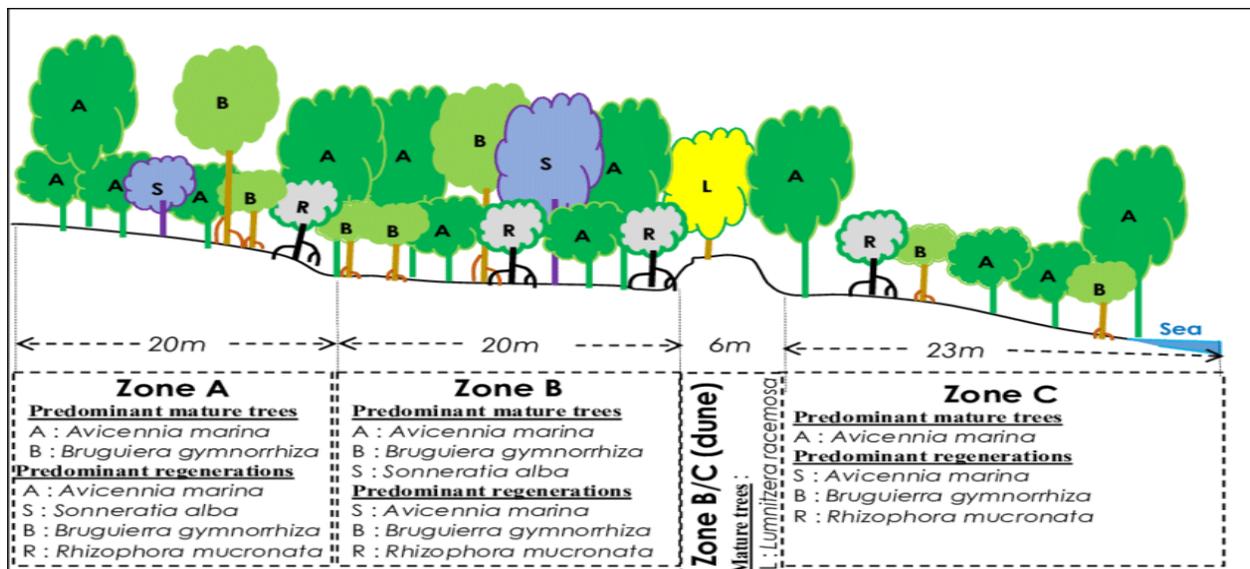
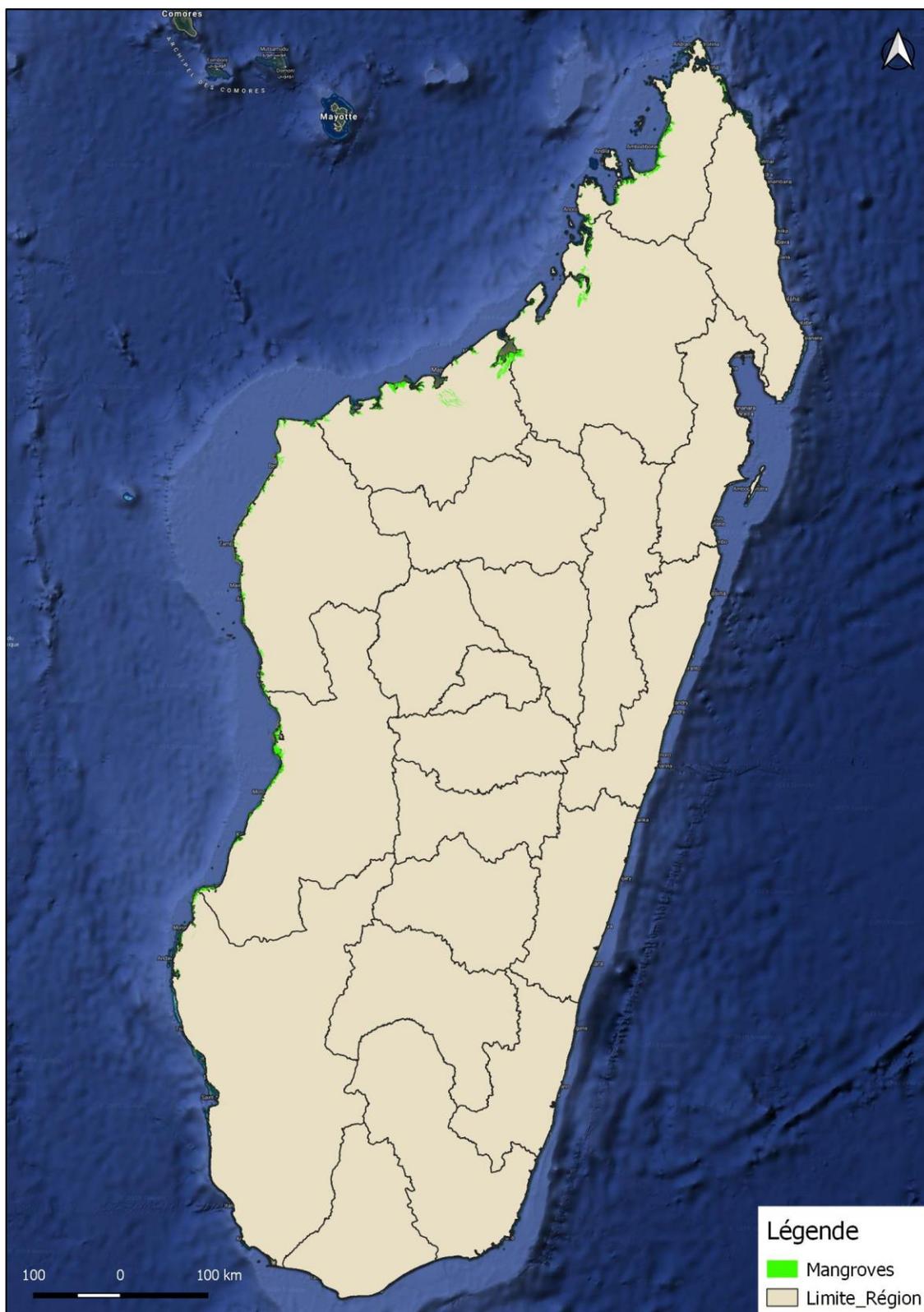


Figure 1: Zonation floristique des mangroves

Source : CEC, 1987. Mangrove of Africa and Madagascar



Carte 1 : Carte de localisation des mangroves à Madagascar

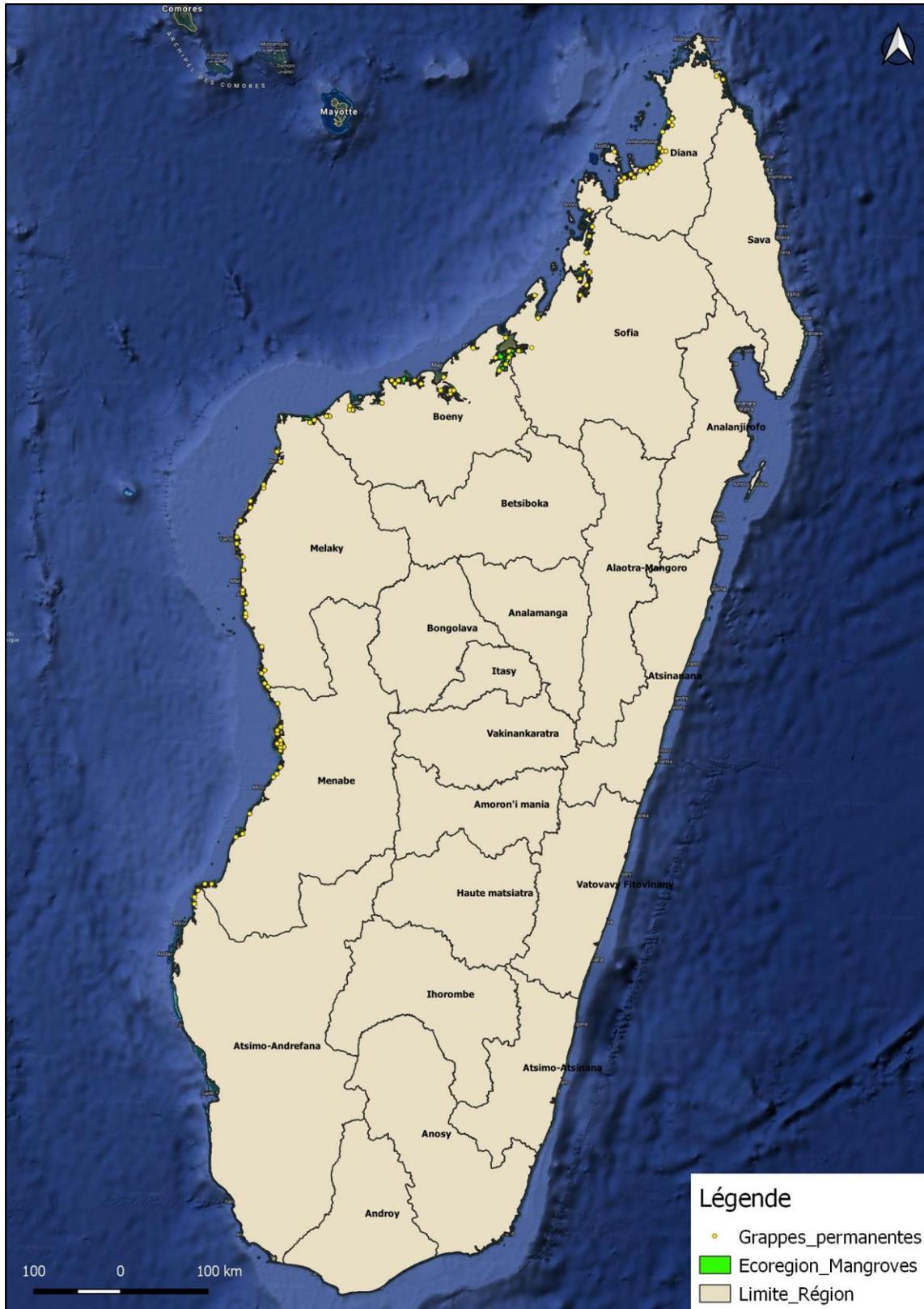
Source : DVRF 2018

**Tableau 1: Répartition des mangroves de Madagascar**

| Mangrove de la côte Ouest                                   | Mangrove de la côte Est                              |
|---|--|
| Plusieurs petites mangroves à l'extrême nord-ouest de l'île | Plusieurs petites mangroves de la baie de Diégo      |
| Petite mangrove du cap saint Sébastien                      | Petite mangrove de la baie de Rigny                  |
| Grande mangrove de la Mahavavy du nord                      | Petite mangrove de la baie de Rodo et de Nosy Akomba |
| Grande mangrove de l'Ifasy                                  | Petite mangrove de Loky et de Mangerina              |
| Plusieurs mangroves de l'île de Nosy Be                     |  |
| Grande mangrove de la baie de Radama                        |  |
| Grande mangrove de la Loza                                  |  |
| Mangrove de la baie de Narindra (Sahamalaza)                |  |
| Mangrove d'Antsena et de Mahamavo                           |  |
| Très grande mangrove de la baie de Mahajamba                |  |
| Très grande mangrove de la baie de Bombetoka (Betsiboka)    |  |
| Très grande mangrove de la Mahavavy du sud et de Soalala    |  |
| Très grande mangrove de Besalampy nord et sud               |  |
| Très grande mangrove de Maintirano                          |  |
| Petite mangrove de Tondrolo                                 |  |
| Mangrove de la Manambolo                                    |  |
| Très grande mangrove de la Tsiribihina                      |  |
| Petite mangrove de Morondava                                |  |
| Mangrove de Maharivo  |  |
| Mangrove de Belo sur mer                                    |  |
| Très grande mangrove de Mangoky                             |  |
| Mangrove d'Andika (nord de Morombe)                         |  |
| Mangrove sud de Morombe                                     |  |

Source : KIENER (1972) rectifiée par ROGER E, 2007

Dans les zones de mangroves, le climat a été dominé par un climat subhumide tempéré ou frais, subhumide chaud et semi-aride (MORAT, 1969 et CORNET, 1974). La pluviométrie moyenne annuelle varie de 600 à 1900 mm. Le climat est marqué par l'existence d'une saison sèche très accentuée du Nord vers le sud (KOECHLIN et *al.*, 1974). La température moyenne annuelle se situe entre 20 et 28°C (Tab. 3). Généralement, le sol est du type ferrugineux tropicaux (ROEDERER, 1971). Ce type d'écosystème se rencontre sur des sols et substrats très variés dominés par des roches sédimentaires allant du Permo-Trias (Karoo) au Tertiaire supérieur et Quaternaire (DANIEL, L. et *al.*, 1973) dans les versants occidentaux. On rencontre également des calcaires du Mésozoïque dans les parties du moyen ouest et du nord-ouest ; des sables non consolidés près de la côte occidentale ; des grès et des roches mères et enfin des affleurements de laves dans certains endroits (MOAT et SMITH, 2007) (Tab. 4).



**Carte 2 : Ecorégion des mangroves et répartition des grappes d'inventaires**

Source : DVRF 2018

Les superficies des zones de mangroves et les caractéristiques climatiques sont respectivement présentés dans le tableau 2 et le tableau 3. La précipitation dans les Régions Atsimo Andrefana et Menabe a été la plus basse avec un minimum de l'ordre de 600mm par an. La température varie dans l'ensemble entre 20 et 37 C.

**Tableau 2: Caractéristiques géographiques des 06 Régions d'études**

| Régions                 | Géographie                                       |          | Superficie mangrove (ha) |
|-------------------------|--|----------|--------------------------|
|                         | Districts  | Communes |                          |
| <b>Diana</b>            | Antsiranana I – II, Ambilobe, Ambanja et Nosy Be | 15       | 81 724                   |
| <b>Sofia</b>            | Antsohihy, Analalava,                            | 07       | 76 932                   |
| <b>Boeny</b>            | Mahajanga I, Mahajanga II, Soalala, Mitsinjo.    | 09       | 103 222                  |
| <b>Menabe</b>           | Belo-sur-Tsiribihina, Manja, et Morondava        | 06       | 66 638                   |
| <b>Melaky</b>           | Maintirano, Antsalova, Besalampy                 | 10       | 54 332                   |
| <b>Atsimo Andrefana</b> | Toliara I, Toliara II, Morombe                   | 15       | 10 505                   |

Source : INSTAT, 2013 ; DVRF 2018

**Tableau 3: Caractéristiques climatiques des 6 Régions d'inventaire**

| Région        | Climat  | Précipitation moyenne annuelle (mm) | Température moyenne annuelle (°C) |
|---------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Diana</b>  | Climat de type tropical caractérisé par une alternance d'une saison fraîche et sèche de Mai à Novembre et d'une saison humide et chaude à partir de décembre.   | 985 à 1847                          | 20 à 26                           |
| <b>Sofia</b>  | Climat de type sub-semi-humide caractérisé par deux saisons bien distinctes, sèche de Mai à Octobre, humide de Novembre à Avril.  | 1100 à 1900                         | 20 à 36                           |
| <b>Boeny</b>  | Climat de type tropical sec, fortement influencé par la mousson avec une alternance de 7 mois de saison sèche d'Avril à Octobre, et 5 mois de saison pluvieuse, qui s'étale d'Octobre à Février             | 1338,6                              | 25 à 31                           |
| <b>Menabe</b> | Climat tropical subhumide à faciès continental chaud et pluvieux de Novembre à Avril, et sec de Mai à Octobre. La sécheresse s'accroît du Nord vers le Sud, mais elle est atténuée de l'Ouest vers l'Est en | 600 à 1600                          | 21,5 à 27,7                       |

| Région                  | Climat  | Précipitation moyenne annuelle (mm) | Température moyenne annuelle (°C) |
|-------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
|                         | raison de l'altitude.   |                                     |                                   |
| <b>Melaky</b>           | Climat de type tropical chaud et sec, le climat régional est caractérisé par l'existence de deux saisons très contrastées : Saison chaude et pluvieuse qui dure de 5 à 6 mois, de novembre à avril. Saison fraîche et sèche qui s'étale sur 6 à 7 mois de l'année, de mai à octobre | 1000 à 1600                         | 25 à 27                           |
| <b>Atsimo Andrefana</b> | Climat semi-aride. Une alternance de deux saisons est remarquée dans la région à savoir la saison sèche, plus longue qui s'étale de 7 à 9 mois  | 600                                 | 24,6 à 30                         |

Source : INSTAT 2010

## 2 Matériels et méthodes

### 2.1 Matériels utilisés

Cinq équipes techniques ont été formées par la Direction de la Valorisation des Ressources Forestières (DVRF<sup>1</sup>) pour collecter les données forestières, écologiques des mangroves de Madagascar ainsi que les échantillons de sol. Chaque équipe a été constituée par un chef d'équipe (Ingénieur des Eaux et Forêts), trois techniciens, d'un agent de la Direction régionale, d'un Cantonnement de la juridiction concernée et des assistants locaux. L'inventaire forestier de l'écorégion des mangroves a été réalisé entre le 18 Août 2018 et le 28 Octobre 2018. Des voitures tout terrain ont été utilisées pour s'amener dans les villages/hameaux les plus proches des grappes et des pirogues pour joindre les grappes d'inventaire à partir des villages/hameaux.

Les matériels utilisés dans les grappes/placettes d'inventaires sont :

- Fiche de collecte des données dendrométriques : bois vivant, bois mort sur pieds,
- Fiches débris,
- Fiche sol,
- Fiche d'informations générales,
- GPS pour la localisation des grappes et du centre des placettes,
- Boussole,
- Appareils photos,
- Décamètre pour la délimitation des sous placettes,
- Hypsomètre pour la mesure de la hauteur des arbres,
- Ruban dendrométrique et OSM pour la mesure du diamètre à hauteur poitrine (DHP137),
- Tarière pour les prises des échantillons de sol,
- Tile Probe pour la mesure de la profondeur du sol et,
- Sacs plastiques pour la conservation des échantillons de sol.

<sup>1</sup>Ancienne Direction technique de la DGEF

## 2.2 Méthodes et collectes des données

La collecte des données a été effectuée dans les 100 grappes définies d'avance dans les Régions Atsimo andrefana, Menabe, Melaky, Boeny, Sofia et Diana. Les coordonnées géographiques des grappes et du centre des placettes ont été fournies d'avance et ont été atteintes par l'utilisation du Global Positioning System ou GPS.

Pour constituer les données, deux types de collecte ont été utilisés. Il s'agit en premier des mesures dendrométriques de la partie aérienne et observation directes des pressions pesant sur l'écosystème. En second lieu, il s'agit d'effectuer le prélèvement de sol avec une tarière de 1 m de long et une extension de 1m. Les données sur les ressources forestières objets du déplacement en forêt ont été assemblées lors de cette intervention.

### 2.2.1 Dispositif d'inventaire

Le dispositif d'inventaire est formé par une grappe de 5 placettes. Chaque placette est composée de deux sous placettes rondes de 2m et 7m de rayon. La sixième placette rectangulaire de côté 50m a été mis en place pour mesurer les gros arbres plus de 25cm de DHP selon la figure 3 et la figure 4.

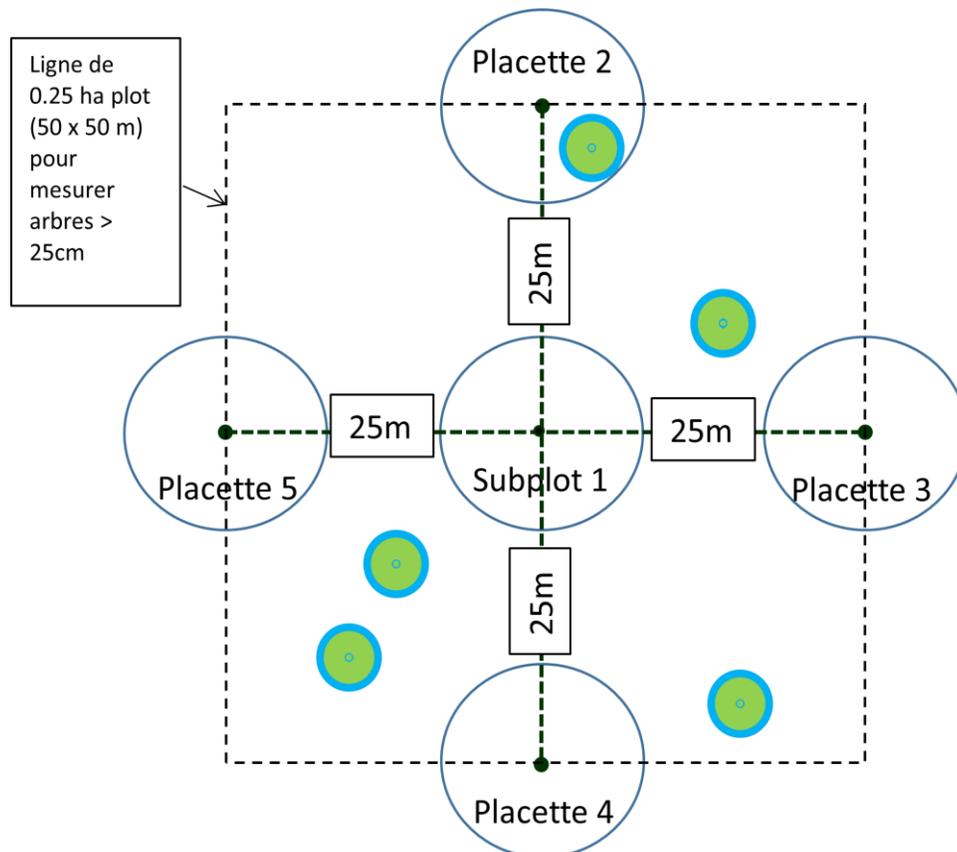
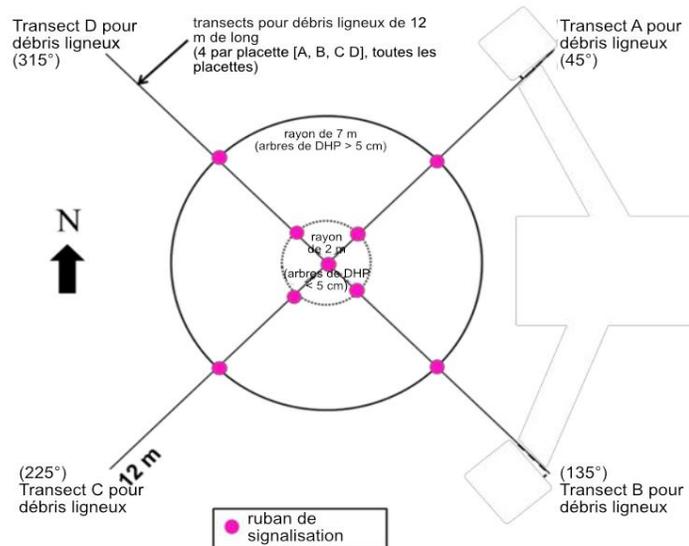
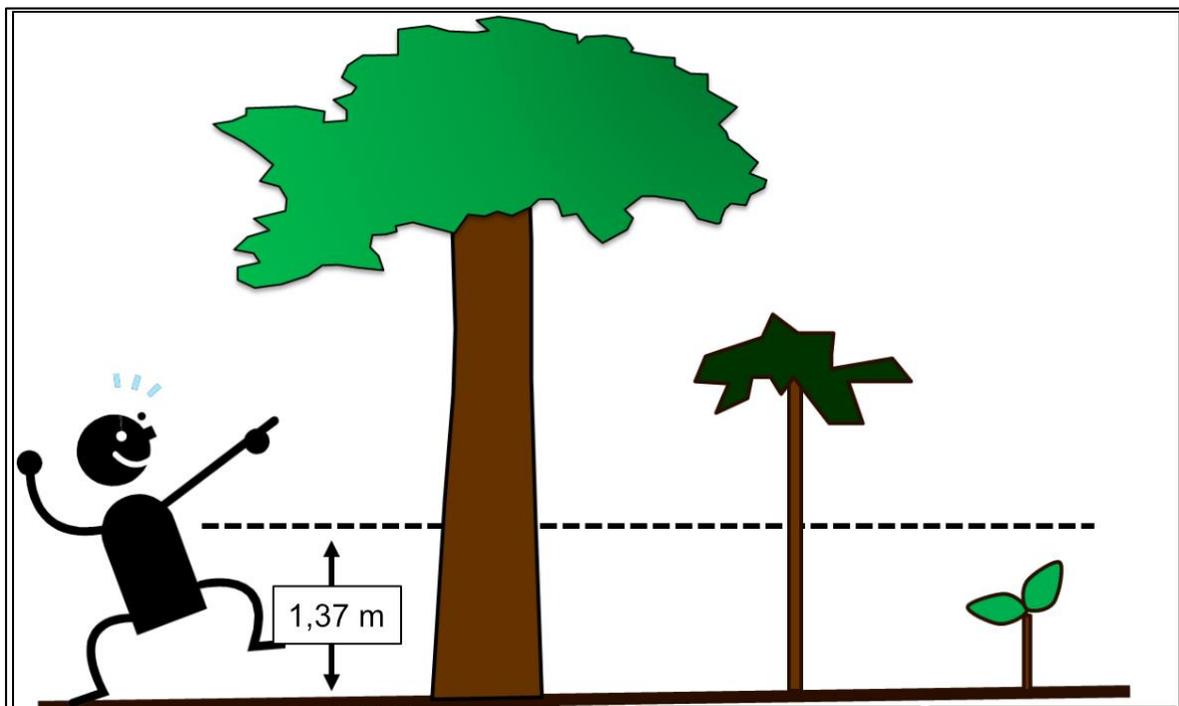


Figure 2 : Dispositif d'inventaire des mangroves



**Figure 3: Plan d'une sous placette ronde**

A noter que tous les arbres, les gaules et les plants situés dans les sous-placettes de 7m et 2m de rayon aété comptés et mesurés suivant leur diamètre à hauteur poitrine ou DHP.



|  |   |  |
|--|---|--|
| Arbre 25cm ≤ DHP ≤5cm mesuré dans la sous placette de 7m | Gaule DHP ≤5cm mesuré dans la sous placette de 2m | Comptage des plantules dans la sous placette de 2m |
|--|---|--|

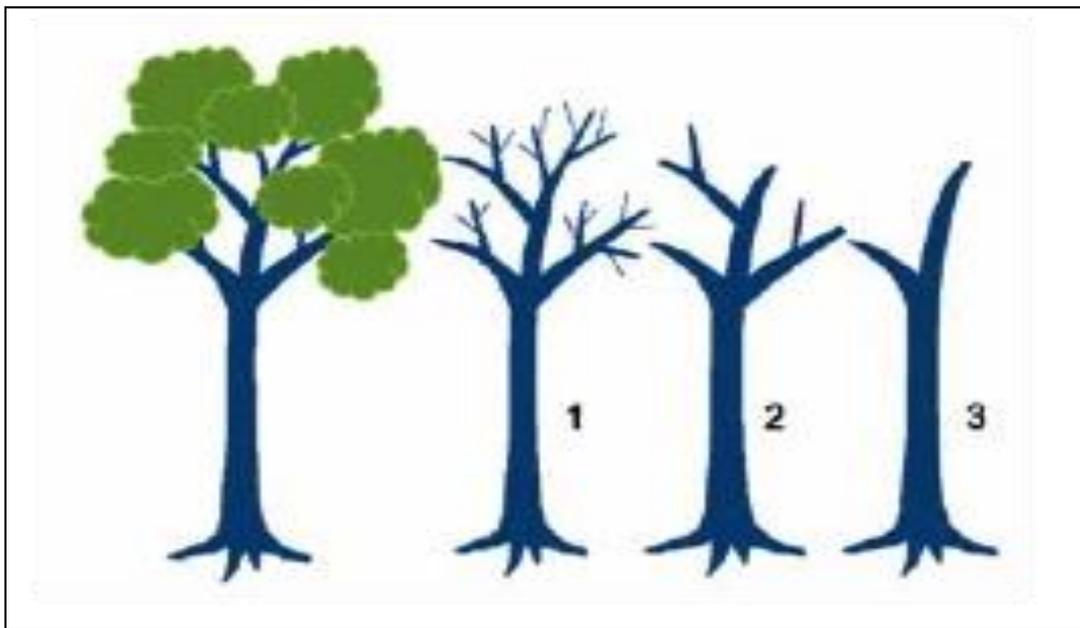
**Figure 4: Méthode de mensuration des arbres, gaules et plants**

Autre que la hauteur totale, le fut des gros arbres et les arbres moyens pouvant être utilisé comme bois d'œuvre ont été relevés ainsi que le nombre des racines apparentes.

Pour les arbres morts sur pieds, les paramètres DHP et hauteur ont été mesurés selon l'état de désintégration de l'arbre (Tableau 4).

**Tableau 4 : Classification des arbres morts sur pieds et paramètres à mesurer**

| Statuts         | Description   | Mesure à effectuer   |
|-----------------|---|--|
| <b>Statut 1</b> | Petites branches et rameaux sont conservés<br>Ressemble à un arbre vivant<br>Absence de feuilles. | DHP<br>Hauteur totale et fut   |
| <b>Statut 2</b> | Pas de brindilles ou de petites branches<br>A perdu une partie des grosses branches.              | DHP<br>Hauteur totale et fut   |
| <b>Statut 3</b> | Peu ou pas de branches,<br>Tige debout seulement et peut être cassé.<br>Souche                    | DHP<br>Hauteur totale<br>Diamètre de la base<br>Hauteur de la souche |



**Figure 5 : Types d'arbres à mesurer**

### 2.2.2 Prélèvement des échantillons du sol

Le prélèvement des échantillons du sol a été effectué près du centre de la placette sur un endroit non piétiné et moins de racine.

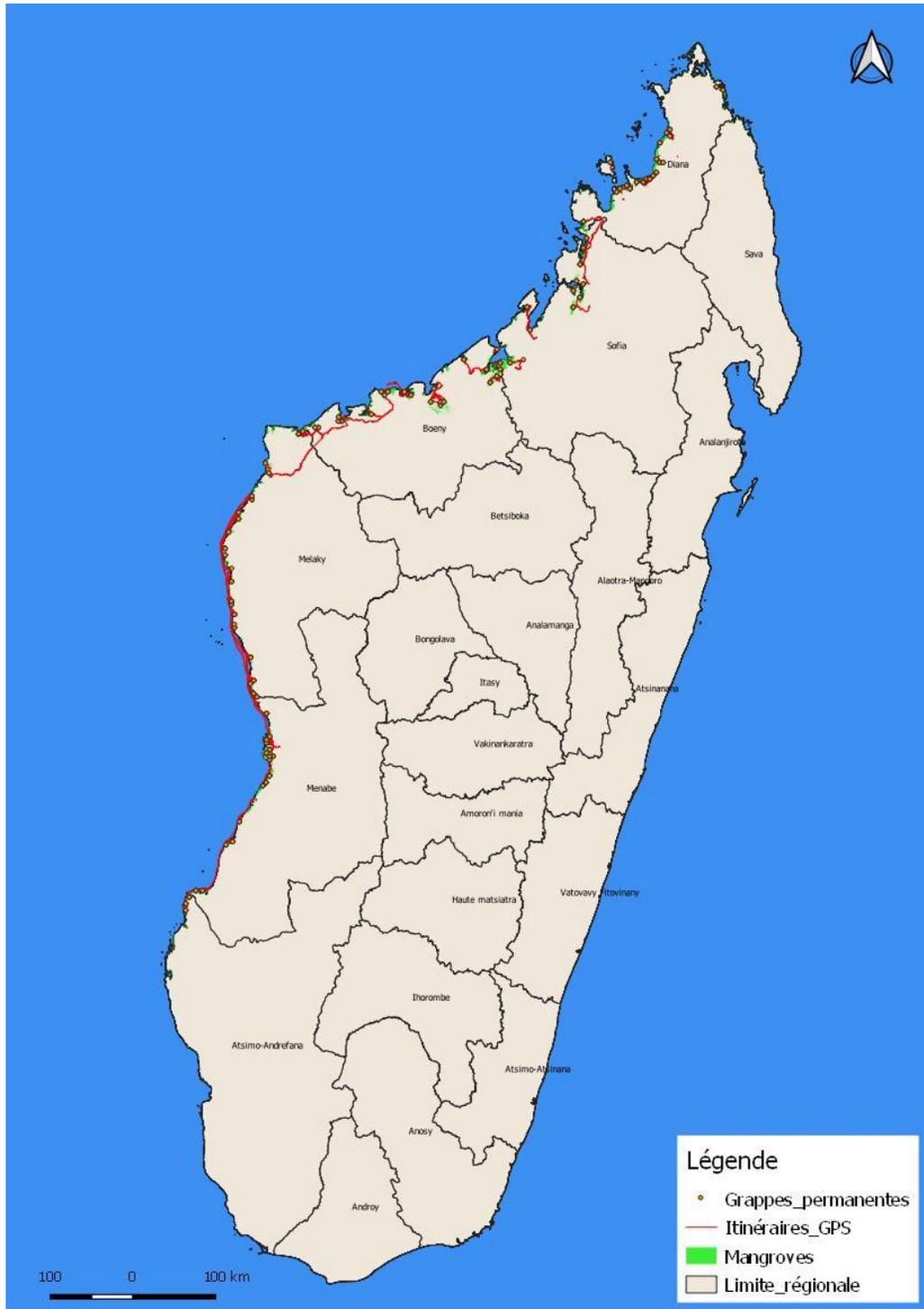
### 2.2.3 Données collectées

#### 2.2.3.1 Informations générales

- Nom unique identifiant la placette et la sous-placette concernée. Il peut s'agir du nom de la forêt, du numéro de la placette, du numéro de la sous-placette et de toute autre

information importante d'identification (ex : district de gestion, etc.)

- Date
- Membres de l'équipe présents
- Coordonnées GPS et précision ( $\pm X$  m)
- Itinéraire jusqu'à la sous-placette.



**Carte 3: Itinéraire des équipes d'inventaire**

### 2.2.3.2 Physique

- Catégorie du site : forêt, nains ou broussailles (hauteur < 5 m),
- Occupation du sol : intact (pour la plupart, des arbres vivants, des troncs et des tiges non endommagés, une canopée intacte/fermée à 80-100%), dégradé (ex : dommages causés par les insectes, les maladies, les animaux, les typhons) ou déboisé
- Topographie : plat, en pente, en dépression ou en élévation
- Milieu géo morphique : la mangrove est proche de fleuve/cours d'eau, d'océan, la sous-placette est proche de/dans une mangrove/au bord de l'océan, la sous-placette est située à l'intérieur de la mangrove, etc.
- Description des sédiments : organiques (habituellement de couleur brune/noire, parfois de grandes quantités de petites racines visibles) ou minéraux (de couleur grise, parfois de texture granuleuse entre les doigts)

### 2.2.3.3 Sols

Outre les échantillons de sol examinés au laboratoire, la salinité, la couleur et les caractéristiques de la boue ont été prélevées.

### 2.2.3.4 Couverture de la canopée

Sur chaque sous placette, la canopée a été estimée à partir du transect A et C par la mesure de la projection de la houppier sur le sol. Le taux de couverture a été obtenu par le rapport entre les ouvertures enregistrées et la longueur du transect. Une moyenne de la grappe donne l'indice de couverture de la canopée ramené à l'hectare.

Quatre classes de canopées ont été déterminées selon le tableau ci-dessous

**Tableau 5: Classe de canopée**

| Classes                     | Description   | Autres   |
|-----------------------------|---|--|
| <b>Canopée fermée</b>       | Ouverture de la canopée >60%, stade de maturation, haut   | Très dense avec de jeunes plants en phase de développement |
| <b>Canopée semi-ouverte</b> | Stade jeune, bois moyen, Ouverture de la canopée 30 à 60%<br>Influencé par la sédimentation du sol dominée par les bois de taille moyenne | Ouverte  |
| <b>Canopée ouverte</b>      | Ouverture de la canopée ≥10%<br>Arbres dispersés et dominés par des tannes  |  |
| <b>Mangrove dégradée</b>    | Ouverture de la canopée <30%<br>Mosaïque de forêts avec des arbres rabougris, dominée par les tannes                                      |  |

Source : JONES et *al.*, 2014

### 3 Traitement des données

#### 3.1 Caractéristique de la formation végétale

##### 3.1.1 Richesse floristique

Les noms vernaculaires sont différents d'une région à l'autre. La première étape a été de :

- D'uniformiser les données et les appellations (locales)
- De déterminer le nom de l'espèce, le genre et la famille.

##### 3.1.2 Abondance des espèces.

Dans cet inventaire, l'abondance des espèces a été calculée en trois étapes :

- Il s'agit en premier de sommer le nombre des espèces pour chaque placette,
- Faire ensuite la moyenne des espèces des cinq placettes pour chaque grappe,
- Ressortir l'espèce la plus observée c'est-à-dire l'espèce ayant le plus grand nombre de pieds inventorié par rapport aux nombre des autres espèces présentes dans la zone considérée.

##### 3.1.3 Fréquence des espèces

La fréquence des espèces exprime le nombre d'observation d'une espèce dans les grappes d'inventaires. La fréquence relative correspond à la part en pourcent où l'espèce considérée a été relevée.

- Une fréquence relative élevée signifie que l'espèce est bien répartie dans le massif forestier inventorié ou ici, l'espèce se trouve dans un grand nombre de grappe.
- Une fréquence relative basse indique par contre que l'espèce est relativement rare. L'espèce ne se rencontre que sur quelques-unes des grappes.

Pour l'analyse des données d'inventaires, la fréquence des espèces a été effectuée sur les arbres, gaules et plants à DHP  $\geq 2,5$ cm.

##### 3.1.4 Densité

La densité absolue d'une espèce indique le nombre de tige à l'hectare de l'espèce et son rapport avec le nombre de tiges total toutes espèces confondues. La densité relative d'une espèce correspond au pourcentage du nombre de tiges par hectare de l'espèce considérée par rapport au nombre total de tiges par hectare toutes espèces confondues.

- Une densité relative élevée signifie que l'espèce est présente en grand nombre dans la zone d'inventaire déterminée ;
- Une densité relative basse indique le contraire.

Dans cette analyse, le calcul de la densité concerne les espèces ligneuses, plantules et arbustes à DHP  $\geq 2,5$ cm.

##### 3.1.5 Dominance des espèces

La dominance d'une espèce désigne la surface terrière moyenne à l'hectare d'une espèce. La dominance relative d'une espèce correspond au pourcentage de la surface terrière par hectare de l'espèce considérée par rapport à la surface terrière totale par hectare toutes espèces confondues.

- Une dominance relative élevée indique que l'espèce atteint un degré de couverture élevé parmi l'ensemble des espèces.

- Une dominance relative basse signifie que l'espèce est mal représentée dans les peuplements inventoriés.

Dans cette analyse, la dominance concerne toutes les espèces ligneuses, plantules et arbustes inventoriés à DHP  $\geq$  5cm.

### 3.1.6 Surface terrière G

La surface terrière a été obtenue par le calcul de la surface terrière de chaque arbre sur pied. La somme des surfaces donne la valeur de la surface terrière totale des grappes d'inventaires. Les valeurs trouvées sont ramenées à l'hectare. La surface terrière a été calculée suivant la formule ci-après :

$$G(m^2) = \pi * \frac{DHP^2}{4}(1)$$

où G (m<sup>2</sup>) est la surface terrière et,  
DHP (m) le diamètre à hauteur poitrine

### 3.1.7 Potentialité en bois : Volume (total et fût) des arbres sur pied

Afin d'obtenir des résultats plus fiables sur le volume des arbres de petit diamètre (DHP < 23 cm), la formule de DAWKINS (in CAILLIEZ, 1980) pour le cubage des arbres de diamètre inférieur à 23 cm a été utilisée selon la formule 5 :

$$V = 0.53 * \pi * DHP^2 * \frac{L}{4}(2)$$

Pour les arbres supérieurs à 23 cm de diamètre, le volume a été calculé par la formule de HUBER (in MASSENET 2006, LEEMANN, 1989.):

$$V = \frac{L * \pi * DHP^2}{4}(3)$$

Les unités sont :

- 0,53 est le coefficient de forme,
- Volume (V) en m<sup>3</sup>,
- Diamètre à hauteur poitrine (DHP) en m et,
- Hauteur (L) en m.

## 3.2 Calcul des biomasses

### 3.2.1.1 Biomasse des bois sur pieds

Pour le calcul de la biomasse des bois vivants, les équations allométriques de JONES et al(2014) ont été utilisées (Tableau 6). La densité spécifique des bois sur pieds (DHP  $\geq$  5cm) est définie comme la qualité de ce qui est dense. C'est aussi le rapport de la masse d'un liquide ou d'un solide à la masse d'eau occupant le même volume à la température de 4°C. La valeur de la densité spécifique de chaque espèce est donnée dans le tableau 7.

Tableau 6: Equations allométriques des espèces de mangroves

| Nom vernaculaire | DBH     | Tronc   | Feuilles            | Racines             |
|------------------|---------|---|---------------------|---------------------|
| Afiaty           |         | $0,1848*dbh^2,3524$                                   |                     |                     |
| Farafaka         |         | $0,0825*(dbh^2*h)^{0,89966*p}$                        |                     |                     |
| Fobo             |         | $0,0830*(dbh^2*h)^{0,89806*p}$                        |                     |                     |
| Lovinjo          |         | $0,0214*(dbh^2*h)^{1,05655*p}$                        |                     |                     |
| Moromony         |         | $0,464*(dbh^2*h)^{0,94275*p}$                         | $0,0679*dbh^1,4914$ |                     |
| Tangambavy       | 2-18cm  | $10^{-0,7247*dbh^2,3379}$                             |                     |                     |
| Tangambavy       | 18-25cm | $10^{-0,494*dbh^2,056}$                               |                     |                     |
| Tangampoly       |         | $0,464*(dbh^2*h)^{0,94275*p}$                         | $0,0679*dbh^1,4914$ |                     |
| Tangandahy       |         | $0,0311*(dbh^2*h)^{1,00741*p}$                        | $0,0139*dbh^2,1072$ | $0,0068*dbh^3,1353$ |
| Varo             |         | $\exp(-1,103+1,994*\ln(d)+0,317*\ln(h)+1,303*\ln(p))$ |                     |                     |

H =hauteur totale;  $\rho$  = densité spécifique

Tableau 7: Densité spécifique des bois

| Nom vernaculaire | Espèce                       | Densité spécifique |
|------------------|------------------------------|--------------------|
| Afiaty           | <i>Avicennia marina</i>      | 0,661              |
| Farafaka         | <i>Sonneratia alba</i>       | 0,78               |
| Fobo             | <i>Xylocarpus granatum</i>   | 0,7                |
| Lovinjo          | <i>Lumnitzera racemosa</i>   | 0,565              |
| Moromony         | <i>Heritiera littoralis</i>  | 1,074              |
| Tangambavy       | <i>Ceriops Tagal</i>         | 0,806              |
| Tangampoly       | <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> | 0,741              |
| Tangandahy       | <i>Rhizophora mucronata</i>  | 0,867              |
| Varo             | <i>Brachylaena sp.</i>       | 0,47355            |

Source : JONES et al., 2014

### 3.2.1.2 Biomasse des bois morts

Pour les bois morts sur pied, un coefficient a été attribué pour distinguer chaque statut dans la figure 5. Les formules utilisées pour le calcul de la biomasse sont présentées ci-dessous.

- Statut 1 :

$$Biomasseboismort = \text{Biomasse Bois vivant} * 0.975 \text{ (Perte de feuilles)} \quad (4)$$

- Statut 2

$$Biomasseboismort = \text{Biomasse bois vivant} * 0.80 \text{ (perte de feuilles et branches)} \quad (5)$$

- Statut 3

$$Biomasseboismort = \pi * \left( \left( \frac{\left( \frac{D1}{2} \right) + \left( \frac{D2}{2} \right)}{2} \right)^2 * (HT * 100) * \rho \right) * 1000000 \quad (6)$$

Avec

D est le DHP

HT Hauteur totale

$\rho$  Densité spécifique (Tableau 7)

### 3.2.1.3 Biomasse des débris

Les débris sont des bouts de bois morts sur sol déracinés ou tombés. Les débris ont été mesurés ou dénombrés le long du transect de 12m. La biomasse des débris a été calculée à partir des formules 7, 8 et 9 ci-dessous en considérant les paramètres indiqués dans le tableau 8.

$$Biomassedébris = Volume(m3/ha) * \rho(g/cm3) \quad (7)$$

$\rho$ : Densité spécifique des débris (Tableau 8).

Pour les débris fine, petit et moyen, la formule utilisée pour calculer le volume est :

$$Volumedébris(m3/ha) = \pi^2 * \frac{N * QMD^2}{8 * L} \quad (8)$$

N : Nombre de débris

QMD : Diamètre moyen du quadra (cm) (Tableau 8).

L : Longueur du transect

Concernant les débris larges, le volume a été obtenu à partir de la somme des diamètres divisée par la longueur du transect multiplié par un huitième de pi au carré (9).

$$Volumedébrislarges(m3/ha) = \pi^2 * \left( \frac{d1^2 + d2^2 + d3^2 + \dots + dn^2}{8 * L} \right) \quad (9)$$

d : Diamètre du débris

L : Longueur du transect

**Tableau 8 : Facteurs de calcul de la biomasse des débris**

| Classe       | Classe de diamètre | Densité spécifique débris | Taille d'échantillon | Longueur transect (m) | Diamètre moyen du quadra (cm) | Taille d'échantillon |
|--------------|--------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Fine</b>  | <0,64              | 0,48±0,01                 | 117                  | 2                     | 0,43                          | 50                   |
| <b>Petit</b> | 0,65-2,54          | 0,64±0,02                 | 31                   | 3                     | 1,47                          | 48                   |
| <b>Moyen</b> | 2,55-7,6           | 0,71±0,01                 | 69                   | 5                     | 4,52                          | 52                   |
| <b>Large</b> | >7,6               | 0,69±0,02                 | 61                   | 12                    | Non appliquée                 | Non appliquée        |

### 3.3 Régénération naturelle

La régénération naturelle est l'ensemble des processus par lesquels les plantes se multiplient naturellement sans intervention sylvicole. La multiplication se fait par graine ou propagules. La régénération permet de calculer le taux de régénération et de déterminer les différentes classes d'âges présentes dans une population.

Tous les individus ayant un DHP entre 2,5 – 10 cm ont été pris comme individus de régénération et ils ont été comptés dans les placettes des grappes. Les individus ayant un DHP > 2,5 cm seulement ont été pris en compte. En dessous de cette taille, la majorité des individus ne supportent pas les effets des différents paramètres (biotiques et abiotiques) et meurent facilement. Selon Rothe (1964), le taux de régénération est donné par la formule suivante :

$$TR(\%) = 100 * \frac{Nr}{Ns} \quad (10)$$

Où

TR : taux de régénération en %

Nr : le nombre d'individus régénérés ( $2,5 \leq DHP \leq 10$  cm)

Ns : est le nombre des semenciers ( $DHP > 10$  cm).

### 3.4 Analyse statistique

#### 3.4.1 Moyenne arithmétique

L'échantillonnage ne donne pas des valeurs réelles. Les résultats des échantillonnages sont toujours des estimations par rapport à l'ensemble de la population étudiée. De ce fait, la moyenne a été calculée à partir de la formule suivante.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (11)$$

Où  $y_i$  est la valeur du paramètre pour le  $i^{\text{ème}}$  échantillon et  $n$  est le nombre total d'échantillons relevés. Le calcul de la moyenne arithmétique est automatisé sur le tableur Excel.

La moyenne a été utilisée pour connaître la valeur moyenne de la hauteur totale, de la hauteur fût ainsi que du diamètre à hauteur poitrine à 1,37m du sol. L'analyse de la valeur des surfaces terrières, des volumes ainsi que de la biomasse ont également vu l'utilisation de la moyenne arithmétique. Enfin, elle a été utilisée pour savoir la tendance générale des arbres sur pieds ou de la formation en générale dans les zones d'inventaires.

#### 3.4.2 Ecartype

L'écartype détermine la variation absolue selon la formule

$$S = V \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1} \quad (12)$$

où  $n-1$  est le nombre de degrés de liberté.

A chaque fois que la moyenne des variables a été calculée, la valeur de l'écartype l'a été également. L'écartype a été calculé pour connaître la distribution des variables par rapport à la moyenne.

### 3.4.3 Erreur standard (90%)

L'incertitude de la moyenne arithmétique estimée par les échantillons diminue avec l'augmentation du nombre d'échantillons. Cette incertitude est exprimée par l'erreur standard de la moyenne arithmétique suite à son importance ou erreur standard et donnée par la formule ci-après.

$$E = \frac{S}{\bar{y}} \quad (13)$$

Se basant sur cette formule, l'erreur standard relative se calcule avec la même formule, mais par rapport au coefficient de variation au lieu de l'écartype. Il est donné par :

$$E\% = \frac{S\%}{\bar{y}} \quad (14)$$

### 3.4.4 Intervalle de confiance (90%) et estimation minimale de confiance

Elle est la zone des deux côtés de la moyenne arithmétique qui contient avec une certaine probabilité la moyenne réelle. L'intervalle de confiance se calcule par :

$$\begin{aligned} \text{Borne supérieure} &= \bar{y} + tE \\ \text{Borne inférieure} &= \bar{y} - tE \end{aligned} \quad (15)$$

Concernant l'estimation minimale de confiance, l'intervalle de confiance détermine les limites inférieure et supérieure qui seront dépassées avec une certaine probabilité ou dépassement bilatéral. Dans le cas de cet inventaire forestier, il est normal d'indiquer la valeur qui représente un minimum nécessaire et atteint avec une certaine probabilité. Sa valeur est calculée par la formule :

$$EMC = \bar{y} - tE \quad (16)$$

Où  $\bar{y}$  est la moyenne arithmétique et t la valeur de t de Student dans la table.

### 3.4.5 Facteur d'échelle

Un facteur d'échelle a été appliqué pour mettre à l'échelle de 1ha les valeurs calculées au niveau de chaque arbre. Etant donné que chaque placette est constituée de 03 sous-placettes et des transects, différents facteurs d'échelles ont été attribués en fonction du DHP de chaque arbre. Le tableau ci-après indique les facteurs d'échelle pour les sous-placettes de dimension fixe.

**Tableau 9 : Surface et facteur d'échelle pour 1 ha**

| Sous placette | Rayon/côté (m) | Surface unité (m <sup>2</sup> ) | Facteur pour 1 ha |
|---------------|----------------|---------------------------------|-------------------|
| R1            | 2              | 12,57                           | 795,77            |
| R2            | 7              | 153,94                          | 64,96             |
| C3            | 50             | 2500                            | 4,00              |

## 4 Résultats

### 4.1 Base de données inventaire forestier et floristique

Elle est constituée par une base de données brute issues des résultats de compilation des fiches d'inventaires de la partie aérienne (version Excel).

### 4.2 Bases de données sol (version Excel)

C'est une base de données brute relative à la fiche de collecte des données et une base de données des résultats d'analyse au laboratoire. La base de données contient les informations suivantes, relatives au carbone souterrain de la mangrove :

- Numéro de la grappe
- Placette
- Code sur terrain
- Profondeur
- Taux de carbone
- Poids sec
- Volume de l'échantillon
- Densité apparente
- Intervalle
- Carbone du sol par placette (Mg/ha)
- Moyenne du Carbone par grappe (Mg/ha)

### 4.3 Richesse floristique

Au total, 7 familles, 9 genres et 9 espèces (dont 6 espèces de mangroves et 3 espèces de forêts sèches) ont été inventoriées dans l'écorégion mangroves de l'Ouest de Madagascar.

**Tableau 10: Richesse floristique de la mangrove de Madagascar**

| Famille               | Genre       | Espèces                     | Noms vernaculaires |
|-----------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|
| <b>Asteraceae</b>     | Brachylaena | <i>Brachylaena sp.</i>      | Varo*              |
| <b>Combretaceae</b>   | Lumnitzera  | <i>Lumnitzera racemosa</i>  | Lovinjo            |
| <b>Meliaceae</b>      | Xylocarpus  | <i>Xylocarpus granatum</i>  | Fobo*              |
| <b>Rhizophoraceae</b> | Bruguiera   | <i>Bruguiera gymnorhiza</i> | Tangampoly         |
| <b>Rhizophoraceae</b> | Ceriops     | <i>Ceriops Tagal</i>        | Tangambavy         |
| <b>Rhizophoraceae</b> | Rhizophora  | <i>Rhizophora mucronata</i> | Tangandahy         |
| <b>Sonneratiaceae</b> | Sonneratia  | <i>Sonneratia alba</i>      | Farafaka*          |
| <b>Sterculiaceae</b>  | Heritiera   | <i>Heritiera littoralis</i> | Moromony           |
| <b>Verbenaceae</b>    | Avicennia   | <i>Avicennia marina</i>     | Afiaty             |

\* Espèce de forêt sèche et de mangrove

Les espèces de la famille des **Rhizophoraceae** et des **Verbenaceae** ont été les plus observées dans les grappes d'inventaires. (Cf. figure 6).

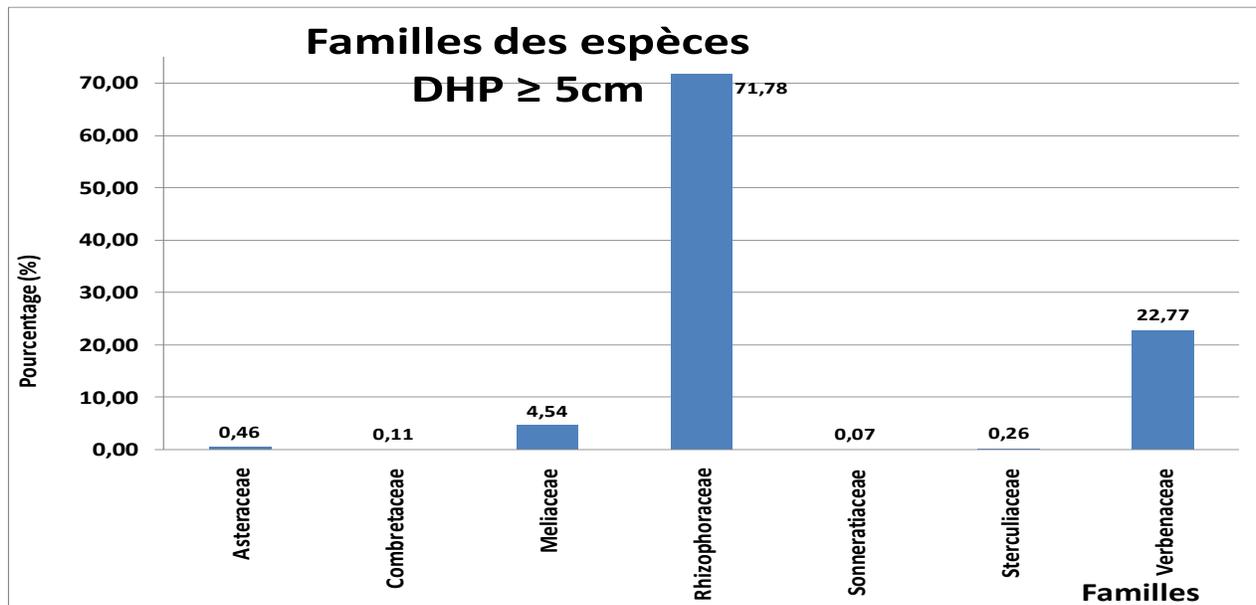


Figure 6 : Abondances des familles végétales

La richesse floristique varie d'une région à l'autre. Les régions Sofia (9 espèces), Diana (8 espèces) et Menabe (7 espèces) ont disposé plus de diversités spécifiques contrairement à la Région Melaky (5 espèces) (Figure 7).

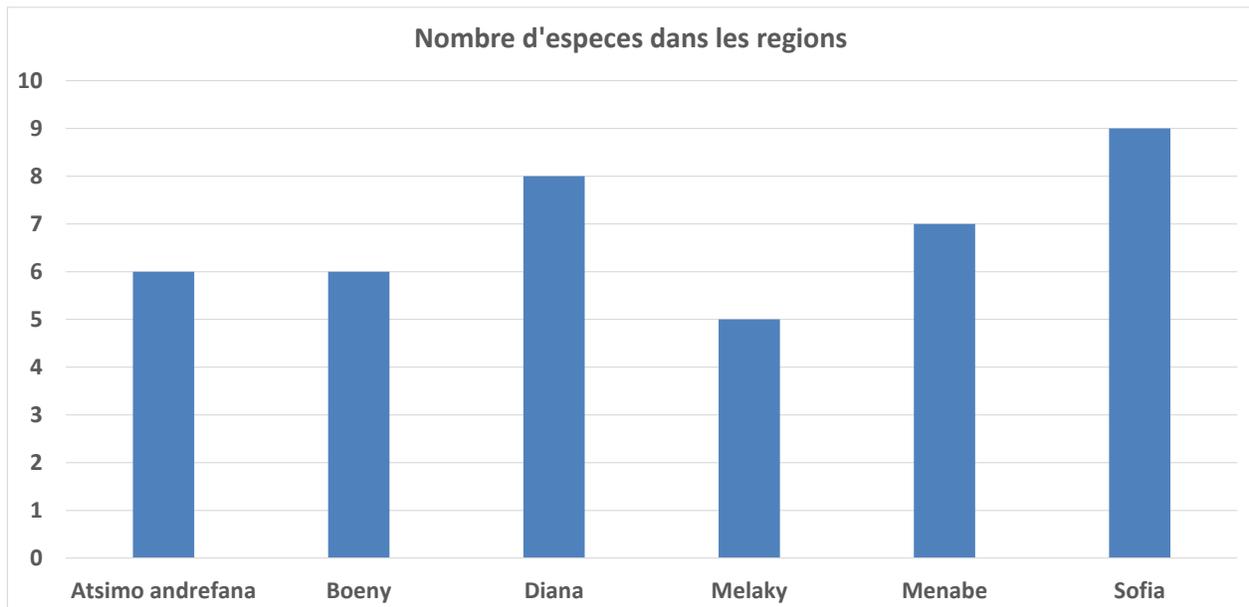


Figure 7: Nombre d'espèces par Région

#### 4.4 Paramètres sylvicoles des mangroves à DHP $\geq$ 5cm

Dans l'ensemble, le DHP des mangroves toutes espèces confondues s'est situé entre 8,6 et 13,82 cm de diamètre avec une hauteur totale moyenne de 5,5m et une hauteur exploitable moyenne de 2,89m (Tableau 10). Les coefficients de variation du DHP et des hauteurs ont été relativement bas par rapport au coefficient de variation fixé empiriquement qui est de 150. Ces résultats ont indiqué une homogénéité de la taille des peuplements inventoriés par rapport aux paramètres relevés. Ainsi, l'erreur standard n'a pas dépassé 10% de la moyenne et l'intervalle de confiance a été

relativement étroit. Une précision remarquable élevée des résultats a été bien mis en exergue (Tableau 11). Néanmoins, ces caractéristiques dendrométriques ont varié selon l'espèce et la région (Tableaux 12 à 17).

**Tableau 11: Caractéristiques dendrométriques des mangroves (toutes espèces confondues)**

| Nombre de grappes : 91               |                |          |               |
|--------------------------------------|----------------|----------|---------------|
| Valeurs statistiques                 | DHP (cm)       | HT (m)   | HF (m)        |
| <b>Moyenne</b>                       | 11,21          | 5,5      | 2,89          |
| <b>Ecartype</b>                      | 5,27           | 2,04     | 1,39          |
| <b>Coefficient de variation</b>      | 47             | 37,07    | 47,92         |
| <b>Erreur (90%)</b>                  | 8,19           | 6,46     | 8,35          |
| <b>Intervalle de confiance (90%)</b> | 2,61           | 1,5      | 1,61          |
| <b>Valeur minimale (90%)</b>         | 8,6            | 4        | 1,28          |
| <b>Valeur maximale (90%)</b>         | 13,82          | 7        | 4,5           |
| <b>Intervalle de confiance (90%)</b> | [8,6 ; 13,82 [ | [4 ; 7 [ | [1,28 ; 4,5 [ |

#### 4.5 Caractéristiques dendrométriques des espèces de Mangrove par Région

Dans la Région Atsimo andrefana (Tableau 12), les DHP des Afiagy (DHP = 13,21 ± 5,23cm) et des Moromony (13,44 ± 5,59) ont été plus large que les autres espèces présentes. Les hauteurs totales et hauteurs fut par contre ont été plus ou moins homogènes et respectivement autour de 5 m et de 2,5m. Pour les arbres à DHP supérieur à 5cm, le même cas se présente.

Dans la Région Boeny (Tableau 13), les deux espèces Farafaka (DHP = 21,2m) et Afiagy (DHP= 19,07m) se sont distinguées en termes de DHP. Elles ont été également les plus hautes dans la région

Dans la Région Diana (Tableau 14), Afiagy (DHP = 18,2 ± 13,46 cm et DHP = 20,37 ± 12,81 cm pour DHP supérieur à 5cm) et Moromony (DHP = 12,02 ± 10,82cm et DHP = 15,92 ± 10,45 cm pour DHP supérieur à 5cm) ont été les plus dimensionnées.

Dans la Région Melaky (Tableau 15), Tangambavy (DHP = 15,12 ± 11,11 cm et DHP = 17,42 ± 10,58 cm pour DHP supérieur à 5cm) a eu la plus grande DHP.

Dans la Région Menabe (Tableau 16), Afiagy (DHP = 17,01 ± 13,45 cm et DHP = 18,3 ± 13,28 cm pour DHP supérieur à 5cm) et Fobo (DHP = 14,07 ± 8,7 cm et DHP = 14,07 ± 8,7 cm pour DHP supérieur à 5cm) ont été les plus dimensionnées.

Dans la Région Sofia (Tableau 17), Afiagy (DHP = 14,72 ± 11,78 cm et DHP = 16,05 ± 11,77 cm pour DHP supérieur à 5cm) et Farafaka (DHP = 17,04 ± 10,61 cm et DHP = 17,04 ± 10,61 cm pour DHP supérieur à 5cm) et Moromony (DHP = 20,94 ± 12,43 cm et DHP = 20,94 ± 12,43 cm pour DHP supérieur à 5cm) ont été les plus grandes.

Tableau 12: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région Atsimo andrefana

| Noms vernaculaires | DHP (cm)     | HT (m)      | HF (m)      | DHP sup 5cm  |             |             |
|--------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
|                    |              |             |             | DHP (cm)     | HT (m)      | HF (m)      |
| Afiaty             | 13,21 ± 5,23 | 5,33 ± 1,35 | 2,87 ± 1,28 | 13,21 ± 5,23 | 5,33 ± 1,35 | 2,87 ± 1,28 |
| Fobo               | 11,86 ± 7,68 | 5,08 ± 0,49 | 2,98 ± 0,48 | 11,86 ± 7,68 | 5,08 ± 0,49 | 2,98 ± 0,48 |
| Moromony           | 13,44 ± 5,59 | 5,38 ± 0,25 | 2,46 ± 1,05 | 13,44 ± 5,59 | 5,38 ± 0,25 | 2,46 ± 1,05 |
| Tangambavy         | 6,43 ± 2,56  | 3,65 ± 1    | 2,04 ± 0,68 | 7,11 ± 2,01  | 3,79 ± 0,98 | 2,04 ± 0,68 |
| Tangampoly         | 10,29 ± 3,9  | 5,08 ± 1,37 | 3,32 ± 1,11 | 10,55 ± 3,74 | 5,13 ± 1,35 | 3,32 ± 1,11 |
| Tangandahy         | 8,14 ± 2,55  | 5,31 ± 1,21 | 3,5 ± 1,16  | 8,33 ± 2,41  | 5,38 ± 1,18 | 3,5 ± 1,16  |

Tableau 13: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région de Boeny

| Noms vernaculaires | DHP (cm)      | HT (m)      | HF (m)      | DHP sup 5cm   |             |             |
|--------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
|                    |               |             |             | DHP (cm)      | HT (m)      | HF (m)      |
| Afiaty             | 19,07 ± 11,81 | 7,11 ± 2,87 | 3,47 ± 1,39 | 20,41 ± 11,32 | 7,47 ± 2,66 | 3,47 ± 1,39 |
| Farafaka           | 21,2 ±        | 8 ±         | 2 ±         | 21,2 ±        | 8 ±         | 2 ±         |
| Fobo               | 11,07 ± 4,15  | 5,66 ± 2,27 | 2,91 ± 1,03 | 11,33 ± 3,91  | 5,76 ± 2,21 | 2,91 ± 1,03 |
| Tangambavy         | 8,58 ± 5,18   | 4,87 ± 2,13 | 2,75 ± 1,14 | 10,38 ± 4,66  | 5,69 ± 1,72 | 2,75 ± 1,14 |
| Tangampoly         | 9,83 ± 6,28   | 4,94 ± 2,45 | 2,87 ± 1,48 | 11,3 ± 5,92   | 5,43 ± 2,41 | 2,87 ± 1,48 |
| Tangandahy         | 11,28 ± 7,95  | 5,54 ± 2,37 | 3,29 ± 1,23 | 13,54 ± 7,58  | 6,41 ± 1,9  | 3,29 ± 1,23 |

Tableau 14: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région de Diana

| Noms vernaculaires | DHP (cm)      | HT (m)      | HF (m)      | DHP sup 5cm   |             |             |
|--------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
|                    |               |             |             | DHP (cm)      | HT (m)      | HF (m)      |
| Afiaty             | 18,2 ± 13,46  | 7,82 ± 4,93 | 3,05 ± 1,7  | 20,37 ± 12,81 | 8,52 ± 4,82 | 3,05 ± 1,7  |
| Farafaka           | 6,2 ±         | 1,5 ±       | 0,5 ±       | 6,2 ±         | 1,5 ±       | 0,5 ±       |
| Fobo               | 11,51 ± 5,8   | 9,32 ± 5,03 | 3 ± 1,49    | 12,09 ± 5,45  | 9,71 ± 4,91 | 3 ± 1,49    |
| Lovinjo            | 3,19 ± 2,67   | 2,51 ± 0,8  | 1,71 ± 0,15 | 6,45 ± 1,16   | 3,21 ± 0,88 | 1,71 ± 0,15 |
| Moromony           | 12,02 ± 10,82 | 6,18 ± 2,59 | 3,67 ± 1    | 15,92 ± 10,45 | 7,5 ± 1,6   | 3,67 ± 1    |
| Tangambavy         | 5,9 ± 3,97    | 5,06 ± 2,49 | 3,2 ± 1,32  | 8,1 ± 3,24    | 6,38 ± 2,03 | 3,21 ± 1,32 |
| Tangampoly         | 9,15 ± 6,96   | 5,94 ± 3,64 | 3,23 ± 1,98 | 10,59 ± 6,94  | 6,72 ± 3,58 | 3,24 ± 1,98 |
| Tangandahy         | 8,33 ± 5,13   | 6,1 ± 2,72  | 3,73 ± 1,55 | 9,43 ± 4,72   | 6,69 ± 2,46 | 3,73 ± 1,55 |

Tableau 15: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région de Melaky

| Noms vernaculaires | DHP (cm)      | HT (m)      | HF (m)      | DHP sup 5cm   |             |             |
|--------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
|                    |               |             |             | DHP (cm)      | HT (m)      | HF (m)      |
| Afiaty             | 12,9 ± 9,97   | 5,24 ± 2,36 | 1,4 ± 1,53  | 13,85 ± 9,95  | 5,5 ± 2,29  | 1,4 ± 1,53  |
| Fobo               | 11,74 ± 6,4   | 7,24 ± 2,68 | 2,48 ± 1,83 | 12,11 ± 6,29  | 7,42 ± 2,6  | 2,48 ± 1,83 |
| Tangambavy         | 15,12 ± 11,11 | 6,5 ± 3,09  | 3,78 ± 1,65 | 17,42 ± 10,58 | 7,31 ± 2,67 | 3,78 ± 1,65 |
| Tangampoly         | 7,5 ± 3,52    | 4,32 ± 1,91 | 1,21 ± 1,04 | 8,53 ± 3      | 4,61 ± 1,94 | 1,24 ± 1,13 |
| Tangandahy         | 8,7 ± 4,38    | 4,95 ± 2,74 | 1,69 ± 2,1  | 9,2 ± 4,24    | 5,17 ± 2,76 | 1,69 ± 2,11 |

Tableau 16: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région de Menabe

| Noms vernaculaires | DHP (cm)      | HT (m)      | HF (m)      | DHP sup 5cm  |             |             |
|--------------------|---------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
|                    |               |             |             | DHP (cm)     | HT (m)      | HF (m)      |
| Afiaty             | 17,01 ± 13,45 | 6,43 ± 3,05 | 2,63 ± 1,25 | 18,3 ± 13,28 | 6,7 ± 3,01  | 2,63 ± 1,25 |
| Fobo               | 14,07 ± 8,7   | 5,59 ± 2,35 | 2,34 ± 1,2  | 14,07 ± 8,7  | 5,59 ± 2,35 | 2,34 ± 1,2  |
| Moromony           | 7,05 ± 0,78   | 2,9 ± 0,14  | 1,9 ± 0,14  | 7,05 ± 0,78  | 2,9 ± 0,14  | 1,9 ± 0,14  |
| Tangambavy         | 5,85 ± 3,31   | 3,58 ± 1,03 | 2,33 ± 0,87 | 7,23 ± 2,94  | 3,87 ± 1    | 2,33 ± 0,87 |
| Tangampoly         | 10,37 ± 4,6   | 6,14 ± 2,36 | 3,86 ± 1,58 | 10,75 ± 4,36 | 6,31 ± 2,28 | 3,86 ± 1,58 |
| Tangandahy         | 9,63 ± 5,18   | 6,04 ± 3,14 | 4,04 ± 2,49 | 9,94 ± 5,07  | 6,19 ± 3,13 | 4,04 ± 2,49 |
| Varo               | 7,61 ± 2,8    | 2,88 ± 0,48 | 1,24 ± 0,33 | 7,75 ± 2,71  | 2,91 ± 0,46 | 1,24 ± 0,33 |

Tableau 17: Caractéristiques dendrométriques par espèce de la Région de Sofia

| Noms vernaculaires | DHP (cm)      | HT (m)      | HF (m)      | DHP sup 5cm   |             |             |
|--------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
|                    |               |             |             | DHP (cm)      | HT (m)      | HF (m)      |
| Afiaty             | 14,72 ± 11,78 | 6,44 ± 3,21 | 3,58 ± 2,05 | 16,05 ± 11,77 | 6,86 ± 3,11 | 3,58 ± 2,06 |
| Farafaka           | 17,04 ± 10,61 | 5,78 ± 1,39 | 2,3 ± 0,63  | 17,04 ± 10,61 | 5,78 ± 1,39 | 2,3 ± 0,63  |
| Fobo               | 12,31 ± 3,91  | 5,63 ± 1,76 | 2,77 ± 1,21 | 12,84 ± 3,28  | 5,71 ± 1,79 | 2,77 ± 1,21 |
| Lovinjo            | 10,4 ±        | 3,8 ±       | 1,5 ±       | 10,4 ±        | 3,8 ±       | 1,5 ±       |
| Moromony           | 20,94 ± 12,43 | 6,14 ± 1,01 | 3,1 ± 0,59  | 20,94 ± 12,43 | 6,14 ± 1,01 | 3,1 ± 0,59  |
| Tangambavy         | 9,41 ± 5,76   | 5,24 ± 2,51 | 3,08 ± 1,3  | 11,22 ± 5,26  | 6,05 ± 2,24 | 3,08 ± 1,3  |
| Tangampoly         | 8,28 ± 7,01   | 4,1 ± 2,84  | 4,12 ± 2,03 | 11,29 ± 7,02  | 5,28 ± 2,91 | 4,12 ± 2,03 |
| Tangandahy         | 10,65 ± 7,35  | 6,07 ± 3,44 | 4,15 ± 1,96 | 13,38 ± 6,74  | 7,48 ± 2,93 | 4,15 ± 1,96 |
| Varo               | 9,9 ±         | 4,5 ±       | 3 ±         | 9,9 ±         | 4,5 ±       | 3 ±         |

#### 4.6 Abondance des espèces de mangroves de Madagascar

Pour l'ensemble des grappes d'inventaires, quatre espèces Tangandahy, Afiagy, Tangambavy et Tangampoly ont abondamment dominé les autres espèces. Elles ont constitué plus de 82% des espèces présentes (Figure 8).

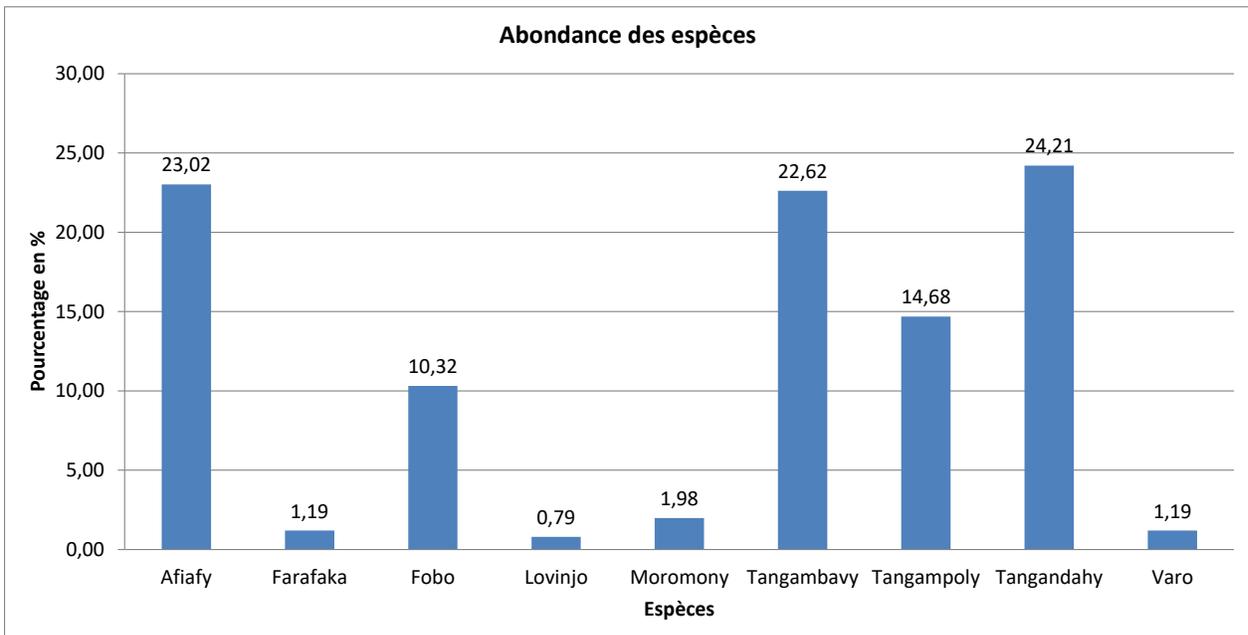


Figure 8: Abondance des espèces dans les grappes

Pour chaque Région d'inventaire, la Région Atsimo andrefana a été dominée par les espèces Afiagy et Tangambavy ; la Région Boeny a été dominée par Afiagy, Tangandahy et Tangambavy ; la Région Diana a été distinguée par Tangambavy et la Région Melaky a été spécifiée par Afiagy et Tangandahy. Pour les Régions Menabe et Sofia, elles ont été dominées par les espèces Tangambavy et Tangandahy (figure 9).

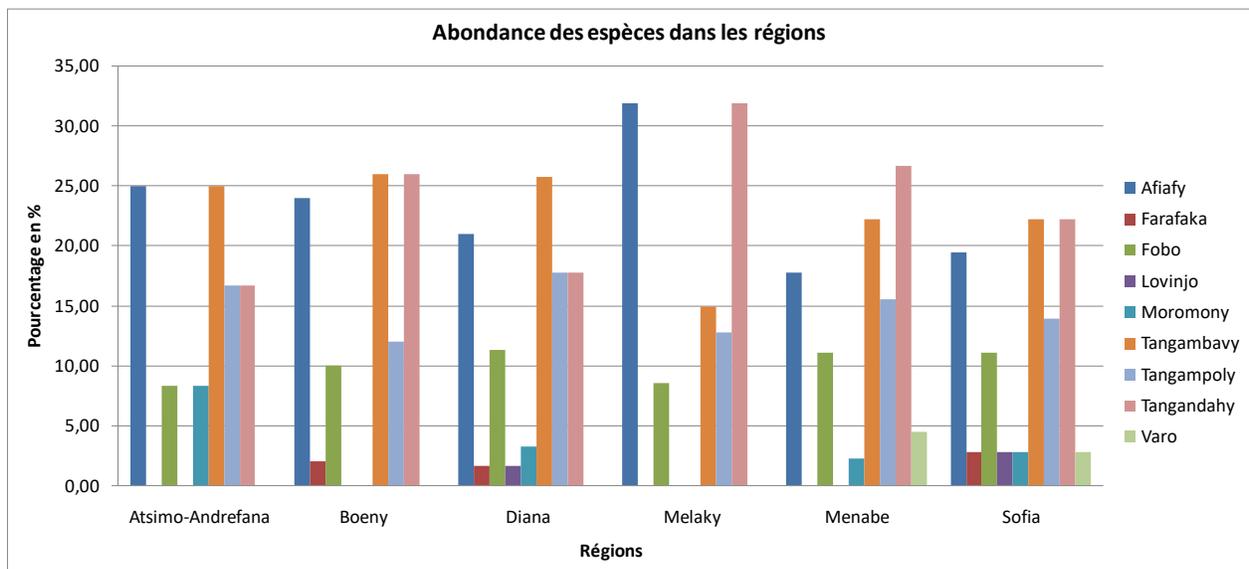


Figure 9: Abondance des espèces par Région

Selon les classes de diamètre, les tiges entre 5 et 15cm de DHP ont été les plus abondants. Rares sont ceux ayant plus de 15cm de DHP. Le coefficient de variation de ces derniers a été largement supérieur à 150. Néanmoins, l'observation en abondance des espèces selon les classes de DHP n'a pas été automatique. Des facteurs doivent être considérés d'où les erreurs élevés (Tableau 18).

**Tableau 18 : Abondance des mangroves selon les classes de diamètre**

| DHP                            | DHP (cm) |         |         |        |         |         |         |         |          |
|--------------------------------|----------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
|                                | inf à 2  | 2 à 2,5 | 2,5 à 5 | 5 à 10 | 10 à 15 | 15 à 18 | 18 à 20 | 20 à 25 | sup à 25 |
| <b>Nombre grappe : 81</b>      |          |         |         |        |         |         |         |         |          |
| <b>Moyenne</b>                 | 1,10     | 0,44    | 1,35    | 7,75   | 3,35    | 0,99    | 0,55    | 0,84    | 1,85     |
| <b>Ecartype</b>                | 5,29     | 1,40    | 1,97    | 8,06   | 2,82    | 1,83    | 1,42    | 2,66    | 4,68     |
| <b>CV (%)</b>                  | 479,91   | 315,42  | 145,86  | 103,94 | 84,19   | 183,76  | 259,15  | 316,51  | 252,89   |
| <b>Erreur(90%)</b>             | 88,74    | 58,32   | 26,97   | 19,22  | 15,57   | 33,98   | 47,92   | 58,52   | 46,76    |
| <b>Intervalle de confiance</b> | 8,71     |         | 3,24    | 5,01   | 2,68    |         |         |         | 7,70     |
| <b>Maximum</b>                 | 9,81     |         | 4,59    | 12,76  | 6,02    |         |         |         | 9,55     |
| <b>Minimum</b>                 | -7,60    |         | -1,89   | 2,74   | 0,67    |         |         |         | -5,85    |

#### 4.7 Abondance des espèces de mangroves selon les classes de diamètre dans les Régions

Les tiges entre 5 et 15 cm de DHP ont été les plus abondants dans les Régions Atsimo andrefana, Diana, Melaky, Menabe et Sofia contrairement aux tiges dans la Région de Boeny.

Dans la Région :

- Atsimo andrefana, le DHP des tiges pour la plupart des cas situé entre 5 et 10cm de DHP. Tangandahy a été la plus abondante (Tableau 19).
- Boeny, le DHP des tiges pour la plupart des cas situé entre 5 à 15cm de DHP. Tangambavy a été la plus abondante dans cet intervalle de DHP. Pour le DHP supérieur à 25 cm, Afiafy a été la plus abondante (Tableau 20).
- Diana, l'intervalle de DHP entre 5 à 10 cm a été distinguée par les espèces Tangambavy et Tangandahy. Elles ont aussi dominé les autres classes de DHP (Tableau 21).
- Melaky, l'intervalle de DHP entre 5 à 10 cm a été distingué par Tangandahy. Pour le DHP supérieur à 25 cm, Afiafy a été la plus abondante (Tableau 22).
- Menabe, l'intervalle de DHP entre 5 à 10 cm a été distingué par Tangandahy. Pour le DHP supérieur à 25 cm, Afiafy a été la plus abondante (Tableau 23).
- Sofia, Tangandahy et Tangambavy ont été abondantes entre l'intervalle de DHP 5 à 10 cm (Tableau 24).

Tableau 19: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Atsimo andrefana

| Noms vernaculaires | inf à 2 | 2 à 2,5 | 2,5 à 5 | 5 à 10 | 10 à 15 | 15 à 18 | 18 à 20 | 20 à 25 | sup à 25 |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Afiaty             | 0       | 0       | 0       | 2      | 1       | 1       | 1       | 0       | 0        |
| Fobo               | 0       | 0       | 0       | 1      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Moromony           | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Tangambavy         | 1       | 0       | 1       | 9      | 1       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Tangampoly         | 0       | 0       | 1       | 7      | 7       | 1       | 0       | 0       | 0        |
| Tangandahy         | 0       | 0       | 1       | 30     | 9       | 0       | 0       | 0       | 0        |

Tableau 20: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Boeny

| Noms vernaculaires | inf à 2 | 2 à 2,5 | 2,5 à 5 | 5 à 10 | 10 à 15 | 15 à 18 | 18 à 20 | 20 à 25 | sup à 25 |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Afiaty             | 1       | 1       | 7       | 21     | 20      | 12      | 8       | 13      | 35       |
| Farafaka           | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Fobo               | 0       | 0       | 0       | 2      | 3       | 1       | 0       | 0       | 0        |
| Tangambavy         | 5       | 4       | 21      | 53     | 28      | 8       | 2       | 3       | 1        |
| Tangampoly         | 0       | 0       | 1       | 2      | 1       | 1       | 0       | 0       | 0        |
| Tangandahy         | 2       | 4       | 20      | 25     | 26      | 6       | 4       | 6       | 9        |

Tableau 21: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Diana

| Noms vernaculaires | inf à 2 | 2 à 2,5 | 2,5 à 5 | 5 à 10 | 10 à 15 | 15 à 18 | 18 à 20 | 20 à 25 | sup à 25 |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Afiaty             | 6       | 0       | 1       | 18     | 7       | 2       | 2       | 3       | 23       |
| Farafaka           | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Fobo               | 1       | 0       | 0       | 9      | 7       | 2       | 0       | 2       | 0        |
| Lovinjo            | 2       | 1       | 0       | 2      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Moromony           | 0       | 0       | 0       | 1      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Tangambavy         | 40      | 11      | 18      | 99     | 19      | 3       | 1       | 0       | 1        |
| Tangampoly         | 2       | 1       | 6       | 23     | 10      | 1       | 0       | 1       | 2        |
| Tangandahy         | 15      | 2       | 6       | 96     | 30      | 5       | 2       | 2       | 3        |

Tableau 22: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Melaky

| Noms vernaculaires | inf à 2 | 2 à 2,5 | 2,5 à 5 | 5 à 10 | 10 à 15 | 15 à 18 | 18 à 20 | 20 à 25 | sup à 25 |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Afiafy             | 1       | 2       | 11      | 71     | 27      | 9       | 4       | 4       | 23       |
| Fobo               | 0       | 0       | 1       | 10     | 9       | 2       | 1       | 1       | 1        |
| Tangambavy         | 2       | 2       | 4       | 14     | 8       | 3       | 1       | 3       | 13       |
| Tangampoly         | 0       | 0       | 1       | 3      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Tangandahy         | 1       | 0       | 14      | 113    | 36      | 5       | 2       | 3       | 2        |

Tableau 23: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Menabe

| Noms vernaculaires | inf à 2 | 2 à 2,5 | 2,5 à 5 | 5 à 10 | 10 à 15 | 15 à 18 | 18 à 20 | 20 à 25 | sup à 25 |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Afiafy             | 1       | 1       | 2       | 14     | 7       | 1       | 1       | 2       | 11       |
| Fobo               | 0       | 0       | 0       | 9      | 4       | 2       | 1       | 1       | 3        |
| Moromony           | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Tangambavy         | 8       | 5       | 13      | 57     | 6       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Tangampoly         | 0       | 0       | 0       | 10     | 8       | 1       | 1       | 1       | 0        |
| Tangandahy         | 2       | 2       | 5       | 125    | 44      | 10      | 4       | 6       | 4        |
| Varo               | 0       | 0       | 0       | 6      | 1       | 0       | 0       | 0       | 0        |

Tableau 24: Abondance des espèces par classe de diamètre de la Région Sofia

| Noms vernaculaires | inf à 2 | 2 à 2,5 | 2,5 à 5 | 5 à 10 | 10 à 15 | 15 à 18 | 18 à 20 | 20 à 25 | sup à 25 |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Afiafy             | 1       | 0       | 3       | 13     | 6       | 1       | 0       | 2       | 8        |
| Farafaka           | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Fobo               | 0       | 0       | 0       | 1      | 2       | 1       | 0       | 0       | 0        |
| Lovinjo            | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Moromony           | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| Tangambavy         | 1       | 4       | 12      | 30     | 19      | 5       | 2       | 1       | 3        |
| Tangampoly         | 1       | 0       | 2       | 5      | 2       | 0       | 0       | 0       | 1        |
| Tangandahy         | 4       | 4       | 21      | 36     | 25      | 8       | 6       | 4       | 7        |
| Varo               | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |

#### 4.8 Fréquence d'observation des espèces

Sur les 83 grappes objets d'inventaire, les espèces Tangandahy (61 grappes), Afiaty (58 grappes) et Tangambavy (57 grappes) ont été les plus fréquentes. Leurs fréquences d'observation dépassent largement chacune la moitié des grappes d'inventaires (Figure 10).

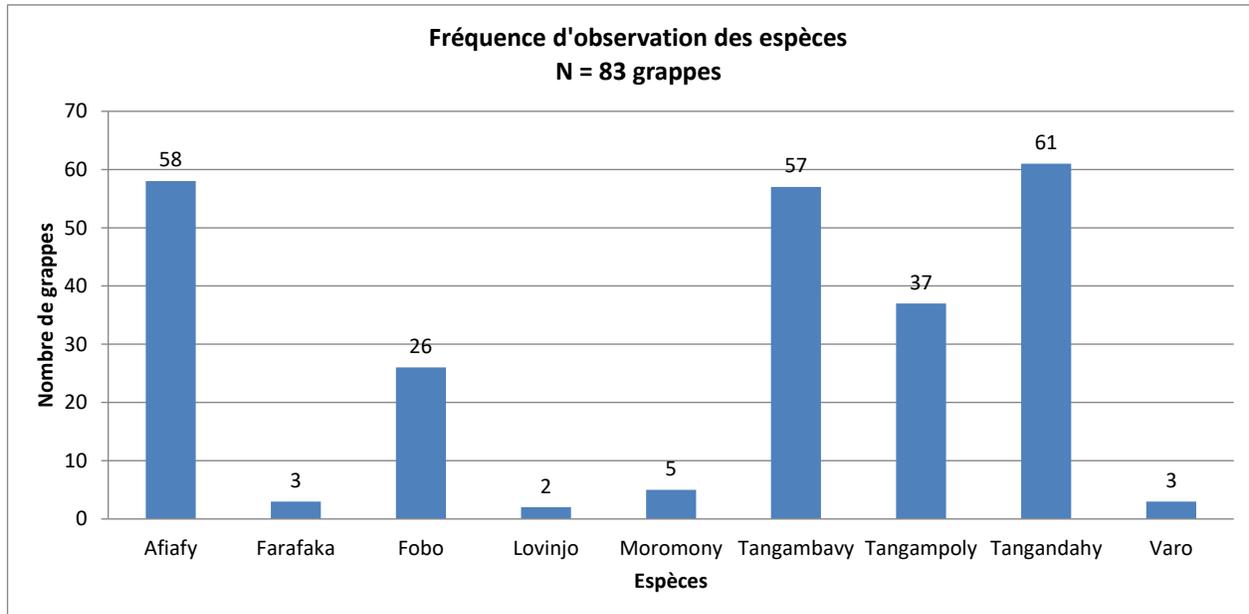


Figure 10: Fréquence d'observation des espèces dans les grappes

Les espèces fréquentes dans les régions sont :

- Afiaty (25%) et Tangambavy (25%) dans l'Atsimo andrefana ;
- Tangandahy (26%) et Tangambavy (26%) dans la région Boeny,
- Afiaty (21%) et Tangambavy (25,8%) dans la région Diana,
- Afiaty (31,9%) et Tangandahy (31,9%) dans la région Melaky,
- Tangambavy (22,2%) et Tangandahy (26,7%) dans la région Menabe et,
- Tangandahy (22,2%) et Tangambavy (22,2%) dans la région Sofia.

La fréquence d'observation des autres espèces est détaillée dans le tableau 25.

Tableau 25 : Fréquence d'observation des espèces dans les régions

| Espèces    | Atsimo andrefana |          |          |           |           |          |
|------------|------------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
|            | (%)              | Boeny(%) | Diana(%) | Melaky(%) | Menabe(%) | Sofia(%) |
| Afiaty     | 25,0             | 24,0     | 21,0     | 31,9      | 17,8      | 19,4     |
| Farafaka   | 0,0              | 2,0      | 1,6      | 0,0       | 0,0       | 2,8      |
| Fobo       | 8,3              | 10,0     | 11,3     | 8,5       | 11,1      | 11,1     |
| Lovinjo    | 0,0              | 0,0      | 1,6      | 0,0       | 0,0       | 2,8      |
| Moromony   | 8,3              | 0,0      | 3,2      | 0,0       | 2,2       | 2,8      |
| Tangambavy | 25,0             | 26,0     | 25,8     | 14,9      | 22,2      | 22,2     |
| Tangampoly | 16,7             | 12,0     | 17,7     | 12,8      | 15,6      | 13,9     |
| Tangandahy | 16,7             | 26,0     | 17,7     | 31,9      | 26,7      | 22,2     |
| Varo       | 0,0              | 0,0      | 0,0      | 0,0       | 4,4       | 2,8      |

#### 4.9 Potentialité de production de bois de mangroves

La densité des mangroves a été plus élevée pour les classes de diamètre 2 à 2,5cm de DHP dans la région de Diana (214 tige/ha) et de Sofia (195 tige/ha). Pour les classes de diamètre 2,5 à 5cm, la densité a été plus élevée dans les régions Sofia (840 tige/ha) et de Boeny (809 tige/ha). Pour la classe de DHP supérieure à 5cm, la densité est presque la même dans les six régions d'inventaires. L'avenir des mangroves est encore assuré dans plusieurs Régions de Madagascar de par la disponibilité des classes de DHP inférieur à 2cm particulièrement à Diana (856 tige/ha) (Tableau 26).

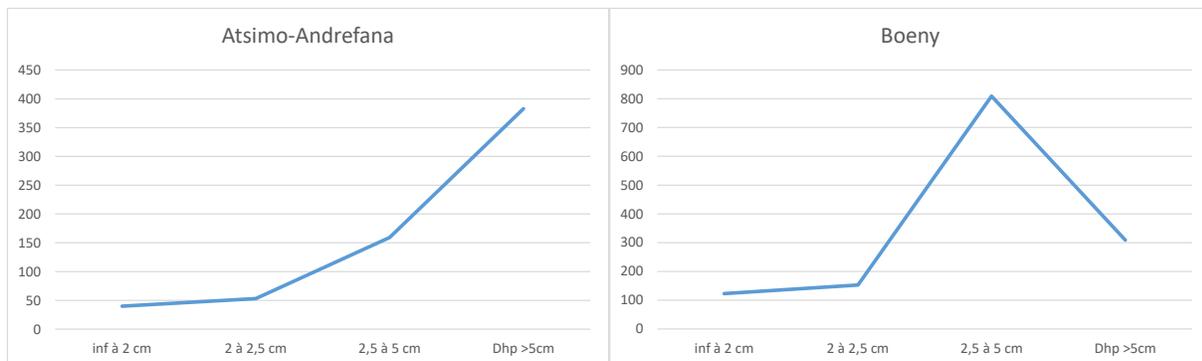
Sur la dominance des espèces (toutes espèces confondues), les mangroves de la région de Boeny et de Melaky ont présenté une surface terrière élevée respectivement de 3,18m<sup>2</sup> et de 3,78m<sup>2</sup> par rapport aux autres régions (Tableau 26).

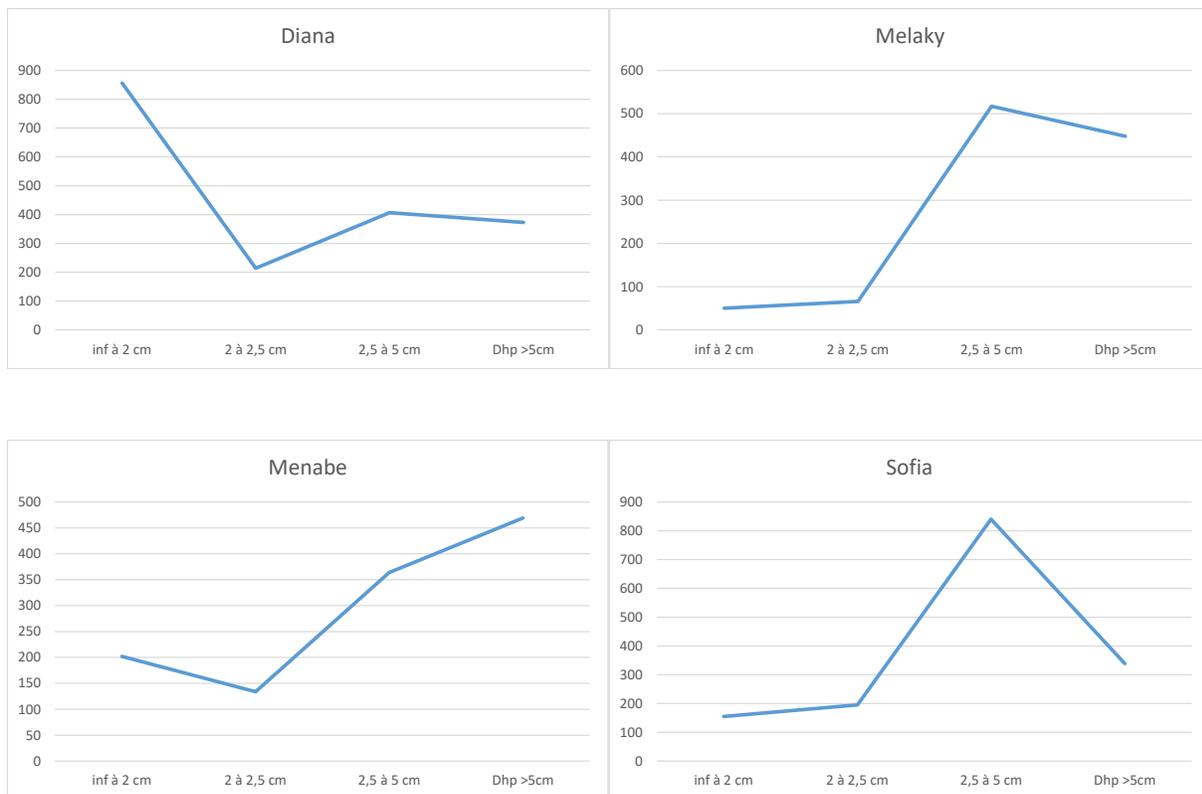
Sur la potentialité en bois de mangroves, elle a été meilleure dans les Régions de Melaky (Volume Total = 11,58m<sup>3</sup> et Volume Fut = 9,28m<sup>3</sup>) et de Boeny (Volume Total = 10,19m<sup>3</sup> et Volume Fut = 8,70m<sup>3</sup>) (Tableau 26).

Dans tous les cas, la distribution des tiges a été hétérogène dans les classes de DHP dans les Régions objet de l'inventaire (Figure 11).

**Tableau 26 : Densité (tige/ha), surface terrière (m<sup>2</sup>) et Volume (m<sup>3</sup>) par région**

| Région                  | Densité (tige/ha) |                   |                   |                    | Surface terrière (m <sup>2</sup> ); Dhp >5cm | Volume par ha (m <sup>3</sup> ); Dhp>5cm |            |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--|--|------------|
|                         | <i>inf à 2 cm</i> | <i>2 à 2,5 cm</i> | <i>2,5 à 5 cm</i> | <i>Dhp &gt;5cm</i> |  | <i>Total</i>                             | <i>Fût</i> |
| <b>Atsimo-Andrefana</b> | 40                | 53                | 159               | 383                | 2,80   | 7,86                                     | 6,58       |
| <b>Boeny</b>            | 123               | 153               | 809               | 309                | 3,18   | 10,19                                    | 8,70       |
| <b>Diana</b>            | 856               | 214               | 407               | 373                | 2,15   | 7,64                                     | 5,78       |
| <b>Melaky</b>           | 50                | 66                | 517               | 448                | 3,71   | 11,58                                    | 9,28       |
| <b>Menabe</b>           | 202               | 134               | 364               | 469                | 2,72   | 8,87                                     | 8,06       |
| <b>Sofia</b>            | 155               | 195               | 840               | 339                | 2,30   | 8,21                                     | 8,00       |





**Figure 11: Distribution des tiges par région**

#### 4.10 Densité (total tige/ha), surface terrière (m<sup>2</sup>/ha) et Volume (m<sup>3</sup>/ha) des espèces par région

Dans la Région :

- Atsimo andrefana, la densité, la surface terrière et les volumes totaux et fût des espèces ont été élevés pour Tangampoly et Tangandahy (DHP>5cm). (Tableau 27).
- Boeny, la densité, la surface terrière et les volumes totaux et fût de Tangambavy et Afiaty à DHP supérieur à 5cm supérieure ont été très importants (Tableau 28).
- Diana, la densité, la surface terrière et les volumes totaux et fût les espèces Tangandahy et Tangambavy ont été distingués (Tableau 29).
- Melaky, la densité, la surface terrière et les volumes totaux et fût de Tangandahy et Afiaty ont été plus élevés (Tableau 30)
- Menabe, Tangandahy et Tangambavy ont été plus denses (DHP>5cm). La surface terrière de Tangandahy et Afiaty par contre a été élevée. Pour la potentialité, Tangandahy et Afiaty ont dominé (Tableau 31)
- Sofia, la densité, la surface terrière et les volumes totaux et fût de Tangandahy et Tangambavy ont été importants (Tableau 32).

Tableau 27: Densité, dominance et potentialité de la Région Atsimo andrefana

| Noms vernaculaires | Densité (tige/ha) selon DHP |            |            |            | Surface terrière | Volume DHP sup 5cm |       |
|--------------------|-----------------------------|------------|------------|------------|------------------|--------------------|-------|
|                    | inf à 2 cm                  | 2 à 2,5 cm | 2,5 à 5 cm | sup à 5 cm | DHP sup 5 cm     | Total              | Fût   |
| Afiaty             | 0                           | 0          | 0          | 247        | 3,89             | 10,18              | 7,45  |
| Fobo               | 0                           | 0          | 0          | 78         | 1,16             | 1,75               | 2,62  |
| Moromony           | 0                           | 0          | 0          | 52         | 0,83             | 2,42               | 0,87  |
| Tangambavy         | 477                         | 318        | 477        | 637        | 2,73             | 5,78               | 3,07  |
| Tangampoly         | 0                           | 0          | 477        | 1026       | 10,08            | 30,45              | 19,48 |
| Tangandahy         | 0                           | 318        | 955        | 2559       | 15,10            | 44,90              | 28,81 |

Tableau 28: Densité, dominance et potentialité de la Région Boeny

| Noms vernaculaires | Densité (tige/ha) |            |            |            | Surface terrière | Volume |        |
|--------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------------|--------|--------|
|                    | inf à 2 cm        | 2 à 2,5 cm | 2,5 à 5 cm | sup à 5 cm |                  | Total  | Fût    |
| Afiaty             | 796               | 637        | 5889       | 4986       | 99,52            | 300,29 | 239,09 |
| Farafaka           | 0                 | 0          | 0          | 13         | 0,46             | 1,94   | 0,49   |
| Fobo               | 0                 | 159        | 0          | 455        | 5,11             | 17,17  | 8,88   |
| Tangambavy         | 3661              | 3183       | 17030      | 6058       | 57,40            | 185,79 | 93,13  |
| Tangampoly         | 0                 | 0          | 637        | 235        | 2,21             | 7,14   | 4,15   |
| Tangandahy         | 796               | 1751       | 9549       | 3263       | 42,52            | 144,34 | 85,94  |

Tableau 29: Densité, dominance et potentialité de la Région Diana

| Noms vernaculaires | Densité (tige/ha) |            |            |            | Surface terrière | Volume |        |
|--------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------------|--------|--------|
|                    | inf à 2 cm        | 2 à 2,5 cm | 2,5 à 5 cm | sup à 5 cm |                  | Total  | Fût    |
| Afiaty             | 4615              | 318        | 796        | 2172       | 31,98            | 87,67  | 72,03  |
| Farafaka           | 0                 | 0          | 0          | 13         | 0,04             | 0,03   | 0,01   |
| Fobo               | 637               | 0          | 318        | 1275       | 16,58            | 72,29  | 35,25  |
| Lovinjo            | 1592              | 637        | 0          | 104        | 0,35             | 0,61   | 0,32   |
| Moromony           | 318               | 0          | 318        | 106        | 1,51             | 5,58   | 2,93   |
| Tangambavy         | 31672             | 9072       | 14165      | 7980       | 45,39            | 156,60 | 81,58  |
| Tangampoly         | 1273              | 1114       | 4456       | 2358       | 20,16            | 68,18  | 48,31  |
| Tangandahy         | 12096             | 1910       | 4775       | 8755       | 63,75            | 238,45 | 145,74 |

Tableau 30: Densité, dominance et potentialité de la Région Melaky

| Noms vernaculaires | Densité (tige/ha) |            |            |            | Surface terrière | Volume |       |
|--------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------------|--------|-------|
|                    | inf à 2 cm        | 2 à 2,5 cm | 2,5 à 5 cm | sup à 5 cm |                  | Total  | Fût   |
| Afiaty             | 477               | 1432       | 8913       | 7564       | 76,80            | 194,32 | 75,93 |
| Fobo               | 0                 | 0          | 796        | 1407       | 15,69            | 61,97  | 23,06 |
| Tangambavy         | 1432              | 1432       | 3342       | 1961       | 27,65            | 86,38  | 68,46 |
| Tangampoly         | 0                 | 159        | 477        | 234        | 1,49             | 4,13   | 1,06  |
| Tangandahy         | 477               | 159        | 11300      | 10351      | 74,27            | 230,13 | 81,81 |

Tableau 31: Densité, dominance et potentialité de la Région Menabe

| Noms vernaculaires | Densité (tige/ha) |            |            |            | Surface terrière | Volume |        |
|--------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------------|--------|--------|
|                    | inf à 2 cm        | 2 à 2,5 cm | 2,5 à 5 cm | sup à 5 cm |                  | Total  | Fût    |
| Afiaty             | 796               | 477        | 1273       | 1693       | 22,55            | 67,20  | 42,90  |
| Fobo               | 0                 | 0          | 0          | 1130       | 13,07            | 36,07  | 18,84  |
| Moromony           | 0                 | 0          | 0          | 26         | 0,10             | 0,16   | 0,10   |
| Tangambavy         | 6685              | 3820       | 10504      | 4145       | 18,01            | 36,79  | 22,23  |
| Tangampoly         | 318               | 159        | 318        | 1378       | 13,67            | 51,42  | 30,26  |
| Tangandahy         | 1273              | 1592       | 4138       | 12242      | 102,06           | 398,34 | 299,57 |
| Varo               | 0                 | 0          | 159        | 481        | 2,54             | 4,15   | 1,83   |

Tableau 32: Densité, dominance et potentialité de la Région Sofia

| Noms vernaculaires | Densité (tige/ha) |            |            |            | Surface terrière | Volume |        |
|--------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------------|--------|--------|
|                    | inf à 2 cm        | 2 à 2,5 cm | 2,5 à 5 cm | sup à 5 cm |                  | Total  | Fût    |
| Afiaty             | 477               | 0          | 2387       | 1473       | 17,13            | 46,50  | 47,96  |
| Farafaka           | 0                 | 0          | 0          | 40         | 0,68             | 2,07   | 1,05   |
| Fobo               | 0                 | 0          | 159        | 221        | 3,04             | 9,39   | 4,59   |
| Lovinjo            | 0                 | 0          | 0          | 13         | 0,11             | 0,22   | 0,09   |
| Moromony           | 0                 | 0          | 0          | 41         | 0,68             | 1,75   | 1,35   |
| Tangambavy         | 1114              | 3342       | 9390       | 3767       | 37,08            | 119,53 | 59,29  |
| Tangampoly         | 1114              | 318        | 1910       | 446        | 3,12             | 8,00   | 4,00   |
| Tangandahy         | 3661              | 5093       | 22918      | 6326       | 80,19            | 318,79 | 212,75 |
| Varo               | 0                 | 0          | 0          | 13         | 0,10             | 0,24   | 0,16   |

#### 4.11 Couverture de la canopée

La couverture de la canopée a avoisiné les 60% dans les régions Atsimo andrefana, Boeny, Diana et Sofia. Dans ces Régions, les exploitations existent à des fins commerciales, mais des zones ont été difficilement d'accès. La couverture a été plus basse dans la région Menabe et surtout dans la région Melaky (30%). Ces Régions sont actuellement sujettes à des exploitations suite à la dégradation des ressources forestières environnantes (Figure 12).

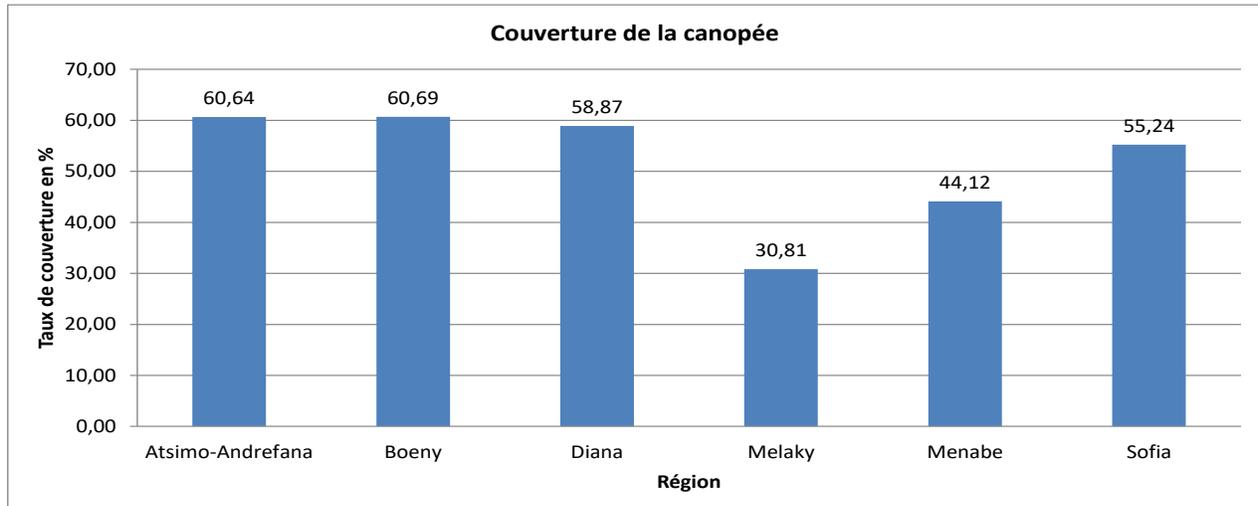


Figure 12: Couverture moyenne de la canopée des mangroves par Région

#### 4.12 Salinité de l'eau de mangrove

La salinité de l'eau des mangroves dans les grappes d'inventaire a été hétérogène. Elle a été due à des facteurs externes et des conditions du milieu. La moyenne de la salinité de l'eau a été de 4,62‰ (ecartype 1,86‰). La valeur minimale de la salinité a été de 2‰. Les valeurs très basses ont été enregistrées dans les zones fréquentées par la population et abondamment inondées par de l'eau douce. La valeur maximale de la salinité a été de 7,8‰. Les grappes d'inventaires de prélèvement se trouvaient dans les zones abondamment inondées par l'eau de mer notamment pendant la marée haute (Figure 13).

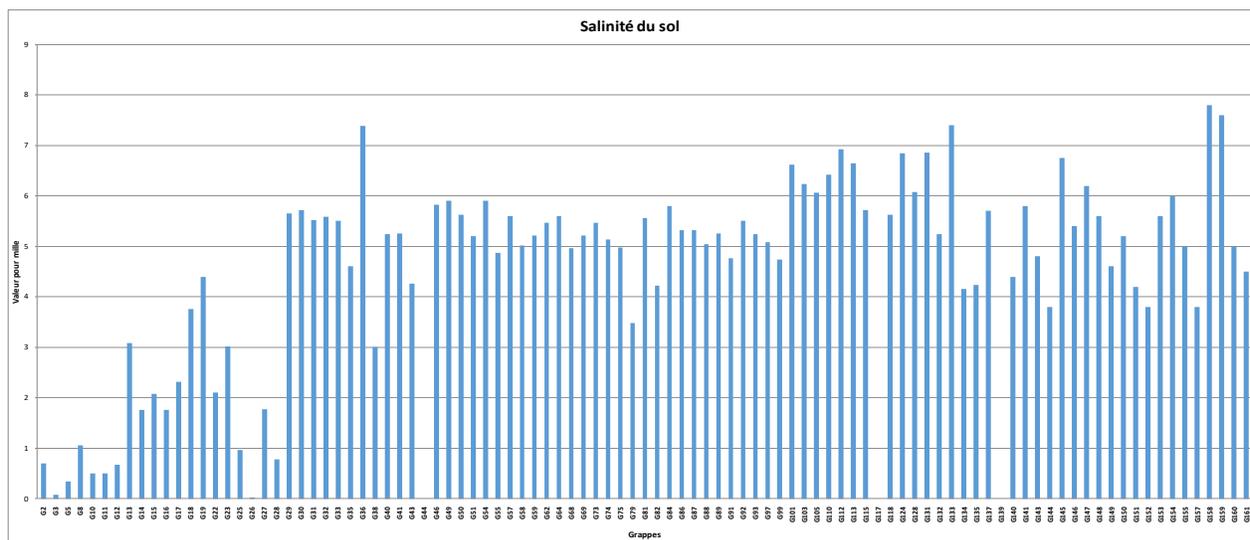
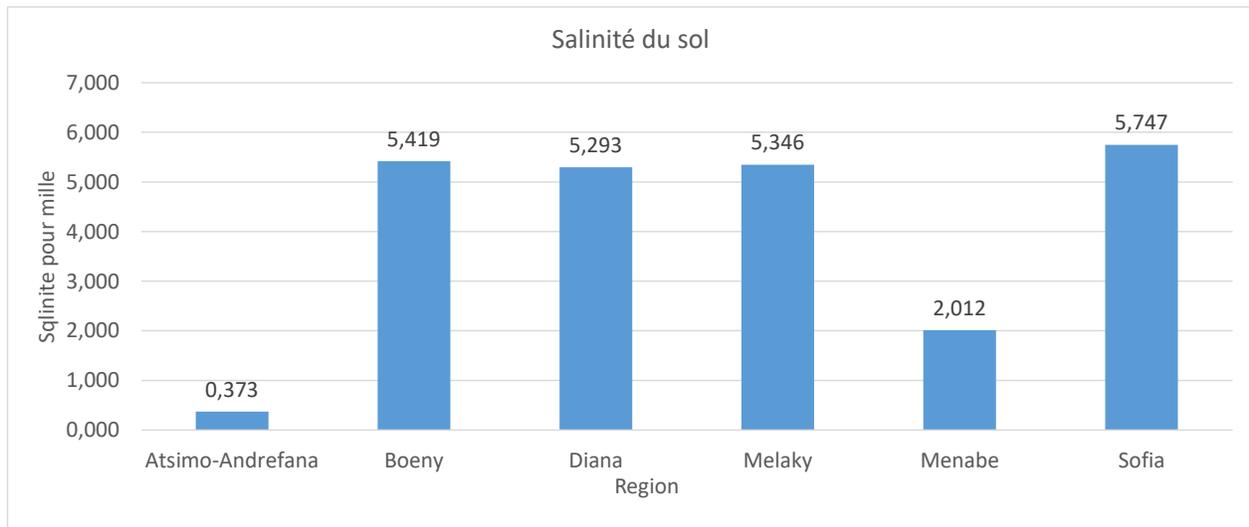


Figure 13 Valeur de la salinité des grappes

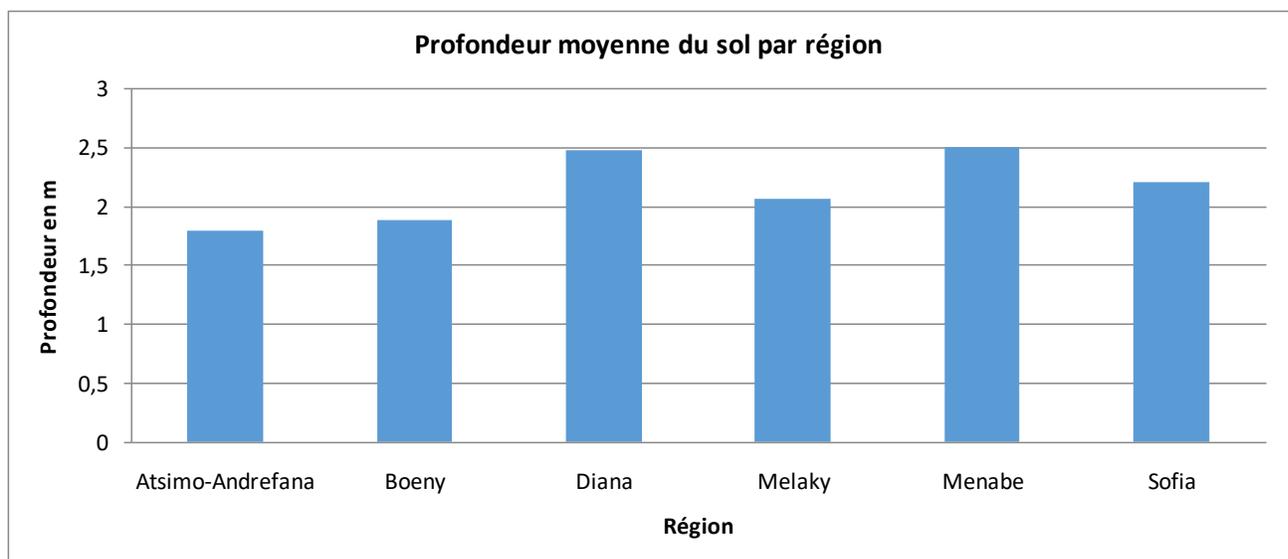
Au niveau des régions, la salinité a été élevée à Sofia (5,747‰), Boeny (5,419‰), Melaky (5,346‰) et Diana (5,293‰). Elle a été nettement basse dans les régions Atsimo andrefana et Menabe (Figure 14).



**Figure 14 : Salinité des mangroves selon les régions**

#### 4.13 Profondeur du sol

La profondeur du sol des zones de prélèvement se situait entre 1,8m (Atsimo andrefana) et 2,5m (Menabe et Diana). Elle a été due au mouvement des marées et à la situation des grappes par rapport au chenal. Pour le premier, lors de la marée basse, l'eau a été totalement basse et les sols ont été très secs. Ce qui a limité l'introduction du matériel. Pour le second, l'eau a imbibé en permanence le sol. Ce dernier par conséquent a été beaucoup plus mou et a facilité l'introduction du matériel. Pour ce deuxième cas, les échantillons de sols ont été difficiles à obtenir. Ils tombaient facilement.



**Figure 15: Profondeur moyenne du sol des mangroves dans les régions**

#### **4.14 Biomasse et carbones des mangroves (DHP sup 5cm) et carbone du sol dans les grappes**

La moyenne de la valeur du carbone du sol (328,99 Mg. Ha-1) a été supérieure au total de la valeur du carbone des parties aériennes (107,87 Mg. Ha-1) (bois sur pieds, bois mort sur pieds et débris). Ces valeurs ont été expliquées par la valeur des coefficients de variation. En effet, le CV des carbones des parties aériennes a été plus élevé contrairement à la valeur du coefficient de variation du carbone du sol. Dans cet inventaire, ces CV ont signifié que le carbone du sol a été omniprésent et ne dépendait pas de la disponibilité des biomasses de mangroves. Aussi, le sol des mangroves a retenu longtemps les carbones en son sein (Tableau 33).

La valeur des biomasses et carbones aériennes a été différente d'une zone d'inventaire à une autre selon les cartes 4, 5 et 6. Pour les biomasses, la valeur maximale obtenue a été de 897,71 Mg. Ha-1 et la valeur minimale a été de 3,37 Mg. Ha-1 donnant respectivement une valeur de carbone de 448,85 Mg. Ha-1 et 1,69 Mg. Ha-1. Dans cet inventaire, les valeurs maximales ont été expliquées par l'abondance des tiges, des feuilles et des débris de mangroves et la présence en abondance des peuplements de palétuviers évite l'exposition de la surface aux aléas tels rayonnement solaire, le vent.

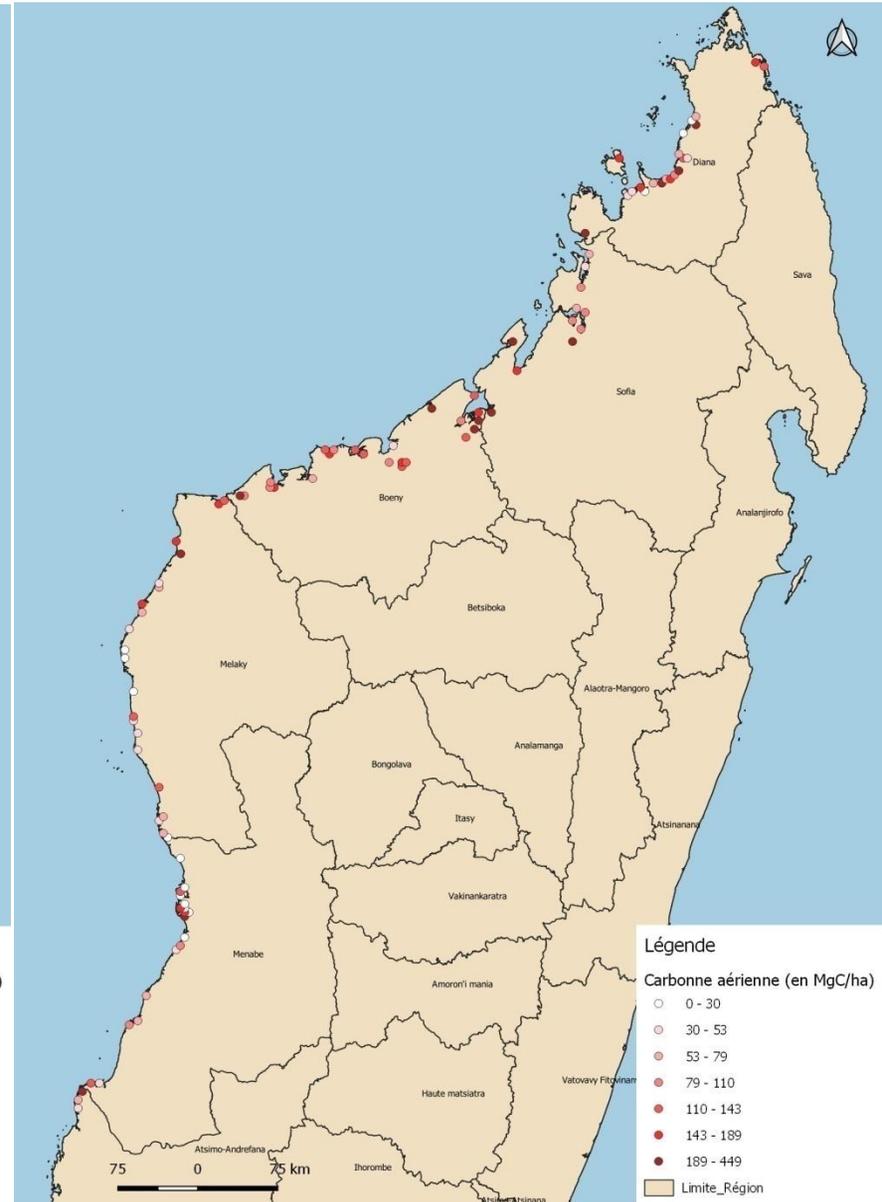
Concernant le carbone du sol, la valeur maximale issue des analyses a été de 1088,53 Mg. Ha-1 avec un minimal de 63,36 Mg. Ha-1 (Carte 7). Par rapport aux carbones aériens, ces valeurs ont été nettement supérieures.

Tableau 33: Moyenne de la biomasse et carbone des mangroves

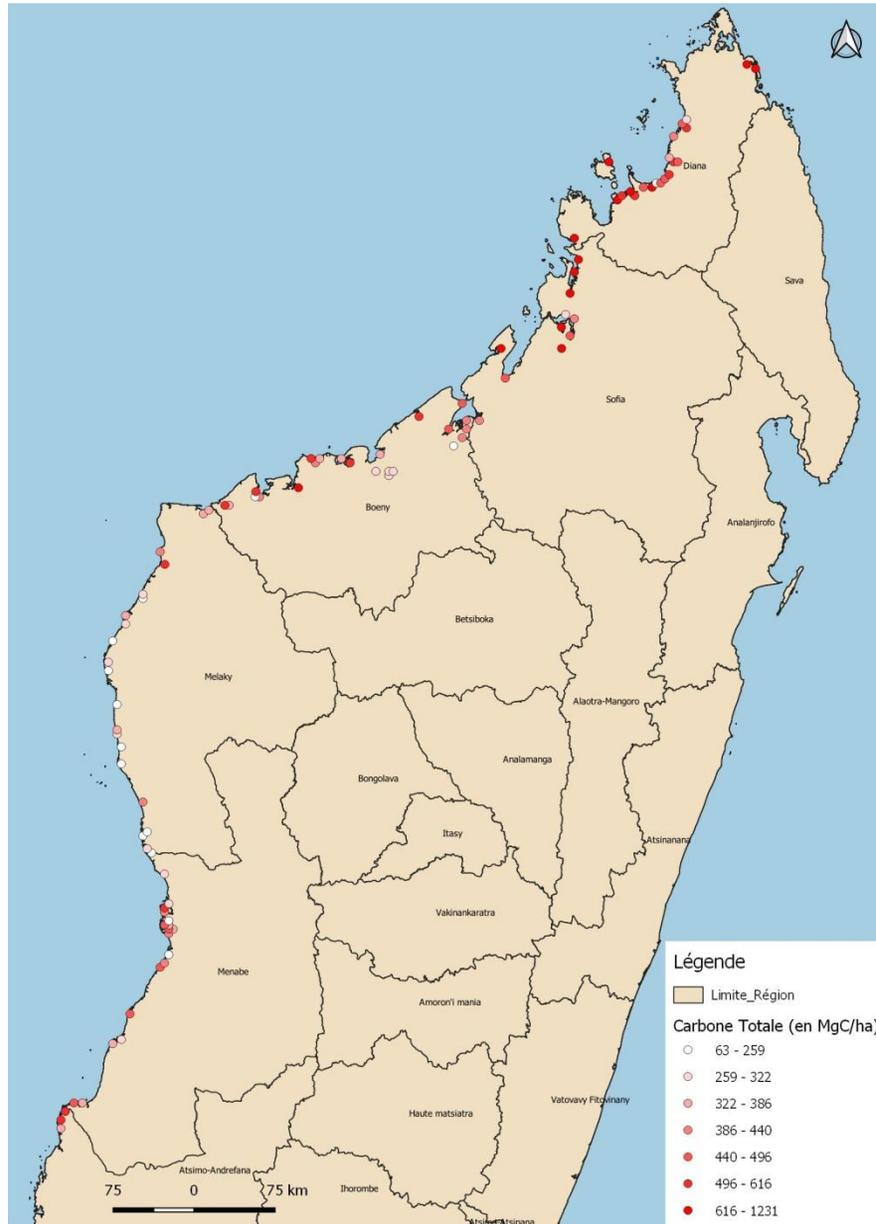
| Grappe                               | Aérien                             |                                     |                                    |                                     |                                    |                                     | Sous terrain            | Total Carbone<br>Mg. C ha <sup>-1</sup> |
|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---|
|                                      | Bois sur pieds/ha                  |                                     | Bois mort sur pieds/ha             |                                     | Débris/ha                          |                                     | Carbone du Sol          |   |
|                                      | Biomasse<br>(Mg.ha <sup>-1</sup> ) | Carbone<br>(Mg C.ha <sup>-1</sup> ) | Biomasse<br>(Mg.ha <sup>-1</sup> ) | Carbone<br>(Mg C.ha <sup>-1</sup> ) | Biomasse<br>(Mg.ha <sup>-1</sup> ) | Carbone<br>(Mg C.ha <sup>-1</sup> ) | (MgC.ha <sup>-1</sup> ) |   |
| <b>Moyenne</b>                       | 65,22                              | 32,61                               | 12,24                              | 6,12                                | 142,64                             | 71,32                               | 328,99                  | 436,86                                  |
| <b>Ecartype</b>                      | 68,18                              | 34,09                               | 20,42                              | 10,21                               | 129,93                             | 64,96                               | 162,48                  | 190,20                                  |
| <b>Coefficient de variation</b>      | 104,54                             | 104,54                              | 166,78                             | 166,78                              | 91,09                              | 91,09                               | 49,39                   | 43,54                                   |
| <b>Erreur (90%)</b>                  | 17,63                              | 17,63                               | 28,13                              | 28,13                               | 15,36                              | 15,36                               | 8,33                    | 7,34                                    |
| <b>Intervalle de confiance (90%)</b> | 13,91                              | 9,91                                | 9,69                               | 6,85                                | 17,93                              | 12,68                               | 14,76                   | 14,98                                   |
| <b>Valeur minimale (90%)</b>         | 51,31                              | 22,70                               | 2,55                               | -0,73                               | 124,70                             | 58,64                               | 314,24                  | 421,87                                  |
| <b>Valeur maximale (90%)</b>         | 79,13                              | 42,52                               | 21,93                              | 12,97                               | 160,57                             | 84,00                               | 343,75                  | 451,84                                  |



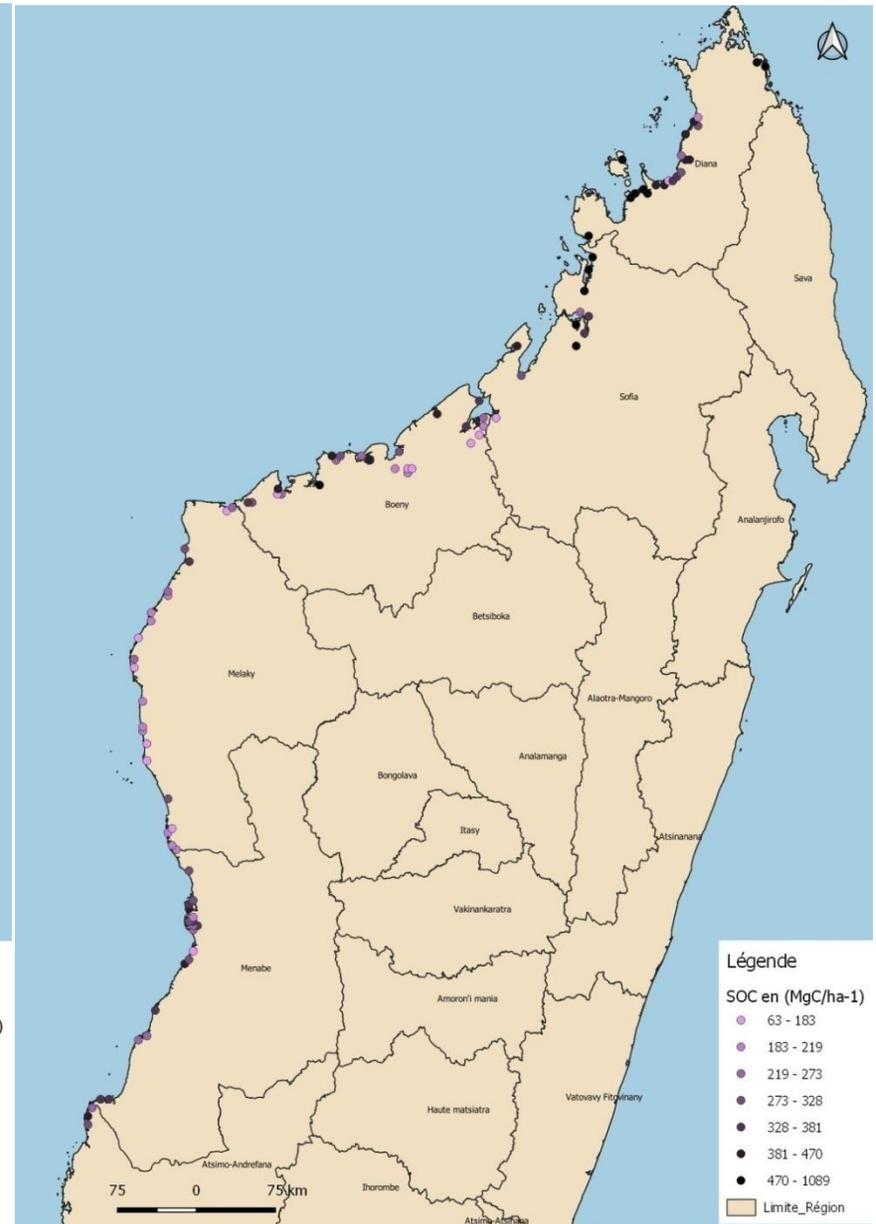
Carte 4 : Biomasses aériennes des mangroves



Carte 5 : Carbone aérienne des mangroves



Carte 6 : Carbone total des mangroves



Carte 7 : Carbone du sol des mangroves

#### 4.15 Biomasses et carbones aériens (DHP sup 5cm) et carbone du sol par région

Selon les régions, la valeur moyenne total des carbones a été de 451,52 MgC.ha<sup>-1</sup> (CV = 26,44 MgC.ha<sup>-1</sup>) dont 338,28 MgC.ha<sup>-1</sup> (CV = 28,14 MgC.ha<sup>-1</sup>) ont été des carbones du sol. Pour ces derniers, même après enlèvement des biomasses, ils restent disponibles dans le sol et expliqué par son coefficient de variation (Tableau 35). Pour les parties aériennes, le carbone des débris a été élevé. En effet, ils sont déjà secs. Les carbones aériens dépendent totalement de la disponibilité en biomasse dont les bois sur pieds sont les premiers concernés (Tableau 35).

**Tableau 34: Biomasse et carbone général des mangroves**

| Grappe                                   | Aérien                                 |  |  |  |  |  | Sous terrain<br>Carbone du Sol<br>(MgC.ha-1) | Total<br>Carbone/<br>ha<br>(MgC.ha-1) |
|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------|
|  | Bois sur<br>pieds/ha                   |  | Bois mort sur<br>pieds/ha              |  | Débris/ha                              |  |  |                                       |
|  | Biomasse<br>(Mg.<br>ha <sup>-1</sup> ) | Carbone<br>(Mg<br>C.ha <sup>-1</sup> ) | Biomasse<br>(Mg.<br>ha <sup>-1</sup> ) | Carbone<br>(Mg<br>C.ha <sup>-1</sup> ) | Biomasse<br>(Mg.<br>ha <sup>-1</sup> ) | Carbone<br>(Mg<br>C.ha <sup>-1</sup> ) |  |                                       |
| <b>Moyenne</b>                           | 59,57                                  | 29,79                                  | 14,49                                  | 7,24                                   | 152,4<br>2                             | 76,21                                  | 338,28                                       | 451,52                                |
| <b>Ecartype</b>                          | 9,93                                   | 4,97                                   | 9,71                                   | 4,86                                   | 64,37                                  | 32,18                                  | 95,20  | 119,40                                |
| <b>Coefficient de<br/>variation</b>      | 16,67                                  | 16,67                                  | 67,03                                  | 67,03                                  | 42,23                                  | 42,23                                  | 28,14  | 26,44                                 |
| <b>Erreur (90%)</b>                      | 2,81                                   | 2,81                                   | 11,30                                  | 11,30                                  | 7,12                                   | 7,12                                   | 4,75   | 4,46                                  |
| <b>Intervalle de<br/>confiance (90%)</b> | 2,13                                   | 1,52                                   | 4,27                                   | 3,02                                   | 8,59                                   | 6,07                                   | 8,52   | 9,25                                  |
| <b>Valeur minimale<br/>(90%)</b>         | 57,44                                  | 28,27                                  | 10,22                                  | 4,23                                   | 143,8<br>4                             | 70,14                                  | 329,76                                       | 442,27                                |
| <b>Valeur maximale<br/>(90%)</b>         | 61,70                                  | 31,30                                  | 18,76                                  | 10,26                                  | 161,0<br>1                             | 82,28                                  | 346,79                                       | 460,77                                |

Ainsi, les Régions Diana (469,31 Mg/ha), Sofia (422,44 Mg/ha) et Atsimo andrefana (342,34 Mg/ha) ont disposé plus de stock de carbone souterraine. Par contre, les carbones aériens ont été élevés dans les Régions Sofia (158,79 Mg/ha), Boeny (131,29 Mg/ha) et Atsimo andrefana (126,36 Mg/ha) (Figure 16). Probablement, la biomasse aérienne des mangroves de la Région Sofia, Boeny et Atsimo andrefana est encore importante tant en quantité (densité) qu'en qualité.

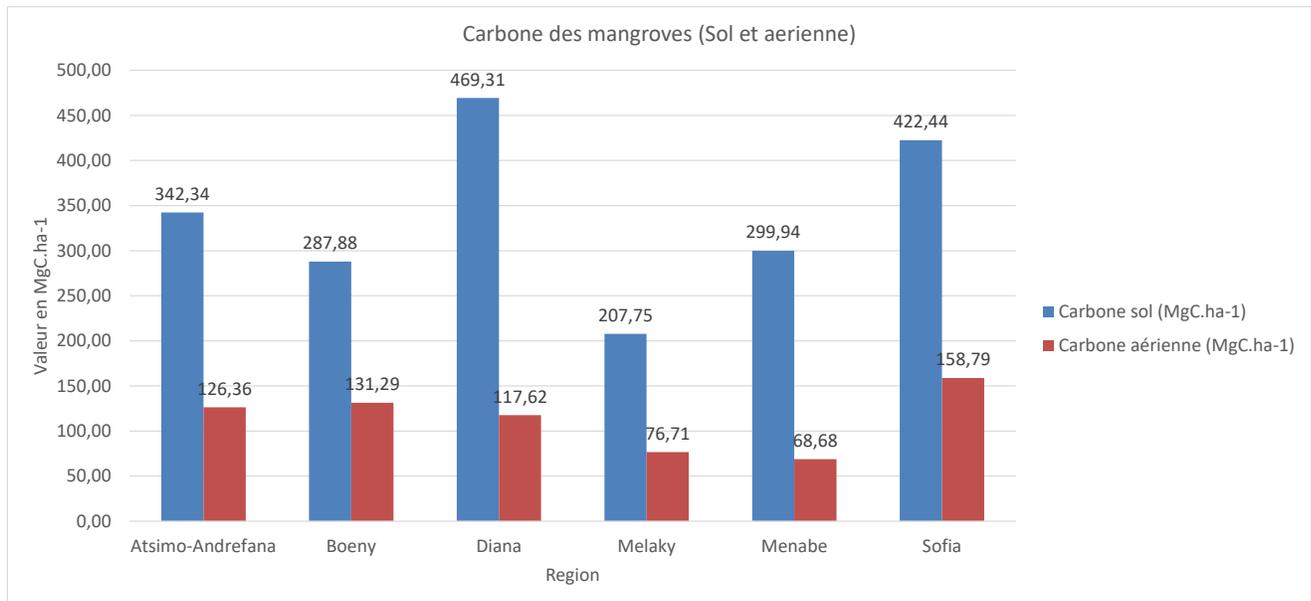


Figure 16: Carbone par région

#### 4.16 Régénération naturelle

Dans l'ensemble, la moyenne du taux de régénération des mangroves a été de 1281% (ecartype = 2852,73922%). D'après l'analyse des différentes strates végétales et de la régénération naturelle des espèces, en moyenne chaque zone d'inventaire a présenté un taux de régénération assez élevé (Tab. 35). La densité relative élevée des espèces régénérées est interprétée par la dominance des individus jeunes dans la forêt. Les arbres semenciers étant faibles réduisant la capacité de reproduction des mangroves. Ce qui fait que le taux de survie des espèces ainsi que la faculté de développement ou la croissance des mangroves ont été insuffisantes pour compenser les pertes.

Tableau 35 : Statistique des différentes strates végétales et de la régénération

| Étiquettes de lignes                 | Régénérés (Dhp: 2,5 à 10 cm) | Semenciers (sup 10cm) | Taux de Régénération (%) |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| <b>Moyenne</b>                       | 4183,90                      | 1002,19               | 1281,91                  |
| <b>Ecartype</b>                      | 5237,12353                   | 1019,80886            | 2852,73922               |
| <b>Coefficient de variation</b>      | 125,173118                   | 101,757551            | 222,537969               |
| <b>Erreur (90%)</b>                  | 21,9311507                   | 17,8285899            | 38,9901109               |
| <b>Intervalle de confiance (90%)</b> | 133,191387                   | 52,9922274            | 131,103645               |
| <b>Valeur minimale (90%)</b>         | 4050,71                      | 949,20                | 1150,81                  |
| <b>Valeur maximale (90%)</b>         | 4317,10                      | 1055,19               | 1413,01                  |

## 5 Conclusion et recommandations

La richesse spécifique des peuplements de palétuviers est encore intacte dans la partie Ouest de Madagascar et tient une place importante dans la constitution de cet écosystème. Cette richesse spécifique est accentuée par la présence d'autres espèces forestières des forêts denses sèches dans certaines régions. Deux espèces Tangambavy et Tangandahy sont les plus distinguées en termes d'observation et de présence dans les différentes régions. Elles constituent une part très importante par rapport aux autres espèces inventoriées. Elles disposent d'une densité élevée et d'une dominance supérieure aux autres espèces. La potentialité des mangroves en production de bois est aussi non négligeable et en termes de volume exploitable, ce dernier est conséquent.

Néanmoins, les mangroves sont menacées de destruction et d'exploitation car des discontinuités au niveau de son stade de développement sont constatées dans certaines régions. Ces discontinuités témoignent l'existence d'exploitation et peut être de changement naturel des surfaces occupées par les mangroves. La variation de la couverture des houppiers et de la salinité des zones d'inventaire et de prélèvement font parties des effets et impacts de ces discontinuités et de ces changements.

Enfin, les résultats de l'inventaire et de prélèvement ont démontré que la valeur des biomasses et carbones aériens sont nettement inférieures à celle de la partie sous terrain. Ce qui fait que le sol des mangroves renferme plus longtemps le carbone avec ou sans végétation. Ces carbones sont omniprésents dans les zones de mangroves et éventuellement dans les tannes. Les caractéristiques hydro morphiques des zones de mangroves favorisent cette situation et permet d'affirmer que les carbones de mangroves sont disponibles à tout moment.

De par les résultats de cet inventaire, des actions doivent être menées pour éviter la dégradation des peuplements des palétuviers et donc la diminution du taux de carbone des sols et des biomasses des mangroves. Il s'agit de maintenir par le biais d'application de la bonne gestion des forêts et des mangroves l'état actuel. La sensibilisation contre les exploitations illicites, la gestion des stocks et surtout la gestion des flux des produits est primordiale. Par ailleurs, les menaces doivent être maîtrisées au niveau des utilisateurs des produits des bois de mangroves. Un contrôle périodique et sérieux est recommandé dans les zones de débarquement tel à Mahajanga et à Morondava. En effet, les utilisations urbaines sont devenues les premiers responsables de la destruction des ressources naturelles particulièrement les mangroves.

**DOCUMENTS CONSULTÉS**

1. BNC-REDD, 2018. Rapport de mission. Visite du site Ambanja.
2. CIFOR, 2014. Field protocol for measuring stocks in Cambodian mangroves.
3. Clarah A. et Andriamalala, 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.
4. Donato, D.C., Kauffman, J.B., Stidham, M.A., 2009. Protocols for measuring and reporting carbon stocks in Mangrove forests. Workshop on global climate change and carbon financing: Opportunities for Bangladesh.
5. FAO, 2002. Manuel d'inventaire.
6. Goodman S.M. et Benstead, J., 2003. Natural History of Madagascar. The University of Chicago, in Press.
7. Hayek et Buzas, 2010. Surveying natural populations. Quantitative tools for assessing biodiversity. Second Edition. Columbia University Press, New York, USA.
8. IEFN, 1996 - Inventaire Ecologique Forestier National. Recueil botanique de 200 espèces forestières.
9. Lisa Benson, Leah Glass, Trevor Gareth Jones, Lalao Ravaoarinosihoarana and Cicelin Rakotomahazo Article in Forests 2017; Mangrove Carbon Stocks and Ecosystem Cover Dynamics in Southwest Madagascar and the Implications for Local Management
10. Manuel d'inventaire FAO (Rome Novembre 2002).
11. MEEF, 2007. Manuel d'inventaire forestier.
12. Natural History of Madagascar Goodman S.M. and Benstead, J. -, the University of Chicago Press, 2003.
13. PERR-FH,- consortium WCS, ONE, Etcetra et MNP, 2014 –Extension du projet de définition d'un niveau de référence et du système MRV de l'écorégion des forêts humide de l'Est.
14. Roger E. et al, Les mangroves de Madagascar
15. Trans-Mad'Développement, Coopération Franco-Malgache FSP GDRN, 2005. La filière de construction de goélettes des chantiers navals de Belo sur mer et les problématiques d'approvisionnement en matière première.
16. Trevor G. Jones, Harifidy Rakoto Ratsimba, Lalao Ravaoarinosihoarana, Garth Cripps and Adia Bey; Article in Forests 2014; Ecological Variability and Carbon Stock Estimates of Mangrove Ecosystems in Northwestern Madagascar
17. Trevor G. Jones, Harifidy Rakoto Ratsimba, Lalao Ravaoarinosihoarana, Leah Glass, Lisa Benson, Marianne Teoh, Aude Carro, Garth Cripps, Chandra Giri, Samir Gandhi, Zo Andriamahenina, Rado Rakotomanana and Pierre-Francois Roy; Article in Journal of Marine Science and Engineering 2015; The Dynamics, Ecological Variability and Estimated Carbon Stocks of Mangroves in Mahajamba Bay, Madagascar
18. Trevor G. Jones, Leah Glass, Samir Gandhi, Lalao Ravaoarinosihoarana, Aude Carro, Lisa Benson, Harifidy Rakoto Ratsimba, Chandra Giri, Dannick Randriamanatena and Garth Cripps; Article in Remote sensing 2016; Madagascar's Mangroves: Quantifying Nation-Wide and Ecosystem Specific Dynamics, and Detailed Contemporary Mapping of Distinct Ecosystems
19. USAID, USFS, Blue Ventures et DE et L., 2015. Mangrove Carbon Stock Inventory: Field methods.

20. WCS, ONE, Etcetra et MNP, 2014. Extension du projet de définition d'un niveau de référence et du système MRV de l'écorégion des forêts humide de l'Est.