



## RAPPORT FINAL

**« ETUDE DES MANGROVES DE LA COTE-OUEST DE MADAGASCAR,  
CAS DES MANGROVES DE TSIRIBIHINA, MASOARIVO ET LA BAIE  
D'AMBARO EN VUE DE DEVELOPPER DES MESURES  
D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE »**

### A – Analyse physicoécobiologique



### Partie 1

Septembre 2011- Février 2012

## REMERCIEMENT

*La réalisation de cet ouvrage n'a pu être effectuée sans l'aide d'institutions et de personnes à qui nous aimerons adresser nos vifs remerciements.*

*En premier lieu nos remerciements s'adressent au World Wild Found for Nature (WWF) qui a accordé l'appui financier et technique.*

*Nous remercions également toutes les personnalités qui nous ont aidés à la réalisation de ce présent travail. Citons :*

- *Les présidents de CLB (Antsatrana et Ankazmborona)*
- *Le président de l'association des pêcheurs,*
- *Les Chefs Fokontany d'Antsatrana et Ankazomborona*
- *Le Chef cantonnement forestier de Belo sur Tsiribihina : RAKOTONANDRASANA Michel,*
- *Le chef de Fokontany de Tsimandrafoza et Andopitaly ;*
- *L'Association FIBETSI à Masoarivo;*
- *Le responsable de DURELL à Masoarivo ;*
- *Le chef campement d'Amboanio et Mozambika.*

## SOMMAIRE

REMERCIEMENT.....	i
SOMMAIRE .....	iii
TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	ix
INTRODUCTION .....	1
MILIEU D'ETUDES .....	2
I.  BAIE D'AMBARO.....	2
I.1. Localisation géographique .....	2
I.2. Milieu abiotique.....	2
I.2.1. Facteurs climatiques .....	2
a.  Température.....	2
b.  Précipitation .....	2
c.  Vent .....	4
d.  Cyclones.....	4
I.2.2. Relief et géomorphologie .....	4
I.2.3. Sol .....	4
I.2.4. Hydrographie.....	4
I.2.5. Sédimentologie .....	4
I.3. Milieu biologique.....	4
I.3.1. Flore et végétation .....	4
I.3.2. Faune .....	5
I.4. L'homme et ses activités .....	5
I.4.1. Démographie .....	5
I.4.2. Socio-économie.....	5
II.  MASOARIVO .....	5
II.1. Localisation géographique.....	5
II.2. Milieu abiotique .....	6
II.2.1. Facteurs climatiques .....	6
a.  Température.....	6
b.  Précipitation .....	6
c.  Vent .....	6
II.2.2. Topographie.....	8
II.2.3. Géologie .....	8
II.2.4. Pédologie .....	8
II.2.5. Hydrographie.....	8
II.3. Milieu biologique .....	9
II.3.1. Flore et végétation .....	9
II.3.2. Faune .....	9
II.4. L'homme et ses activités .....	9
III.  BELO SUR TSIRIBIHINA .....	10

III.1. Localisation géographique .....	10
III.2. Milieu abiotique.....	10
III.2.1. Facteurs climatiques.....	10
a. Température.....	10
b. Précipitation.....	10
III.2.2. Sol.....	11
III.2.3. Hydrographie .....	11
III.3. Milieu biologique .....	13
III.3.1. Flore et végétation .....	13
III.3.2. Faune.....	13
III.4. L'homme et ses activités .....	14
METHODES D'ETUDES .....	15
Partie 1 : EVALUATION DE LA VULNERABILITE ECOLOGIQUE DES MANGROVES ....	15
I. METHODES PRELIMINAIRES.....	15
I.1. Catégories de mangroves.....	15
I.2. Etudes préliminaires.....	15
II. METHODES DE COLLECTE DES DONNEES SUR TERRAIN .....	15
II.1. Relevés écologiques .....	15
II.1.1. Végétation.....	15
a) Méthode de plateau.....	15
b) Etude de la structure verticale de la végétation : Méthode de GODRON .....	16
c) Méthode d'étude Structure horizontale.....	16
d) Méthode de mesure de la productivité de la litière .....	17
II.1.2. Sol.....	18
II.2. Enquêtes ethnobotaniques et ethnoécologiques.....	18
III. METHODES D'ANALYSE SPATIALE .....	18
III.1. Données utilisées.....	18
III.2. Géo-référencement des images.....	18
III.3. Compositions colorées .....	18
III.4. Classification .....	19
IV. EVALUATION DE LA SENSIBILITE INTRINSEQUE DES MANGROVES .....	19
IV.1. Influence des facteurs climatiques sur les espèces .....	19
IV.1.1. Niveau de la mer .....	19
IV.1.2. Salinité.....	19
IV.1.3. Erosion et ensablement.....	20
IV.2. Evaluation de la sensibilité.....	21
IV.2.1. Codification du niveau de sensibilité .....	21
IV.2.2. Calcul de la sensibilité pour chaque catégorie de mangrove.....	21
V. EVALUATION DE LA CAPACITE D'ADAPTATION.....	22
VI. EVALUATION DE LA VULNERABILITE .....	22

RESULTATS.....	23
A.  BAIE D'AMBARO .....	23
A.1. Localité 1 : ANTSATRANA .....	25
I.  SENSIBILITE DES MANGROVES.....	25
I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove.....	25
I.1.1. Abondance spécifique .....	25
I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur .....	26
I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie .....	27
I.2. Santé générale des mangroves.....	27
I.2.1. Structure de la végétation.....	27
I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves.....	30
II.  CAPACITE D'ADAPTATION .....	31
II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove .....	31
II.1.1. Taux de régénération global.....	31
II.1.2. Capacité d'adaptation .....	32
III.  VULNERABILITE .....	33
A.2. Localité 2 : ANKAZOMBORONA.....	34
I.  SENSIBILITE DES MANGROVES.....	34
I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove.....	34
I.1.1. Abondance spécifique .....	34
I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur .....	36
I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie .....	36
I.2. Santé générale des mangroves.....	37
I.2.1. Structure de la végétation.....	37
I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves.....	40
II.  CAPACITE D'ADAPTATION .....	41
II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove .....	41
II.1.1. Taux de régénération global.....	41
II.1.2. Capacité d'adaptation .....	42
III.  VULNERABILITE .....	44
A.3. Cartographie des indicateurs .....	44
B.  MASOARIVO .....	46
B.1. Localité 1 : Amboanio .....	48
I.  SENSIBILITE DES MANGROVES.....	48
I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove.....	48
I.1.1. Abondance spécifique .....	48
I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur .....	48
I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie .....	49
I.2. Santé générale des mangroves.....	50
I.2.1. Structure de la végétation.....	50

I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves.....	52
II.    CAPACITE D'ADAPTATION .....	52
II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove .....	52
II.1.1. Taux de régénération global.....	52
II.1.2. Capacité d'adaptation des catégories de mangrove.....	53
III.    VULNERABILITE .....	54
B.2. Localité 2 : Benjavilo.....	54
I.    SENSIBILITE DES MANGROVES.....	54
I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove.....	54
I.1.1. Abondance spécifique .....	54
I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur .....	55
I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie .....	56
I.2. Santé générale des mangroves.....	56
I.2.1. Structure de la végétation.....	56
I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves.....	58
II.    CAPACITE D'ADAPTATION .....	59
II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove .....	59
II.1.1. Taux de régénération global.....	59
II.1.2. Capacité d'adaptation .....	59
III.    VULNERABILITE .....	60
B.3. Localité 3 : Mozambika.....	60
I.    SENSIBILITE DES MANGROVES.....	60
I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove.....	60
I.1.1. Abondance spécifique .....	60
I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur .....	61
I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie .....	62
I.2. Santé générale des mangroves.....	62
I.2.1. Structure de la végétation.....	62
I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves. <b>Erreur ! Signet non défini.</b>	
II.    CAPACITE D'ADAPTATION .....	65
II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove .....	65
II.1.1. Taux de régénération.....	65
II.1.2. Capacité d'adaptation des catégories de mangrove.....	65
III.    VULNERABILITE .....	66
B.4. Cartographie des indicateurs .....	66
Les Carte 7 Carte 8 et Carte 9 représentent la répartition des indicateurs dans le site d'étude. La carte de vulnérabilité (Carte 9) ne représente que les mangroves très vulnérables. ....	66
C.    BELO SUR TSIRIBIHINA .....	70
C.1. Localité 1 : ANDOPITALY .....	72

I.	SENSIBILITE DES MANGROVES.....	72
I.1.	Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove.....	72
I.1.1.	Abondance spécifique .....	72
I.1.2.	Sensibilité des catégories pour chaque facteur .....	73
I.1.3.	Sensibilité de chaque catégorie .....	73
I.2.	Santé générale des mangroves.....	74
I.2.1.	Structure de la végétation.....	74
I.2.2.	Indicateurs de dégradation des mangroves.....	76
II.	CAPACITE D'ADAPTATION .....	76
II.1.	Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove .....	76
II.1.1.	Taux de régénération.....	76
II.1.2.	Capacité d'adaptation de chaque catégorie de mangrove.....	76
III.	VULNERABILITE .....	77
C.2.	Localité 2 : ANTANANADAHY .....	77
I.	SENSIBILITE DES MANGROVES.....	77
I.1.	Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove.....	77
I.1.1.	Abondance spécifique .....	77
I.1.2.	Sensibilité des catégories pour chaque facteur .....	78
I.1.3.	Sensibilité de chaque catégorie .....	78
I.2.	Santé générale des mangroves.....	78
I.2.1.	Structure de la végétation.....	78
I.2.2.	Indicateurs de dégradation des mangroves.....	79
II.	CAPACITE D'ADAPTATION .....	80
II.1.	Régénération naturelle dans chaque catégorie de mangrove.....	80
II.1.1.	Taux de régénération.....	80
II.1.2.	Capacité d'adaptation de chaque catégorie de mangrove.....	80
III.	VULNERABILITE .....	81
C.3.	Localité 3 : BORONGENY.....	81
I.	SENSIBILITE DES MANGROVES.....	81
I.1.	Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove.....	81
I.1.1.	Abondance spécifique .....	81
I.1.2.	Sensibilité des catégories pour chaque facteur .....	82
I.1.3.	Sensibilité de chaque catégorie .....	82
I.2.	Santé générale des mangroves.....	82
I.2.1.	Structure de la végétation.....	83
I.2.2.	Indicateurs de dégradation des mangroves.....	84
II.	CAPACITE D'ADAPTATION .....	84
II.1.	Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove .....	85
II.1.1.	Taux de régénération.....	85
II.1.2.	Capacité d'adaptation .....	85

III. VULNERABILITE .....	85
C.4. Localité 4 : ANDRAMASAY .....	86
I. SENSIBILITE DES MANGROVES.....	86
I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove.....	86
I.1.1. Abondance spécifique .....	86
I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur .....	86
I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie .....	87
I.2. Santé générale des mangroves.....	87
I.2.1. Structure de la végétation.....	87
II. CAPACITE D'ADAPTATION .....	89
II.1. Régénération naturelle dans chaque catégorie de mangrove.....	89
II.1.1. Taux de régénération.....	89
II.1.2. Capacité d'adaptation .....	89
III. VULNERABILITE .....	89
C.5. Localité 5 : AMBAKIVAO .....	90
I. SENSIBILITE DES MANGROVES.....	90
I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove.....	90
I.1.1. Abondance spécifique .....	90
I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur .....	91
I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie .....	91
I.2. Santé générale des mangroves.....	91
I.2.1. Structure de la végétation.....	91
I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves.....	92
II. CAPACITE D'ADAPTATION .....	93
II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove .....	93
II.1.1. Taux de régénération.....	93
II.1.2. Capacité d'adaptation .....	93
III. VULNERABILITE .....	94
C.6. Cartographie des indicateurs .....	94
D. VULNERABILITE DES MANGROVES DANS LES TROIS SITES.....	98
E. CARTOGRAPHIE ET ELEMENTS DYNAMIQUES Y AFFERENT .....	98
I. Mangroves de la Baie d'Ambaro (CR de Beramanga).....	100
II. Mangroves de la CR de Masoarivo .....	102
III. Mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina.....	104
IV. SYNTHESE DES RESULTATS CARTOGRAPHIQUES .....	106
CONCLUSION GENERALE.....	107
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	109



## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Liste des tableaux

Tableau 1: Moyenne des températures mensuelles.....	2
Tableau 2: Moyenne des précipitations annuelles mensuelles.....	2
Tableau 3: Moyenne des températures mensuelles entre les années 1950 et 2000 (Masoarivo) .....	6
Tableau 4: Moyenne des précipitations mensuelles (en mm) entre les années 1950 et 2000 (Masoarivo).....	6
Tableau 5 : Vitesses moyennes mensuelles du vent (1961 à 1990) pour Masoarivo.....	8
Tableau 6 : Moyenne des températures mensuelles (Belo sur Tsiribihina).....	10
Tableau 7 : Moyenne des précipitations mensuelles (en mm) entre les années 1935 et 1965.	10
Tableau 8 : Constante spécifique .....	17
Tableau 9: Résumé des caractéristiques des images utilisées. ....	18
Tableau 10 : Sensibilité de chaque espèce aux facteurs climatiques.....	21
Tableau 11: Localisation géographique des relevés dans le Baie d'Ambaro.....	23
Tableau 12: Abondance spécifique des différentes catégories de la mangrove d'Antsatrana..	25
Tableau 13: Sensibilité des différentes catégories par rapport à chaque facteur.....	26
Tableau 14 : Sensibilité des différentes catégories par rapport à l'ensemble des facteurs .....	27
Tableau 15 : Caractéristiques de la structure verticale des différentes catégories de mangrove d'Antsatrana .....	28
Tableau 16 : Surface terrière, biovolume et biomasse des différentes catégories de mangrove à Antsatrana .....	30
Tableau 17 : Taux de mortalité et de coupe des mangroves à <i>Avicennia marina</i> .....	30
Tableau 18: Indicateurs de dégradation de la mangrove d'Antsatrana .....	31
Tableau 19 : Taux de régénération global de chaque catégorie de mangrove d'Antsatrana ....	32
Tableau 20 : Niveau de la capacité d'adaptation des différentes catégories de mangrove d'Antsatrana .....	32
Tableau 21 : Caractéristiques pédologiques de chaque catégorie étudiée de la mangrove d'Antsatrana .....	33
Tableau 22: Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Antsatrana .....	34
Tableau 23 : Abondance spécifique des différentes catégories de la mangrove d'Ankazomborona .....	35
Tableau 24 : Sensibilité des différentes catégories des mangroves d'Ankazomborona par rapport à chaque facteur .....	36
Tableau 25 : Sensibilité des différentes catégories par rapport à l'ensemble des facteurs.....	37
Tableau 26 : Caractéristiques de la structure verticale des différentes catégories de mangroves d'Ankazomborona.....	38
Tableau 27 : Surface terrière, biovolume et biomasse des différentes catégories des mangroves d'Ankazomborona.....	40
Tableau 28: Indicateurs de dégradation de la mangrove dégradée (marée d'équinoxe).....	40
Tableau 29 : Indicateurs de dégradation de la mangrove dégradée (longée chenal) .....	41
Tableau 30: Taux de régénération global de chaque catégorie de mangrove d'Ankazomborona .....	42
Tableau 31 : Niveau de la capacité d'adaptation des différentes catégories de mangrove d'Ankazomborona .....	43
Tableau 32: Caractéristiques pédologiques de chaque catégorie étudiée de la mangrove d'Ankazomborona .....	43

Tableau 33: Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Ankazaborona .....	44
Tableau 34 : Localisation géographique des relevés.....	46
Tableau 35: Abondance spécifique des différentes catégories de la mangrove d'Amboanio...	48
Tableau 36 : Sensibilité des différentes catégories de mangrove d'Amboanio par rapport à chaque facteur .....	49
Tableau 37 : Sensibilité des différentes catégories de mangrove d'Amboanio par rapport à l'ensemble des facteurs .....	49
Tableau 38 : Caractéristique de la structure verticale des différentes catégories de mangrove d'Amboanio .....	50
Tableau 39 : Surface terrière, biovolume et biomasse des mangroves d'Amboanio .....	50
Tableau 40 : Indicateurs de dégradation de la mangrove d'Amboanio .....	52
Tableau 41 : Taux de régénération global de chaque catégorie de mangrove d'Amboanio .....	53
Tableau 42: Taux de régénération global de chaque catégorie de mangrove d'Amboanio .....	53
Tableau 43: Caractéristiques pédologiques de chaque catégorie étudiée de la mangrove d'Amboanio .....	54
Tableau 44: Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Ankazaborona .....	54
Tableau 45: Abondance spécifique des différentes catégories de la mangrove de Benjavilo ..	55
Tableau 46 : Sensibilité des différentes catégories de mangrove de Benjavilo par rapport à chaque facteur .....	55
Tableau 47 : Sensibilité des différentes catégories de mangrove de Benjavilo par rapport à l'ensemble des facteurs .....	56
Tableau 48 : Caractéristiques verticales des différentes catégories de mangrove de Benjavilo .....	56
Tableau 49 : Surface terrière, biovolume et biomasse des différentes catégories de mangroves de Benjavilo .....	57
Tableau 50 : Taux de régénération globale de chaque catégorie de mangrove de Benjavilo..	59
Tableau 51 : Capacité d'adaptation des différentes catégories de mangrove de Benjavilo .....	59
Tableau 52: Caractéristiques pédologiques de chaque catégorie étudiée de la mangrove de Benjavilo.....	60
Tableau 53 : Vulnérabilité des catégories de mangroves de Benjavilo .....	60
Tableau 54 : Abondance spécifique des différentes catégories de la mangrove de Mozambika .....	61
Tableau 55: Sensibilité des différentes catégories des mangroves de Mozambika par rapport à chaque facteur .....	61
Tableau 56 : Sensibilité des différentes catégories par rapport à l'ensemble des facteurs.....	62
Tableau 57 : Caractéristiques de la structure verticale des différentes catégories de mangroves de Mozambika .....	62
Tableau 58: Surface terrière, biovolume et biomasse des différentes catégories des mangroves de Mozambika .....	63
Tableau 59: Indicateurs de dégradation de la mangrove de Mozambika .....	63
Tableau 60: Taux de régénération globale de chaque catégorie de mangrove de Mozambika	65
Tableau 61: Taux de régénération global de chaque catégorie de mangrove de Mozambika..	65
Tableau 62: Caractéristiques pédologiques de chaque catégorie étudiée de la mangrove de Mozambika.....	66
Tableau 63 : Vulnérabilité des catégories de mangroves de Mozambika .....	66
Tableau 64: Localisation géographique des catégories de mangroves par localité .....	70
Tableau 65 : Abondance spécifique par catégories de mangroves d'Andopitaly .....	72
Tableau 66 : Sensibilité des mangroves en fonction des facteurs.....	73

Tableau 67 : Sensibilité des mangroves .....	73
Tableau 68: Caractéristiques structurale des mangroves .....	74
Tableau 69 : Caractéristiques biométriques des mangroves .....	75
Tableau 70 : Capacité de régénération des mangroves.....	76
Tableau 71 : Capacité d'adaptation des mangroves.....	76
Tableau 72 : Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Andopitaly .....	77
Tableau 73: Abondance spécifique par catégories de mangroves.....	77
Tableau 74 : Sensibilité des mangroves en fonction des facteurs.....	78
Tableau 75 : Sensibilité des mangroves .....	78
Tableau 76 : Caractéristiques structurale des mangroves .....	78
Tableau 77 : Caractéristiques biométriques des mangroves.....	79
Tableau 78 : Indicateurs de dégradation de la mangrove d'Antananandahy .....	79
Tableau 79 : Taux de régénération des mangroves.....	80
Tableau 80 : Capacité d'adaptation des mangroves.....	80
Tableau 81 : Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Antanandahy.....	81
Tableau 82 : Abondance spécifique par catégories de mangroves Borongeny .....	81
Tableau 83 : Sensibilité des mangroves de Borongeny en fonction des facteurs .....	82
Tableau 84 : Sensibilité des mangroves de Borongeny.....	82
Tableau 85 : Caractéristiques structurale des mangroves .....	83
Tableau 86 : Caractéristiques biométriques des mangroves .....	83
Tableau 87: Capacité de régénération des mangroves.....	85
Tableau 88 : Capacité d'adaptation des mangroves.....	85
Tableau 89 : Vulnérabilité des catégories de mangroves de Borongeny.....	85
Tableau 90 : Abondance spécifique par catégories de mangroves .....	86
Tableau 91 : Sensibilité des mangroves par rapport à chaque facteur.....	86
Tableau 92 : Sensibilité des mangroves par rapport à l'ensemble des facteurs.....	87
Tableau 93 : Caractéristiques structurale des mangroves .....	87
Tableau 94 : Caractéristiques biométriques des mangroves .....	88
Tableau 95: Taux de régénération des différentes catégories de mangroves d'Andramasay ..	89
Tableau 96 : Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Andramasay.....	89
Tableau 97 : Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Andramasay.....	90
Tableau 98 : Abondance spécifique par catégories de mangroves d'Ambakivao .....	90
Tableau 99 : Sensibilité des mangroves en fonction des facteurs.....	91
Tableau 100 : Sensibilité des mangroves .....	91
Tableau 101 : Caractéristiques structurales des mangroves .....	91
Tableau 102 : Caractéristiques biométriques des mangroves.....	92
Tableau 103 : Capacité de régénération des mangroves .....	93
Tableau 104 : Capacité d'adaptation des mangroves .....	93
Tableau 105 : Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Amakivao .....	94
Tableau 106 : Evolution de la superficie des mangroves de la Baie d'Ambaro (CR de Beramanja) entre 1990 et 2005. ....	100
Tableau 107 : Evolution de la superficie des mangroves de la CR de Masoarivo entre 1990, 2000 et 2005.....	102
Tableau 108 : Evolution de la superficie des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina entre 1990 et 2000 .....	104
Tableau 109: Résumé synthétique des résultats cartographiques des mangroves des 3 sites .....	106

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Dispositif du transect .....	16
Figure 2 : Dispositif de la collecte de la litière .....	17

## LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Ouverture de la canopée mangrove dense à <i>Ceriops tagal</i> (droite) et mangrove rabougrie (gauche) .....	28
Photo 2 : Ensablement et individus morts sur pied dans la mangrove dégradée à <i>Avicennia marina</i> .....	31
Photo 3: Trace de coupe dans la mangrove dégradée à <i>Ceriops tagal</i> .....	31
Photo 4 : Mangroves face à la mer à <i>Sonneratia alba</i> (a : droite) et à <i>Avicennia marina</i> (b : gauche) .....	35
Photo 5 : Degré d'ouverture dans les mangroves d'Ankazomborona .....	37
Photo 6: Trace de coupe dans la mangrove à <i>Ceriops tagal</i> à Ankazomborona .....	41
Photo 7: Trace de coupe dans la mangrove.....	41
Photo 8: Mangrove dégradée d'Amboanio vaovao.....	52
Photo 9: Mangrove dégradée de Benjavilo avec son aspect physiologique fortement perturbé .....	59
Photo 10: Mangrove dégradée de Mozambika.....	65
Photo 11 : Mangroves claires à Andopitaly.....	74
Photo 12 : Traces de coupes dans les mangroves dégradées d'Antananadaha .....	80

## LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Profil schématique des différentes catégories de mangrove d'Antsatrana.....	29
Planche 2 : Profil schématique des différentes catégories de mangrove d'Ankazomborona ...	39
Planche 3: Profil schématique des différentes catégories de mangrove d'Amboanio .....	51
Planche 4: Profil schématique des différentes catégories de mangrove de Benjavilo.....	58
Planche 5: Profil schématique des différentes catégories de mangrove de Mozambika .....	64
Planche 6 : Profil schématique des différentes mangroves à Andopitaly.....	75
Planche 7 : Profil schématique des différentes mangroves à Antananadaha .....	79
Planche 8 : Profil schématique des différentes catégories de mangrove de Borongeny.....	84
Planche 9 : Profil schématique des différentes mangroves à Andramasay .....	88
Planche 10 : Profil schématique des différentes mangroves à Ambakivao.....	92

## LISTE DES CARTES

Carte 1: Localisation de la zone d'étude dans la Baie d'Ambaro (CR de Beramanja).....	3
Carte 2 : Localisation de la zone d'étude dans la CR de Masoarivo. ....	7
Carte 3 : Localisation de la zone d'étude dans la CR de Belo sur Tsiribihina .....	12
Carte 4: Localisation des relevés effectués dans les mangroves de la baie d'Ambaro (CR de Beramanja).....	24
Carte 5 : Vulnérabilités des mangroves de la Baie d'Ambaro (CR de Beramanja). ....	45

Carte 6: Localisation des relevés effectués dans les mangroves de Masoarivo.....	47
Carte 7 : Sensibilité des mangroves de la CR de Masoarivo.....	67
Carte 8 : Capacité d'Adaptation des mangroves de la CR de Masoarivo. ....	68
Carte 9 : Vulnérabilité des mangroves de la CR de Masoarivo. ....	69
Carte 10 : Localisation des relevés effectués dans la CR de Belo sur Tsiribihina (a et b).....	71
Carte 11: Sensibilité des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina. ....	95
Carte 12 : Capacité d'adaptation des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina.....	96
Carte 13 : Vulnérabilité des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina.....	97
Carte 14 : Dynamique des mangroves de la CR de Beramanja entre 1990 (a) -2005 (b). ....	101
Carte 15 : Dynamique des mangroves de la CR de Masoarivo entre 1990(a)-2000(b)-2005(c). .....	103
Carte 16 : Dynamique des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina 1990 (a) -2000 (b).	105

## INTRODUCTION

Le changement climatique est un problème global dont la préoccupation est devenue prioritaire depuis déjà plus de deux décennies. Des accords internationaux ont été établis dans le but de pallier aux conséquences du changement climatique dans le monde.

L'élévation du niveau de la mer relative au réchauffement climatique pourrait entraîner la montée du niveau de la mer et l'érosion du littoral, une augmentation de la fréquence et de la gravité des tempêtes tropicales, une fluctuation de la distribution et de la disponibilité des ressources biologiques de la zone côtière.

Les écosystèmes à distribution géographique très limités comme le cas des récifs coralliens, des forêts de mangroves et les autres zones humides côtières, des prairies humides, des prairies indigènes, des écosystèmes recouvrant le pergélisol ou aux limites des glaces sont potentiellement vulnérables aux changements climatiques (GIEC, 2002).

Les écosystèmes de mangroves figurent parmi les écosystèmes biologiquement productifs sur terre, couvrant approximativement une superficie de 150 000 km<sup>2</sup>. Les mangroves constituent une zone de fraie et de nourrissage pour plusieurs espèces de conservation et sont également importantes au niveau commercial. Elles procurent des biens et services écosystémiques pour les communautés côtières dont la protection du littoral, l'épuration de l'eau et la fourniture de produits forestiers.

La dégradation et l'épuisement continus des ressources de mangroves (bois de palétuviers et ressources halieutiques) n'auront pas pour seul effet de réduire les productions terrestre et aquatique ainsi que les habitats de la faune et de la flore sauvage ; la stabilité écologique des formations végétales côtières, qui fournissent une protection aux cultures agricoles et aux villages de l'intérieur des terres, sera également gravement compromise, ce qui est encore plus inquiétant.

A l'état actuel, la mangrove connaît une dégradation physiologique progressive due au déboisement abusif et aux occupations humaines anarchiques du littoral. Ces activités anthropogènes dont l'intensité varie d'un site à l'autre, sont à l'origine de l'érosion côtière et de l'intrusion marine qui entraînent des pertes de terres et d'habitation, le recul de mangrove, la baisse de rendement des activités de pêche, de la riziculture, etc.

C'est pourquoi, l'atelier de Janvier 2008 sur l'évaluation de la vulnérabilité de la biodiversité et des moyens de subsistance face au changement climatique à Madagascar (organisé par WWF, CI et USAID) a identifié les mangroves parmi les écosystèmes prioritaires et menacés nécessitant des actions stratégiques de conservation vis-à-vis du changement climatique.

Les conséquences du changement climatique ne sont pas des phénomènes nouveaux dans les zones des mangroves de Madagascar. La perception paysanne les a détectées depuis longtemps, à cet effet les communautés locales se sont adaptées de différentes manières en changeant leurs pratiques, en transformant leurs habitudes suivant les contextes mis en jeu.

L'établissement des plans d'adaptation pour une cible déterminée implique la connaissance de cette cible et de sa vulnérabilité face au changement climatique.

Ainsi, dans ce sens, WWF en collaboration avec le Département de Biologie et écologie végétales vont mener une évaluation écologique sur les mangroves de la côte Ouest malgache, particulièrement celles de Tsiribihina, de Masoarivo et d'Ambaro. L'objectif principal de ce mandat est de collecter des données scientifiques (Biologique et écologique) et socio-économiques sur les trois sites pilotes (mangroves des communes de Belo sur Tsiribihina, de Masoarivo et d'Ambaro) afin d'affiner l'étude de la vulnérabilité à l'échelle du site et de ressortir les mesures d'adaptation appropriées aux contextes locaux.

## MILIEU D'ETUDES

### I. BAIE D'AMBARO

#### I.1. Localisation géographique

La baie d'Ambaro se situe sur la côte nord-ouest de Madagascar vers 13° 20' de latitude Sud et 48° 40' de longitude Est, Région de DIANA, District d'Ambilobe et Commune rurale de Beramanja (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Elle occupe 3,6 % de l'ensemble des mangroves de la Grande île. Elle est limitée à l'Est par la Région SAVA et au Sud par la Région SOFIA. La baie d'Ambaro est une partie du littoral s'étendant sur 350 km dans le nord-ouest de Madagascar.

#### I.2. Milieu abiotique

##### I.2.1. Facteurs climatiques

La région de Diana appartient au type bioclimatique perhumide chaud et semi aride (MORAT, 1975). Le climat est de type tropical, caractérisé par deux saisons bien distinctes : une saison humide et chaude qui dure en moyenne 6 mois de novembre à juin dont le mois le plus arrosé et le plus chaud est le mois d'Avril, la saison sèche est entre juin et octobre.

##### a. Température

La moyenne annuelle de la température est de 25°C ; moyenne des maxima : 30,90°C ; moyenne des minima : 21,70°C (Tableau 1).

**Tableau 1:** Moyenne des températures mensuelles

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy
T min (°C)	22,9	23,7	22,7	22,7	22,6	20,3	20,3	19,2	19,6	19,9	24,8	21,7	21,7
T max (°C)	31,2	30,4	31,6	31,7	32	29,7	28,9	28,9	29,8	31,1	32	32	30,9
T moy (°C)	27,05	27,05	27,15	27,2	27,3	25	24,6	24,05	24,7	25,5	28,4	26,85	26,3

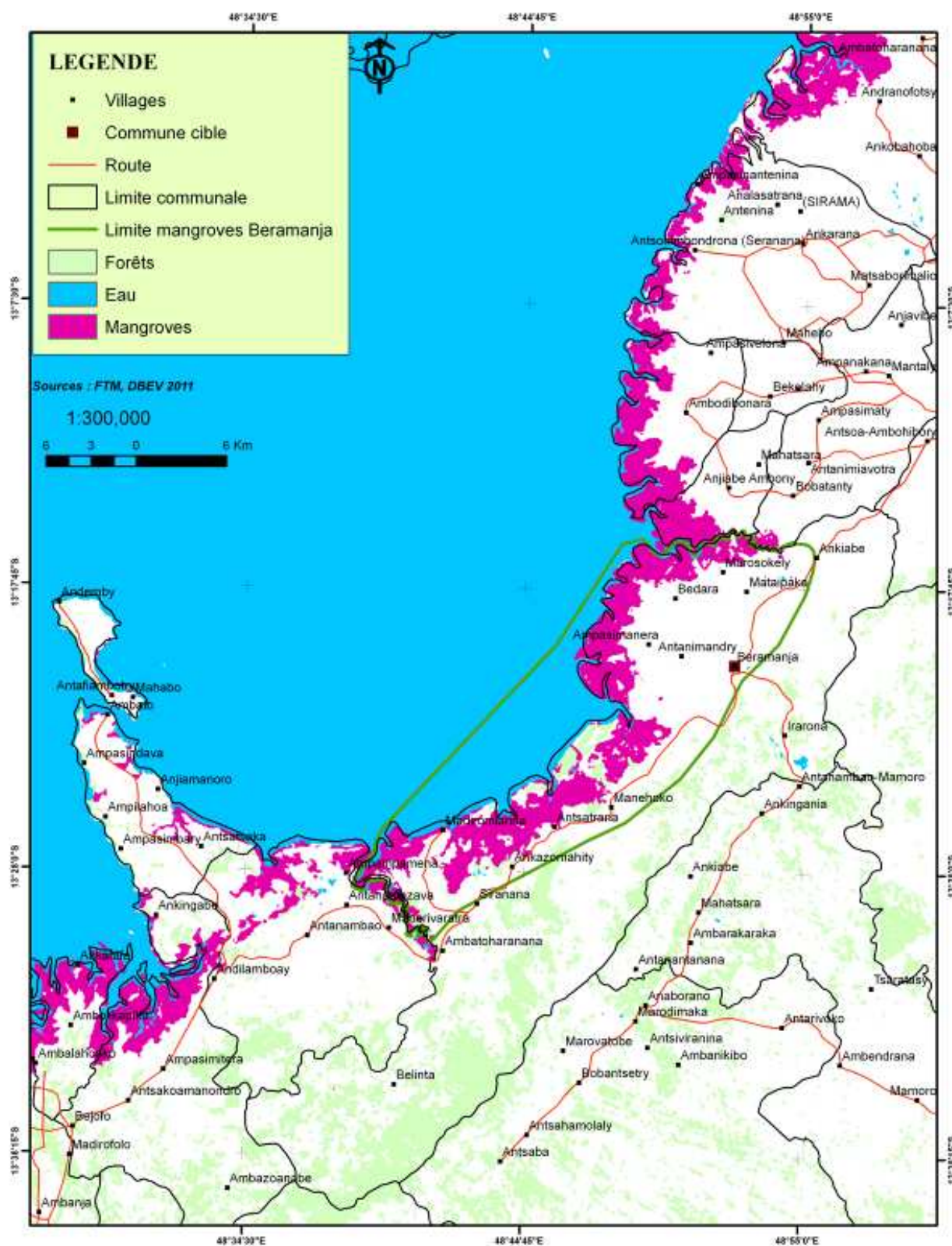
Source : météo Antsiranana, 2005.

##### b. Précipitation

Allant de Décembre à Février, la pluviométrie annuelle est faible, elle ne dépasse pas les 244mm, les mois secs vont de Mars à Novembre (Tableau 2).

**Tableau 2:** Moyenne des précipitations annuelles mensuelles

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pluviométrie (mm)	204	136,001	219,01	242,3	232,9	261	267	302	275	268,1	293,1	231,4





#### c. Vent

Le vent dominant est constitué par le « Varatraza », vent de très forte intensité qui souffle de 13 à 30Km/h. Ce vent constitue un potentiel de ressources énergétiques considérables dans cette Région.

#### d. Cyclones

Dans la région DIANA, entre 1993 et 2002, 4 cyclones tropicaux et 2 tempêtes tropicales modérées ont été enregistrées.

#### I.2.2. Relief et géomorphologie

La partie Est offre un paysage de chaîne de montagnes et de plaines dominants, entre - coupées de vallées succédées à l'ouest par de vastes plaines fertiles et herbeuses. Des plateaux et pénélaines avec des savanes pouvant être reboisés complètent ce paysage. Ces plaines sont utilisées pour le pâturage et l'agriculture. Autrefois, des forêts denses et luxuriantes étaient visibles du versant montagneux des massifs d'Ambohibe, d'Antsakay-Kalobenono.

#### I.2.3. Sol

Le sol est de type sablo-argileux de couleur foncée, allant de gris au noir ; les sols de mangrove se trouvent dans les dépressions littorales et sont caractérisés par l'abondance de matières organiques et la présence de sulfate.

#### I.2.4. Hydrographie

Le littoral de la baie d'Ambaro est baigné par les eaux chaudes du canal de Mozambique, les courants de marée sont très importants au niveau des embouchures. En plus, la baie d'Ambaro est traversée par trois rivières bien distinctes : la rivière Ambohinangy, la rivière d'Antsatrana et la rivière d'Ambazoana.

#### I.2.5. Sédimentologie

En général, 2 types de différentes sédimentations peuvent être distingués dans cette région:

- sédimentation terrigène : la taille des éléments est très variable, les sédiments allant des argiles aux sables grossiers.

- sédimentation organogène : les sédiments sont essentiellement constitués de sédiments calcaires, les plus souvent grossiers.

La baie d'Ambaro est très fortement soumise aux apports terrigènes, essentiellement vaseux. En ce qui concerne la granulométrie, la Baie d'Ambaro est caractérisée par des formations vaso-sableuses de 30 à 70% de fraction fine.

### I.3. Milieu biologique

#### I.3.1. Flore et végétation

Les mangroves constituent les principales interfaces entre l'écosystème marin et terrestre. De leur survie dépend le fonctionnement normal des écosystèmes marins et côtiers. Les mangroves de la baie d'Ambaro se trouvent dans les fokontany de : Ankazomborona, Bedara, Ambatoharanana, Antsatrana, Sirananana, Mataipako, Andranomena, Angodorofa, Antsotsomo, Antanimandry. La mangrove est constituée par des espèces halotolérantes appartenant à 5 familles qui sont la famille des RHIZOPHORACEAE (*Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhyza*, *Ceriops tagal*), AVICENNIACEAE

(*Avicennia marina*), SONNERATIACEAE (*Sonneratia alba*), MELIACEAE (*Xylocarpus granatum*), COMBRETACEAE (*Lumnitzera racemosa*).

### I.3.2. Faune

Les mangroves, par l'étendue et l'encrage de leurs racines échasses, piègent des matières organiques qui serviront de nourritures pour les animaux. Grâce à l'apport important d'éléments nutritifs par les fleuves et par l'abondance d'une masse molle appelée « floc » ou bouchon vaseux, la mangrove est caractérisée par une densité faunistique assez élevée tels que les Crustacées, Oiseaux, Mollusques et Poissons.

### I.4. L'homme et ses activités

#### I.4.1. Démographie

La région Nord est faiblement peuplée où les migrants du reste de la Grande Ile et des Comores sont les plus nombreux. Les principaux migrants sont : les Tsimihety, les Betsimisaraka, les Antandroy, les Antesaka, les Betsileo, les Bara, les Antanosy, les Sihanaka, les Antemoro, les Merina.

Les autochtones Antakarana, d'origine Arabe empreinte de la région islamique, peuplent la montagne rocheuse de l'Ankarana. Ils occupent la région Nord de l'île qui s'étend d'Ambilobe au Cap d'Ambre. Les Sakalava de l'Ouest de Madagascar, conquérants des Antakarana, se sont mélangés aux autochtones. D'importantes communautés chinoises, françaises, yéménites, créoles, indiennes revendiquent aussi leur identité malgache.

La commune rurale de Beramanja compte 28 198 habitants (2004) dont 12805 masculins et 13267 féminins, repartis dans 16 Fokontany. La densité moyenne de la population est de 18 habitants par km<sup>2</sup>. La taille moyenne du ménage est de 6 personnes.

#### I.4.2. Socio-économie

La pêche est l'activité principale des populations d'Ambaro. Les activités secondaires comme l'agriculture, l'élevage et le commerce viennent des ressources halieutiques.

La pêche traditionnelle crevettière constitue l'activité principale de la population mais la présence de quelques agriculteurs est aussi remarquée. Les activités agricoles sont au ralenti, alors qu'à cette époque, dans la baie d'Ambaro, la pêche à la crevette laisse espérer des revenus monétaires importants aux pêcheurs et les collecteurs se chargent d'équiper les migrants. De décembre à février, la pluie favorise le travail aux champs et le besoin de main-d'œuvre est important. Pendant que l'agriculture atteint son rythme maximal d'activité, la pêche dans la baie d'Ambaro est au ralenti. La pêche de crevette est interdite durant la fermeture légale de novembre à mi-février et l'humidité rend difficile le stockage des poissons. Dès la fin du mois de février, les gros travaux de labourage et de repiquage sont achevés et l'agriculteur confie l'entretien de ses champs aux membres de sa famille pour rejoindre la baie d'Ambaro où une nouvelle saison de pêche crevettière a débuté, entraînant la présence massive des collecteurs et l'espérance de gains importants.

## II. MASOARIVO

### II.1. Localisation géographique

La commune rurale de Masoarivo est située entre les latitudes 18°57'- 19°11'Sud et les longitudes 44°13' et 44°22' Est bordant le fleuve de Manambolo. Elle se situe dans la partie occidentale de Madagascar, Fivondronana d'Antsalova Région Melaky et Faritany de Mahajanga, (Carte 2).

## II.2. Milieu abiotique

### II.2.1. Facteurs climatiques

La région de Masoarivo appartient au type bioclimatique subhumide chaud et semi aride (MORAT, 1975)

#### a. Température

La température moyenne annuelle est de 26,1°C; moyenne des maxima : 31,60°C, moyenne des minima : 20,43°C. Les mois les plus chauds s'étalent du mois de Septembre au mois de Mai avec une température pouvant aller de 18,6°C jusqu'à 33,2°C, tandis que les mois les plus frais s'étalent de Juin à Août, avec une température qui peut descendre jusqu'à 15,8°C (Tableau 3).

**Tableau 3:** Moyenne des températures mensuelles entre les années 1950 et 2000 (Masoarivo)

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy
<b>Tmin (°C)</b>	23,10	23,45	22,70	22,10	18,60	16,40	15,80	17,10	19,05	21,25	22,60	22,95	20,43
<b>Tmax (°C)</b>	32,30	32,30	32,30	32,50	31,35	29,65	29,10	30,00	31,15	32,35	33,20	33,00	31,60
<b>Tmoy (°C)</b>	27,70	27,88	27,50	27,30	24,98	23,03	22,45	23,55	25,10	26,80	27,90	27,98	26,01

Source: World\_clim 1950-2000 ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org))

#### b. Précipitation

De 1950 à 2000, les précipitations annuelles moyennes étaient de 997 mm. Le mois le plus arrosé est le mois de janvier avec une moyenne de 307,5 mm et le plus sec, le mois de Juin avec une moyenne de 1,0 mm. Il pleut 5 à 6 mois sur 12 dans l'année (Tableau 4).

**Tableau 4:** Moyenne des précipitations mensuelles (en mm) entre les années 1950 et 2000 (Masoarivo)

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Précipitation (mm)</b>	307,5	246,5	124,5	28,5	7,0	1,0	3,0	6,0	6,0	18,5	63,5	185,0

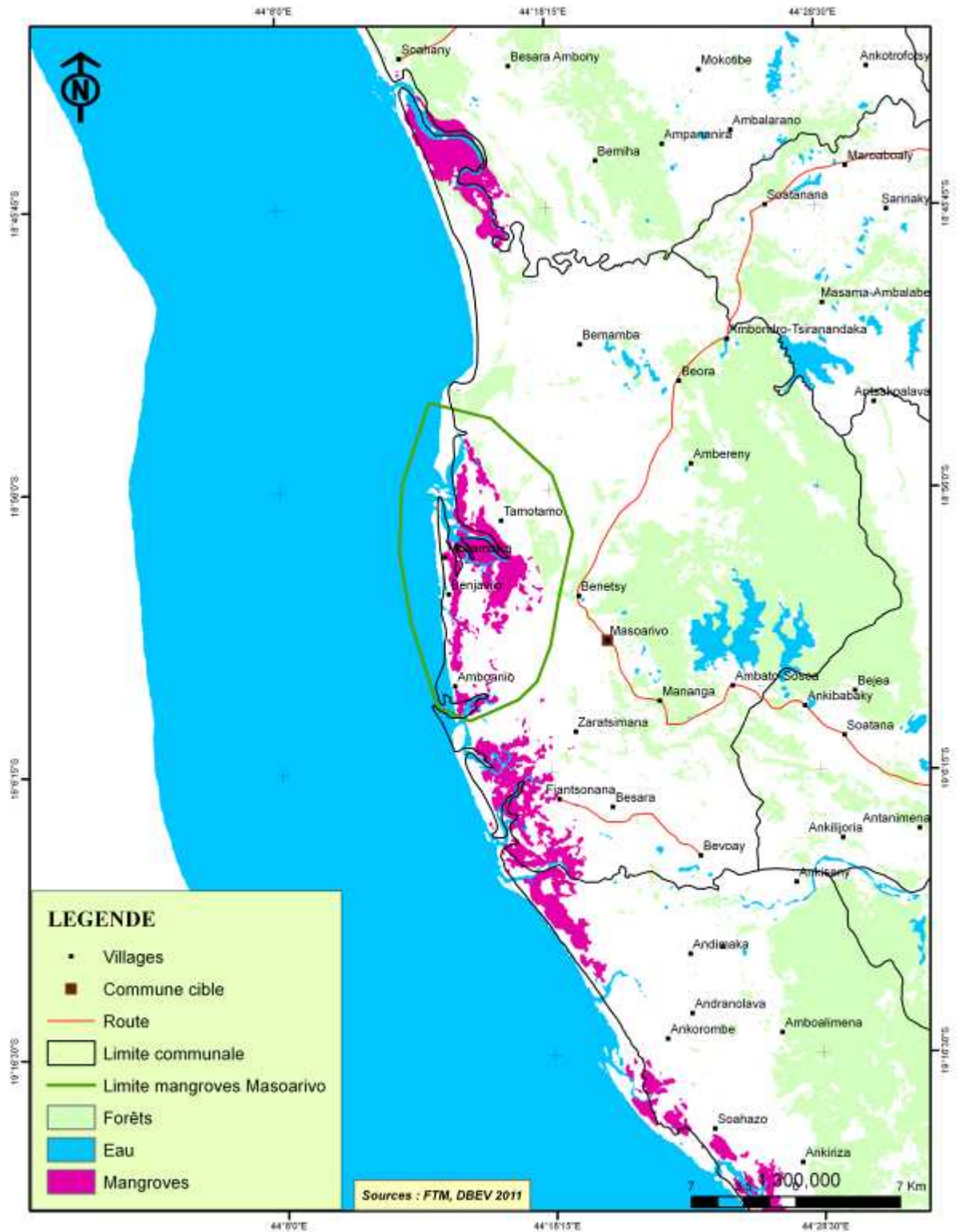
Source: World\_clim 1950-2000 ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org))

#### c. Vent

La région se trouve à l'abri de l'alizé, elle est soumise à son action desséchante pendant l'hiver austral. Par contre, l'action de la mousson entraîne des pluies violentes durant l'été austral.

En général, durant la saison sèche, on distingue deux directions de vent : du Sud-Est dans la matinée et du Sud-Ouest dans l'après-midi (Tableau 5).

Pendant la saison chaude (septembre) sa vitesse est maximale alors que pendant la saison froide (juin), elle est minimale (BE TOTOZAFY, 1994).



Carte 2 : Localisation de la zone d'étude dans la CR de Masoarivo.

**Tableau 5 :** Vitesses moyennes mensuelles du vent (1961 à 1990) pour Masoarivo

	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Période</b>	<b>24h à 12h</b>											
<b>Vitesse (m/s)</b>	3.6	3.2	2.8	2.9	2.9	3.0	2.8	3.0	3.4	3.5	3.3	3.3
<b>Direction</b>	N.E	N.E	E	S.E	S.E	S.E	S.E	S.E	S.E	S	S	N.E
<b>Période</b>	<b>13h à 23h</b>											
<b>Vitesse (m/s)</b>	4.4	4.0	3.5	3.7	3.7	3.5	3.9	4.3	4.9	5.1	4.7	4.3
<b>Direction</b>	N.W	N.W	W	S.W	S.W	S.W	S.W	S.W	S.W	W	W	N.W
<b>Moyenne (m/s)</b>	4	3.6	3.4	3.3	3.3	3.1	3.3	3.7	4.2	4.3	4.0	3.8

### II.2.2. Topographie

C'est une région très peu accidentée avec une extension de basses plaines côtières d'environ 75 000 ha (HERVIEU, 1965). De la zone littorale (Masoarivo) jusqu'à Antsalova, axe distant à vol d'oiseau de 45 km, l'altitude maximale ne dépasse pas 200m (DONQUE, 1975).

### II.2.3. Géologie

C'est généralement une formation sédimentaire récente. L'Eocène renferme des grès et des calcaires, le pliocène est formé de dépôts de sable, de grès ferrugineux et d'argile. Le quaternaire est formé de grès grossiers constitués de coquilles très peu fossilisées. Les alluvions ont un développement très important dans les vallées et dans les estuaires (BESAIRIE, 1972).

### II.2.4. Pédologie

Le sol montre une granulométrie assez variable allant des sables vaseux aux boues colloïdales. Pour le cas des sols des mangroves, ce sont des sols hydromorphes et salés (HERVIEU, 1968). Ce milieu est caractérisé par des conditions plus ou moins intenses d'anaérobiose avec un pH neutre ou légèrement alcaline. (BE TOTOZAFY, 1994)

La salinité du substrat varie suivant la saison et la situation ou la nature du terrain. Pendant la saison sèche, elle est forte, par contre pendant la saison de pluie, il peut ne plus renfermer de sels. Dans les endroits qui ne présentent que des chenaux des marées, la salinité est très élevée. En revanche, dans les zones où il y a des chenaux fluvio-marins, la salinité est faible.

Le pH du sol est généralement neutre ou légèrement alcalin (BE TOTOZAFY, 1994).

### II.2.5. Hydrographie

A l'entrée de la région de Masoarivo, le fleuve de Manambolo émet deux bras : le premier, l'Ambaro est saisonnier (9 mois/12 mois), le second, le Manambolomaty qui se divise en deux : Mafaidrano et Kitadroa (4-5 mois / 12 mois).

Les marées de la région côtière de Masoarivo sont de type semi diurne avec une alternance de vives eaux et de mortes eaux tous les 15 jours. Pendant la période de vives-eaux, la hauteur des marées peut atteindre un maximum de 3,6m environ. Pendant la période de mortes eaux, l'amplitude diminue et se situe de 2m environ (ANDRIANJOHANY, 1992).

## II.3. Milieu biologique

### II.3.1. Flore et végétation

La mangrove de Masoarivo comporte les sept espèces de palétuviers que l'on retrouve dans les mangroves malgaches, elles sont réparties en 7 genres et 5 familles distinctes. Il s'agit de :

- RHIZOPHORACEAE : *Rhizophora mucronata* ou tangandahy, *Bruguiera gymnorhiza* ou tangampoly, *Ceriops tagal* ou tangambavy,
- AVICENNIACEAE : *Avicennia marina* ou afiafy,
- SONNERATIACEAE : *Sonneratia alba* ou songery,
- COMBRETACEAE : *Lumnitzera racemosa* ou moromony ou Rogno
- MELIACEAE : *Xylocarpus granatum* ou Fobo

Selon les études bibliographiques, six sous unités de mangroves ont été rencontrés à Manambolo, citons : la mangrove dense, la mangrove dégradée, la mangrove claire, la mangrove récente, la mangrove rabougrie et le tanne.

Parmi ces sous unités, les mangroves denses constituent encore des habitats naturels pour les espèces menacées de Madagascar comme les grandes chauves-souris *Pteropus rufus* (Fanihy) et les propithèques *Propithecus verreauxi verreauxi* (sifaka).

A part les mangroves, 2 principaux types de végétation sont aussi rencontrés :

- *Végétation de dunes bordières*

En bordure de mer, les premières plantes qui s'installent sur les sédiments des littoraux sableux sont *Scaevola taccada* (GOODENIACEAE) et *Ipomea pescarpe* (CONVOLVULACEAE).

Sur les anciennes dunes, les espèces dominantes sont : *Indigofera compressa* (PAPILIONACEAE) et *Hyphaene coriacea* (PALMACEAE).

Cette formation protège les mangroves et s'étend parallèlement à la ligne des côtes. C'est une zone de campement des pêcheurs mais elle sert généralement de pâturage.

- *Végétation sur les cordons sableux*

C'est une formation intra mangrove se présentant sous forme de steppe buissonnante, de savane herbeuse, de savane arbustive, et de forêt dense sèche caducifolié.

Elle constitue une zone de pâturage et de récolte de *Tacca pinnatifida* (TACCACEAE).

### II.3.2. Faune

La mangrove est caractérisée par une densité faunistique assez élevée grâce à l'apport important d'éléments nutritifs par les fleuves et par l'abondance d'une masse molle appelée floc ou bouchon vaseux. Les principaux groupes représentés sont : les Mollusques (*Murex* sp très abondant au pied des palétuviers) ; les Crustacés ; Crevettes : *Penaeus* sp ; Crabes : *Uca* sp (OCYPODIDAE), *Scylla serrata* (PORTUNIDAE) ; les Poissons : 22 espèces : *Mugil robustus*, *Drepane punctata*, *Leigianthus* sp. (ANDRIANJOHANY, 1992) ; les Aviens ; les mammifères : *Propithecus verreauxi verreauxi*, *Pteropus rufus*.

## II.4. L'homme et ses activités

La région de Masoarivo est peuplée en majorité de Sakalava et de Vezo. Ils vivent surtout de pêche dans les eaux marines et de l'agriculture, surtout de la riziculture.

### III. BELO SUR TSIRIBIHINA

#### III.1. Localisation géographique

La mangrove de Tsiribihina se trouve dans la cote ouest de Madagascar, Région de Menabe, District de Belo sur Tsiribihina, au 19°41'latitude Sud et 44°33'longitude Est et à une altitude de 30m (carte 3). Le delta de Tsiribihina forme grossièrement un lobe de 50 000 ha. Il mesure une cinquantaine de kilomètres du Nord au Sud et une vingtaine d'Est en Ouest (LEBIGRE, 1990). Sa superficie est estimée de 28 000 ha (KIENER, 1972) à 35 000 ha selon LEBIGRE (1990) et 70 305 ha d'après IEFN (1997) et s'étend sur 6 communes.

Le site est limité au Nord par le district d'Antsalova, au Sud par celui de Morondava, à l'Est par les districts de Mahabo et Miandrivazo et à l'Ouest par le Canal de Mozambique

#### III.2. Milieu abiotique

##### III.2.1. Facteurs climatiques

La région de Belo-sur-Tsiribihina appartient au type bioclimatique subhumide chaud et semi aride (MORAT, 1975)

##### a. Température

La moyenne annuelle de la température est de 26,24°C : moyenne des maxima : 33,08°C, moyenne des minima : 19,90°C (Tableau 6).

**Tableau 6 :** Moyenne des températures mensuelles (Belo sur Tsiribihina)

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy
<b>T min (°C)</b>	23,1	23,4	23,0	21,6	18,2	15,2	14,7	15,9	18,3	20,7	21,8	22,9	19,90
<b>T max (°C)</b>	32,9	39,2	33,1	33,5	32,2	30,6	30,6	31,4	32,5	33,5	33,5	33,9	33,08
<b>T moy (°C)</b>	28,0	28,1	28,1	27,5	25,1	22,9	22,7	23,7	25,4	27,1	27,9	28,4	26,24

Source : MARCHAL & DANDOY, 1972

##### b. Précipitation

Avec un total de pluviométrie annuelle faible ne dépassant pas les 800mm, les mois secs vont de Mars à Novembre. Les mois les plus arrosés sont les mois de Décembre à Février (Tableau 7).

**Tableau 7 :** Moyenne des précipitations mensuelles (en mm) entre les années 1935 et 1965

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Précipitation (mm)</b>	227,6	215,5	126,7	15,4	8,7	7,4	6,6	3,1	4,9	23,5	52,4	200,9
<b>Nombre de jour</b>	14	12	9	2	1	2	1	2	2	3	4	10

Source : MARCHAL & DANDOY 1972

Le delta de Tsiribihina, une terminaison d'un grand axe hydrographique accuse un climat tropical à longue saison sèche. En effet, la diversité à l'intérieur du delta est grande : diversité dans l'espace et dans le temps des éléments naturels ; variations interannuelles des précipitations, variations des tracés du réseau hydrographiques, répartition des sols. L'opposition entre hiver et été austral est bien marquée surtout au niveau des minima (14 à 15°C en Juillet Août). L'humidité est assez importante : 69 %. L'isohyète est de 800 mm. Les

grandes variations interannuelles de la pluviométrie sont en fait à l'origine de la mobilité des paysans riziculteurs du delta. Amplifiés par les cyclones, le lit du fleuve peut changer d'un moment à un autre.

La luminosité constitue un facteur écologique important pour la mangrove. La durée d'insolation de la côte Est comme Toamasina par exemple qui n'a que 2 510 heures est nettement plus basse que celle de la côte Ouest tel que Morondava qui en reçoit 3 551 heures (LEBIGRE, 1990).

### III.2.2. Sol

Le sol des mangroves présente une texture généralement grossière (ANDRIAMASINORO, 1993). C'est un sol argileux de couleur gris-bleue, plastique et baignant dans une nappe salée. Dans la région de Belo sur Tsiribihina, on a trois types de sol:

- le "baiboho sec" : ce sont des levées alluviales localisées à proximité des axes hydrographiques. On distingue selon l'extension latérale la levée récente située près du fleuve et la levée ancienne qui en est plus éloignée. Le profil de ces levées se caractérise par une succession de strates limoneuses et sableuses, avec un horizon supérieur toujours limoneux à limono sableux. La base est constituée d'une couche argileuse très plastique (RATSIMBA, 1993)

- le "sol peu salé à alcalin : il s'agit également d'un sol alluvial. Ce dernier se caractérise par une teneur en sels solubles peu élevée. L'horizon supérieur de couleur brun-rouge est limono sableux, micacé à très micacé. L'horizon inférieur argileux, de couleur gris-bleue constituant l'ancien sol de mangrove nue réapparaît sous un dépôt allochtone (RAKOTO RAMIARANTSOA, 1993)

- le "sira-sira" ou tanne : dénommé "sol très salé à alcalin par ZEBROWSKI (1969), elle est caractérisée par sa surface très dénudée ou légèrement herbeuse. L'horizon superficiel de ce sol présente une surface poudreuse, découpée en polygones bombés où se concentrent des cristaux de sels blancs, pendant la saison sèche. Sous cet horizon apparaît un sol limono-argileux, très compact et sec. Puis vient un horizon limono-argileux, gris avec des taches noires et jaune vif.

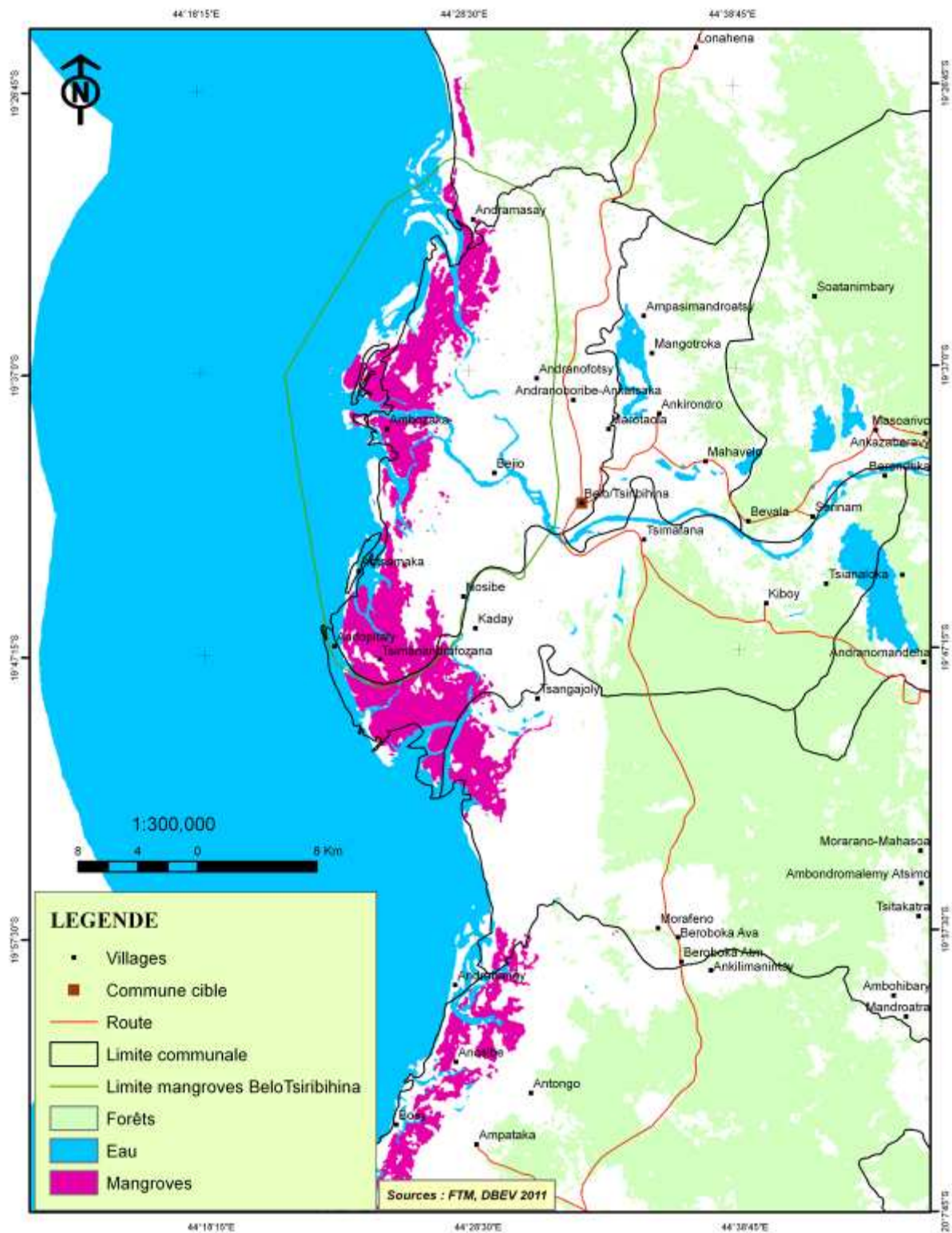
### III.2.3. Hydrographie

Comme tous les autres cours d'eau du versant occidental, la fleuve Tsiribihina a un régime simple avec un maximum en été, de Janvier à Mars et un minimum en hiver, de Juillet à Octobre. Au niveau de Belo, le cours d'eau se divise en trois grands distributaires : Rafinenta au Nord du delta, Ambozaka au centre et Namangoa au Sud. L'onde de salinité se propage sur 6 à 8 kilomètres le long de l'Ambozaka et sur 18 kilomètres le long des autres bras (HERVIEU, 1968).

Le fleuve Tsiribihina est un des plus longs fleuves de Madagascar prenant sa source sur les Hautes Terres. Il traverse la région Ouest et se déverse dans le canal de Mozambique. Il est navigable à partir de la rivière Mahajilo. Il est constitué par la réunion de ses deux principaux affluents, la Mahajilo et la Mangoky qui se rejoignent à la sortie du socle et coule dans la zone sédimentaire avec une pente très faible et dans un lit très ensablé. Le Tsiribihina est long de 525 km et sa superficie est de 47 797 km<sup>2</sup>. Les principaux affluents sont le Sakeny (170 km), le Mahajilo-Kitsamby (260 km), et le Mangoky (714 km depuis Matsiatra).

Le régime du Tsiribihina suit l'évolution de la pluviométrie. Le débit moyen interannuel du Tsiribihina à Betomba, à quelques kilomètres de l'embouchure est de 1 048 m<sup>3</sup>/s, avec un maximum mensuel moyen de 3 450 m<sup>3</sup>/s en Février et un minimum mensuel moyen de 237 m<sup>3</sup>/s en Septembre. Le débit moyen mensuel monte dès Novembre, atteint le





**Carte 3** : Localisation de la zone d'étude dans la CR de Belo sur Tsiribihina

maximum en Janvier - Février. La période de décrue débute en Avril et l'étiage absolu est généralement observé en Septembre - Octobre et peut atteindre 130 m<sup>3</sup>/s. La crue décennale a été estimée à 13 717 m<sup>3</sup>/s et quinquennale à 11 087 m<sup>3</sup>/s (BCPA et WWF, 2005).

Le fleuve charrie d'énormes quantités de matières solides (charriage de fond) estimées à 1 557 190 m<sup>3</sup>/s par an. En étiage, la profondeur de l'eau est de l'ordre de 0,50 m. Les berges sont fragiles et s'écroulent facilement par suite du débordement des eaux du lit en période pluvieuse.

### III.3. Milieu biologique

#### III.3.1. Flore et végétation

Les marais maritimes de Belo sur Tsiribihina comme tous les autres marais maritimes tropicaux se caractérisent par un type de végétation inconnu aux moyennes et hautes latitudes : la mangrove. Sa superficie est comprise entre 25 000 ha et 35 000 ha. Elle comporte, dans la région, 7 espèces de palétuviers réparties en 7 genres et 5 familles distinctes. Il s'agit de :

- RHIZOPHORACEAE : *Rhizophora mucronata* ou tangandahy, *Bruguiera gymnorhiza* ou tangampoly, *Ceriops tagal* ou tangambavy,
- AVICENNIACEAE : *Avicennia marina* ou afiaty,
- SONNERATIACEAE : *Sonneratia alba* ou songery,
- COMBRETACEAE : *Lumnitzera racemosa* ou moromony.
- MELIACEAE : *Xylocarpus granatum*

A cette liste s'ajoutent de nombreuses plantes ligneuses comme *Thespesia populnea*, *Derris uliginosa* ou d'autres herbacées qui se mêlent aux palétuviers dans la mangrove régressive.

Derrière la mangrove apparaissent presque toujours de grands tannes, étendus sursalés nus ou herbeux désignés à Madagascar sous le terme assez général de « sirasira » dans les zones Sud de l'Ile (LEBIGRE, 1983) ou « fahaka » dans les zones Nord (RANDRIAMIARISOA, 1996). L'existence fréquente en arrière des tannes, de prairies marécageuses à *Typha angustifolia*, *Phragmites communis* et *Scirpus sp.* notamment, s'explique par la présence de sous écoulements alimentés par des eaux douces continentales.

#### III.3.2. Faune

Selon PIERRE (1993), RAKOTONIAINA (1996), RANDRIAMIARISOA et RAFENOMANANTSOA (1998), la mangrove est caractérisée par une faune abondante mais assez pauvre en espèces. Les groupes d'animaux les plus observés sont les Crustacés, Mollusques et Poissons. En effet, presque toutes les classes des grands groupes d'animaux se rencontrent au niveau de l'écosystème de mangroves, depuis les Invertébrés aux Mammifères. Parmi les Invertébrés, les Mollusques et les Crustacés sont les plus abondants. Pour les Poissons : Les mangroves malagasy, à l'instar de toutes les mangroves du monde, sont riches du point de vue faune ichtyologique (PIERRE, 1993) : plus d'une vingtaine d'espèces, appartenant à une dizaine de familles, ont été recensées dont 4 sont endémiques : *Sauvagella madagascariensis* (Annexe I de CITES), *Pellonulops madagascariensis*, *Megalops cyprinoides* et *Arius madagascariensis*. THOLLOT (1989), sur son inventaire des poissons de mangroves de la Nouvelle Calédonie, a pu identifier 14 familles et 105 espèces. Pour Madagascar, KIENER (1972), PIERRE (1993) et RANDRIAMIARISOA et al (1997a, 1997b, 1999, 2000, 2001, 2003a, 2003b, 2003c, 2003d, 2004a, 2004b) ont mentionné que les espèces couramment rencontrées dans l'écosystème de mangroves sont : *Oreochromis mossambicus*, *Butis butis*, *Ambassis commersoni*, *Elops machanta*,

*Glossogobius giuris, Scatophagus tetracanthus, Epinephelus tauvina, Lobotes surinamensis, Megalops cyprinoides, Caranx spp, Sphyreana barracuda, Chanos chanos, Mugil cephalus, Pellonolops madagascariensis, Gerres acinaces, Macrura kanagurta, Sillago sihama, Therapon theraps, Lethrinus harak, Lutjanus spp, Periopthalmus lesson, Pristis microdon et Charcharhinus leucas.*

#### III.4. L'homme et ses activités

La population est multiethnique, composée par ordre d'importance en effectif (Source : PCBA et WWF, 2006) :

- Sakalava (autochtones et agro éleveurs) : 40 %.
- Antesaka (riziculteurs – éleveurs) : 25 %.
- Vezo (sur le littoral, pêcheurs) : 15 %.
- Antandroy (commerçants) : 10 %

La majorité de la population sont des pêcheurs. Cette activité se place alors au premier rang. De l'autre côté, l'activité agricole joue aussi un rôle non négligeable. Ces deux grands types d'activités sont décrits en détail par l'ONG Kily be (2005) dans son intervention en l'occurrence :

- **Activités agricoles** : la riziculture, la culture de maïs, la culture de patate douce, la culture de bananes et cannes à sucre et culture de cocotiers.

- **Activités de pêche** dans la mangrove : la pêche au « bika » ou Mugilidés (filets sennes et filets maillant) ; la pêche aux pepy ou sardinelles (sennes et filets maillant) ; la pêche aux crabes ; la pêche aux crevettes ; la pêche à la ligne et la pêche à la chevaquine.

- **Activités de pêche** au large : la pêche à la ligne ; la pêche au filet (filets maillants pour petits et gros poissons) et la récupération des poissons d'accompagnement.

## **METHODES D'ETUDES**

### **Partie 1 : EVALUATION DE LA VULNERABILITE ECOLOGIQUE DES MANGROVES**

#### **I. METHODES PRELIMINAIRES**

##### **I.1. Catégories de mangroves**

Suite au recueil bibliographique et conformément aux termes de référence de ce projet, six types de formations avec trois répliquâts chacune ont fait l'objet d'étude. Les critères d'échantillonnages pour ces types sont les suivants :

- Mangrove dense, intacte, à cime jointive avec une hauteur de 6 à 12 mètres ou plus ;
- Mangrove claire formée d'individus très espacés, à rameaux dont la plupart sont morts, avec de nombreux chablis (conséquence d'un passage d'un cyclone);
- Mangrove récente et immature, composée de jeunes plants ;
- Mangrove dégradée composé des vieux individus très espacés et/ou avec des fréquentes traces de coupes voire des défrichements ;
- Mangrove rabougrie formée par des individus nains dont la hauteur ne dépasse pas 2 mètres à faible densité et à petites feuilles. Ces individus sont tous à petites feuilles car la condition édaphique du milieu n'est pas convenable à leur installation;
- Tanne, espace nu ou herbeux d'arrière mangrove, occasionnellement inondé par les marées.

Par souci de représentativité, les trois répliquâts sont répartis par rapport à l'influence hydrologique (mer, chenal, fleuve) et par rapport à la position géographique (Nord, Centre, Sud).

##### **I.2. Etudes préliminaires**

Elles consistent à faire des recueils bibliographiques concernant les sites d'études (caractéristiques physiques, biodiversité), et les Mangroves (recherches déjà effectuées, etc.). Egalement, faire des compilations des données existantes (biologique, écologique et socio-économique) sur les sites d'études et la cartographie des formations végétales et l'établissement de pré-cartes et échantillonnage stratifié à base de différentes couches existantes (végétation, pédologie, etc.) selon les différents types de mangroves (denses, claires, rabougries, dégradées, recrues).

#### **II. METHODES DE COLLECTE DES DONNEES SUR TERRAIN**

##### **II.1. Relevés écologiques**

###### **II.1.1. Végétation**

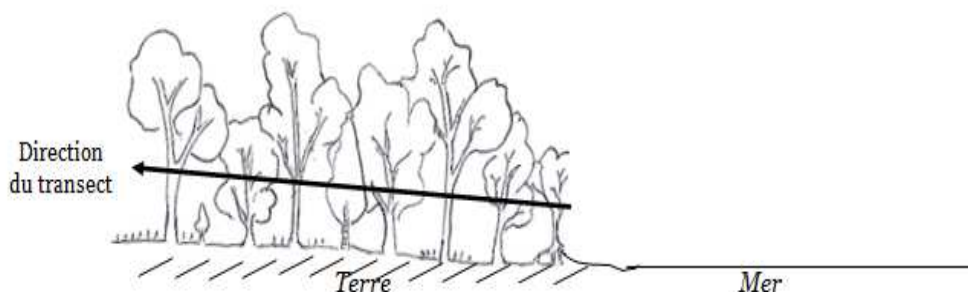
###### **a) Méthode de placeau**

Des placeaux d'une superficie variant de 25 m<sup>2</sup> à 500m<sup>2</sup> ont été installés selon les catégories et l'accessibilité des zones d'études. Le placeau est ensuite subdivisé en placettes de 5m x 5m.

Des inventaires floristiques ont été réalisés dans les différentes catégories de mangroves (denses, claires, rabougries, recrues, dégradées). Cette étude consiste à recenser tous les individus se trouvant à l'intérieur de chaque placette. A chaque relevé, les paramètres physiques utilisés ont été : la catégorie des mangroves, les coordonnées géographiques, l'altitude. Les paramètres floristiques utilisés ont été : le nom des espèces, la hauteur du fût et la hauteur maximale des arbres, le gros diamètre (pour les espèces jeunes) et le diamètre à hauteur de poitrine des espèces ayant un diamètre supérieur à 10cm.

b) Etude de la structure verticale de la végétation : Méthode de GODRON

La ligne centrale du plateau a été utilisée pour l'étude de la structure horizontale selon Godron (1983). Cette méthode consiste à schématiser la formation suivant la ligne, dont celui-ci est monté perpendiculairement à la mer, afin d'observer l'ouverture de la formation ainsi que la répartition et le mode de succession des espèces dans la formation.



**Figure 1 :** Dispositif du transect

c) Méthode d'étude Structure horizontale.

Elle consiste à évaluer la répartition de toutes les espèces dans le relevé. Elle se traduit par la fréquence, la densité, l'abondance et la surface terrière.

**- Fréquence**

C'est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce (n) sur le nombre total d'individus inventoriés (N). Elle est estimée en pourcentage.

$$\text{Fréquence (\%)} = (n_i / N) \times 100$$

**- Densité relative**

La densité est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce et la surface de relevé. Dans notre étude, cette surface est celle d'un quadrat.

$$\text{Densité relative (\%)} = (n_i / St) \times 100$$

$n_i$  = nombre d'individu d'une espèce  
 $St$  = surface total

**- Dominance relative**

L'estimation de la dominance est obtenue à partir de la surface de base (s) occupé par chaque espèce par rapport à la surface total (S) occupée par toutes les espèces. La valeur obtenue est estimée en pourcentage.

$$\text{Dominance relative (\%)} = [s (\text{cm}^2) / S (\text{cm}^2)] \times 100$$

Avec  $s = \pi D^2 / 4$

**- Biomasse**

Deux méthodes de calcul pour l'estimation de la biomasse ont été établies.

La première, à partir de la formule de SEMESI et KAIRO (1998)

$$\text{Biomasse} = a [(DBH)^2 \times h] b$$

Où a et b sont des constantes spécifiées de chaque espèce (tableau 8)

h est la hauteur du tronc d'arbre des mangroves

DBH est le diamètre de base en  $\text{cm}^3$

Constante spécifique

**Tableau 8 :** Constante spécifique

<b>Espèces</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0.2248	2.1407
<i>Ceriops tagal</i>	0.1468	2.393
<i>Rhizophora mucronata</i>	0.0886	2.5621

La deuxième méthode selon la formule appliquée par FAO (1990) pour les autres espèces.

$$\text{Biomasse} = 0.544 \sum[(\text{DBH})^2 h]$$

Avec 0.544 le coefficient de forme adaptée dans la région tropicale  
DBH : diamètre de base en cm<sup>3</sup>

d) Méthode de mesure de la productivité de la litière

Pour calculer la productivité périodique, la productivité globale, les apports périodiques de litières seront collectés.

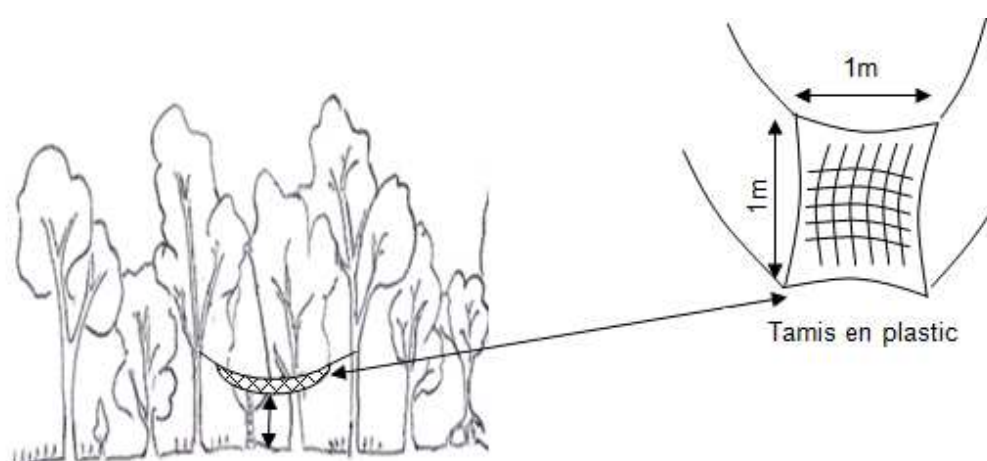
Les litières seront collectées sur une natte (1m x 1m) suspendue dans chaque catégorie de mangrove (figure 3). Le dispositif est installé avec au moins 3 répétitions pour une même catégorie (dense, claire, dégradée ou rabougrie).

Après séchage, toutes les litières récoltées (apports de litières) seront triées et pesées. Le tri consiste à séparer les différents éléments constitutifs des litières, à savoir :

- les branches et tiges ;
- les fleurs, fruits et graines ;
- les feuilles qui ont fait par la suite l'objet de tris spécifiques ;
- les non plantes (insectes et autres)

La totalité des litières récoltées pour chaque période (période de pluie, période sèche) ainsi que ces différents éléments seront pesées.

Notre mission se limite à la mise en place d'un T<sub>0</sub>.



**Figure 2 :** Dispositif de la collecte de la litière

### II.1.2. Sol

Pour chaque catégorie de mangrove, au niveau du sol, le nombre et la profondeur de chaque horizon ont été considérés. Des échantillons (à chaque type d'horizon) de sol ont été ensuite prélevés pour des analyses granulométrique, d'acidité (ph) et de salinité.

### II.2. Enquêtes ethnobotaniques et ethnoécologiques

Des enquêtes selon l'approche participative de type MARP ont été menées auprès des villageois riverains sous forme d'échange, d'interview pour ressortir les différentes utilisations ou usages de la mangrove ainsi que les espèces végétales utiles et prélevées par les populations riveraines aux environs des zones d'études.

## III. METHODES D'ANALYSE SPATIALE

### III.1. Données utilisées

Les images satellitaires LANDSAT utilisées pour la cartographie datent des années 1990 à 2005. Ces images nous ont été mises à disposition gracieusement par l'Office Nationale pour l'Environnement et Conservation International Madagascar.

Outre ces images satellites, la base de données au 1 / 100 000 et 1 / 500 000 du FTM (Limite administrative, hydrographie, ...) ont été utilisés pour faciliter les traitements.

Les caractéristiques de chacune des images LANDSAT sont résumées dans le Tableau 9 ci-dessous.

**Tableau 9:** Résumé des caractéristiques des images utilisées.

Image	Site couvert	Référence scène	Type de données / Date d'acquisition	Résolution des bandes utilisées
1	Baie d'Ambaro	159-069	BD FTM, 1990	30 m
			17 septembre 2005	
2	Manambolo	161-073	10 juillet 1990	30 m
			08 janvier 2002	
			16 mai 2005	
3	Tsiribihina	161-074	10 juillet 1990	30 m
			27 juin 2000	
			3 mars 2005	

### III.2. Géo-référencement des images

Le géo-référencement consiste à mettre toutes les données dans un même système de coordonnées. Les images satellites utilisées sont déjà mises dans le système UTM. Le système de coordonnées officiel à Madagascar est le système Laborde. Toutefois, ce système là n'est pas encore disponible dans les logiciels de traitement d'image ou de système d'information géographique (SIG). Il est donc impossible d'effectuer une simple opération de changement de système de géo-référencement. Ainsi, les paramètres du système de projection Laborde ont été introduits dans le logiciel de traitement.

### III.3. Compositions colorées

La superposition de trois canaux d'enregistrement affichés dans les couleurs primaires est nécessaire pour faire sortir les classes de végétation suivant la réponse spectrale de la végétation. Le résultat de cette superposition, appelée « composition colorée » permet d'obtenir une visualisation interprétable de la végétation. Nous avons opté pour cette composition colorée dite en fausses couleurs obtenue par la combinaison des canaux proche infrarouge TM4 en rouge, TM3 en vert et TM2 en bleu.

### III.4. Classification

Les méthodes de classification d'image se divisent en deux grands groupes : les méthodes de classification dirigée et les méthodes de classification automatique.

L'expérience a montré que les méthodes de classification automatique donnent généralement des résultats moins fiables que les méthodes de classification dirigée.

Ainsi, en se basant sur les documents consultés concernant l'occupation du sol des sites d'étude, les connaissances propres des consultants et les données de vérité terrain, nous avons opté pour une classification dirigée utilisant des parcelles d'apprentissage. La richesse des informations sur Google Earth sont aussi exploitées comme données auxiliaires.

L'algorithme de classification adopté est l'algorithme du maximum de vraisemblance. La classification par le maximum de vraisemblance reste toujours la méthode de référence en matière de classification d'image. Des études antérieures ont indiqué que le maximum de vraisemblance est la méthode la plus effective dans la classification des mangroves avec des images satellitaires courantes (Green et al. 1998, Gao 1999).

Pour chaque classe d'objets, nous avons pris un certain nombre de parcelles d'apprentissage. De ces parcelles, l'algorithme extrait les caractéristiques statistiques de chaque classe et les utilise ensuite pour reconnaître la classe à laquelle un pixel de l'image doit être affecté.

L'étude de la dynamique de la couverture des mangroves a été menée par comparaison d'images post-classifiées. L'évolution des différents types de mangroves est appréciée en termes de changement de superficie.

## IV. EVALUATION DE LA SENSIBILITE INTRINSEQUE DES MANGROVES

### IV.1. Influence des facteurs climatiques sur les espèces

#### IV.1.1. Niveau de la mer

L'installation des plantules dépend du niveau de l'eau. Lorsque l'immersion dans l'eau de mer est trop longue, les plantules d'*Avicennia* auraient un métabolisme trop réduit pour se développer (CHAPMAN 1964). Par contre, les plantules de *Rhizophora* seraient capables de respirer même dans l'eau de mer. D'autre part, les plantules d'*Avicennia* sont de petites sphères qui doivent reposer sur le sol pour prendre racine, ce qui implique une lame d'eau extrêmement mince ; au contraire, il est classique de signaler la forme en cigare des plantules des Rhizophoracées, forme qui leur permettrait de prendre racine même en présence d'une lame d'eau de l'ordre de 20 cm, pour une plantule de 46 cm de long (LA RUE et MUZIK 1934). Ainsi,

- Les plantules d'*Avicennia*, moins résistante à une inondation prolongée ;
- Les plantules de *Rhizophora*, résistante à une inondation prolongée ;

Mais pour les individus adultes,

- *Rhizophora*, par ses hautes racines dotées d'ostioles aérifères supporte une immersion à bonne hauteur ;
- De même, *Avicennia*, grâce à leurs pneumatophores peuvent supporter une immersion permanente ;
- *Sonneratia alba* supporte une immersion prolongée et pousse sur les basses-slikke (HERVIEU, 1968).

#### IV.1.2. Salinité

Pour la tolérance des espèces par rapport à la salinité,



- il existe une espèce peu tolérante au sel, *Bruguiera* qui croît sur les platiers vaseux périodiquement inondés par de l'eau de mer, mais disparaît dès que la salinité devient nettement plus forte. Cette espèce est par contre peu exigeante en sel. C'est la seule que l'on puisse observer en amont, dans des marais très peu saumâtres, voire d'eau douce.
- il existe une espèce assez résistante à la salinité, mais susceptible de se contenter d'eau très peu salée : *Rhizophora mucronata*. On observe classiquement des peuplements à *Rhizophora* dans les mangroves internes, de plus en plus grêles et petits sous l'effet de la salinité croissante (BALTZER, 1969).
- il existe une espèce apparemment exigeante en sel, *Avicennia* qui ne s'observe du côté de la terre ferme que dans les régions assez fortement salées et semble ne pas pouvoir se développer si la salinité est très inférieure à celle de l'eau de mer. Par contre, cette espèce parvient à subsister même en présence de salinités élevées, dans les mangroves internes, à la limite des bancs sursalés à *Salicornia* (BALTZER, 1969).
- l'espèce *Lumitzera racemosa* semble peu exigeante en matière de salinité et semble tolérer à la fois une salinité supérieure et inférieure à celles qui conviennent à *Avicennia* (BALTZER, 1969).
- les plantes de l'espèce *Salicornia* s'accommodent des schorres les plus salés, dont elles ne peuvent traverser de racines que la partie tout à fait supérieure.
- *Heritiera littoralis* se trouve dans les eaux à faible salinité (LEBIGRE, 1989).
- *Xylocarpus granatum* nécessite une eau à faible salinité et se développe aussi bien sur les berges des chenaux que plus loin à l'intérieur (KOECHLIN, 1974 ; LEBIGRE, 1988).
- *Ceriops tagal* peut tolérer le sel (LEBIGRE, 1989).
- *Sonneratia alba* supporte une forte salinité (HERVIEU, 1968).

#### **IV.1.3. Erosion et ensablement**

Pour la sensibilité des espèces à l'érosion et l'ensablement,

- *Rhizophora* est assez sensible aux effets de l'érosion ;
- *Bruguiera* se révèle ainsi comme une espèce particulièrement résistante à l'érosion ;
- *Avicennia* est considéré comme capable de résister à l'ensablement (BALTZER, 1969) ;
- Les Rhizophoraceae, malgré leur adaptation morphologique, (racine échasse pour *Rhizophora mucronata*, contre fort ailé pour *Ceriops tagal*, contre fort et racines coudées pour *Bruguiera gymnorhiza*) sont très sensibles à l'ensablement sauf *Ceriops tagal*, qui peut s'installer sur les substrats sableux (LEBIGRE, 1989).
- les populations d'*Avicennia* sont plutôt résistantes, non seulement à l'ensablement, mais aussi à des exondations ou immersions assez prolongées (BATTISTINI, 1960 ; LEBIGRE, 1989).
- *Rhizophora mucronata* nécessite une large alimentation en eau douce (WEISS, 1974) et *Bruguiera gymnorhiza* ne supporte une longue exondation que si le substrat est humide (LEBIGRE, 1989).

## IV.2. Evaluation de la sensibilité

### IV.2.1. Codification du niveau de sensibilité

Pour évaluer la sensibilité de chaque catégorie, des codes relatifs à chaque niveau de sensibilité seront nécessaires :

- Sensibilité élevée : 3
- Sensibilité moyenne : 2
- Sensibilité faible : 1

A partir de ces codes, la sensibilité de chaque espèce pour chaque facteur est donnée dans le Tableau 10.

**Tableau 10** : Sensibilité de chaque espèce aux facteurs climatiques

Espèce \ Facteurs	Augmentation de la salinité	Inondation prolongée	Exondation prolongée	Ensablement	Erosion
<i>Avicennia marina</i>	1	1	2	1	-
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	2	2	1	3	1
<i>Ceriops tagal</i>	1	2	2	1	-
<i>Heritiera littoralis</i>	3	2	2	3	-
<i>Lumnitzera racemosa</i>	2	2	1	2	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	2	1	2	3	3
<i>Sonneratia alba</i>	1	1	3	2	-
<i>Xylocarpus granatum</i>	3	2	2	3	-

### IV.2.2. Calcul de la sensibilité pour chaque catégorie de mangrove

La sensibilité au niveau de chaque catégorie sera donc évaluée à partir des formules suivantes :

$$S = \frac{\sum Sf \times ni}{Ni}$$

Avec :

S : sensibilité d'une catégorie à un facteur f

Sf : sensibilité d'une espèce à un facteur f

ni : abondance de l'espèce

Ni : Nombre total d'individus dans la catégorie de mangrove considérée

$$S = \frac{\sum Sm \times ni}{Ni}$$

Avec :

S : sensibilité d'une catégorie à tous les facteurs

Sm : sensibilité moyenne d'une espèce à tous les facteurs

ni : abondance de l'espèce

Ni : Nombre total d'individus dans la catégorie de mangrove considérée

La valeur de la sensibilité attribuée à chaque catégorie a été basée suivant l'échelle suivant :

- $1 \leq S \leq 1,75$ , la sensibilité est faible
- $1,75 < S < 2,25$ , la sensibilité est moyenne
- $2,25 \leq S \leq 3$ , la sensibilité est élevée

## V. EVALUATION DE LA CAPACITE D'ADAPTATION

La capacité d'adaptation est évaluée à partir du taux de régénération des espèces dans chaque catégorie.

Ce taux de régénération est exprimé en termes de pourcentage des individus régénérés ( $N_r$ ) par rapport au nombre des individus semenciers ( $N_s$ ) (ROTHER, 1964).

$$TR = \frac{N_r}{N_s} \times 100$$

Où : TR : taux de régénération  
Nr : nombre des individus régénérés  
Ns : nombre des individus semenciers

L'échelle suivant a été utilisé pour catégoriser cette capacité d'adaptation,

- $TR < 100\%$  : faible capacité d'adaptation ;
- $100\% < TR < 1000\%$  : moyenne capacité d'adaptation ;
- $1000\% < TR$ : haute capacité d'adaptation.

## VI. EVALUATION DE LA VULNERABILITE

La vulnérabilité se traduit par l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation. Dans notre cas, sans les données climatiques, l'exposition a été combinée avec la sensibilité. Ainsi, la vulnérabilité est évaluée à partir de la formule suivante :

$$\text{Vulnérabilité} = \text{Sensibilité} - \text{Capacité d'adaptation}$$

Pour la formule, la codification suivante a été suivie :

Codification	Sensibilité	Capacité d'adaptation
1	Faible	Forte
2	Moyenne	Moyenne
3	Forte	Faible

Dans le cas où, la valeur de vulnérabilité est inférieure à 0, la catégorie de mangrove n'est pas vulnérable. Dans le cas où, la vulnérabilité est supérieure ou égal à 0, la catégorie de mangrove est vulnérable. L'intensité de la vulnérabilité se fera en suivant la valeur (par exemple : une catégorie de mangrove ayant une valeur de -2 est plus vulnérable que -1)

## RESULTATS

### A. BAIE D'AMBARO

Deux localités (Antsatrana et Ankazomborona) ont été considérées pour la biologie et écologie de la mangrove dans ce site.

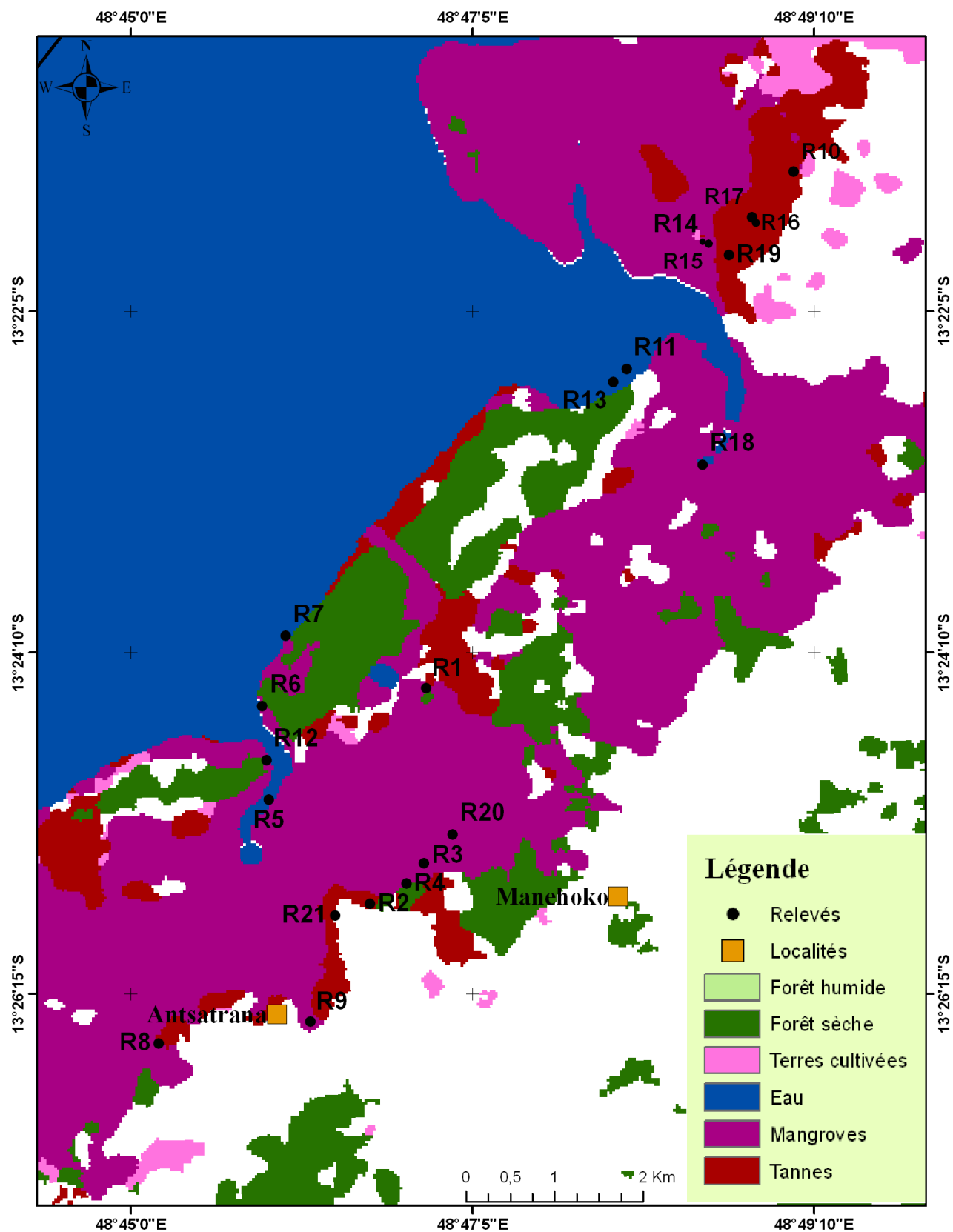
Pour les 2 localités, 6 catégories de mangroves ont été observées (Tableau 11) :

- Mangrove dense ;
- Mangrove dégradée ;
- Mangrove claire ;
- Mangrove rabougrie et
- Mangrove recrue.

Au total 11 relevés ont été effectués à Antsatrana et 12 à Ankazomborona, les différents relevés effectués dans la Baie d'Ambaro sont représentés dans la Carte 4.

**Tableau 11:** Localisation géographique des relevés dans le Baie d'Ambaro

LOCALITES	N° de relevé	Coordonnées géographiques	Catégorie des mangroves
ANTSATRANA	R2	13°25'41.7" S; 048°46'27.6" E	CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)
	R6	13°24'29.5" S; 048°45'48.2" E	CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)
	R3	13°25'26.7" S; 048°46'47.4" E	DEGRADEE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)
	R7	13°24'03.7" S; 048°45'56.7" E	DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)
	R1	13°24'22.8" S; 048°46'48.1" E	DENSE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)
	R5	13°25'03.5" S; 048°45'50.6" E	DENSE (longée chenal)
	R4	13°25'34.2" S; 048°46'40.9" E	RECRUE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)
	R8	13°26'32.9" S; 048°45'10.3" E	RABOUGRIE (côté de la terre ferme)
	R9	13°26'24.9" S; 048°46'05.8" E	RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)
			TANNE HERBACE
		TANNE VIF	
ANKAZOMBORONA	R16	13°21'32.5" S; 048°48'38.9" E	RABOUGRIE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)
	R17	13°21'30.3" S; 048°48'47.4" E	RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> et <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)
	R10	13°21'13.80"S; 48°49'2.63"E	CLAIRE (immergée quotidiennement)
	R12	13°24'49.16"S; 48°45'49.67"E	CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)
	R14	13°21'39.4" S; 048°48'29.3" E	DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)
	R18	13°23'01.1" S; 048°48'25.5" E	DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)
	R20	13°25'16.41"S; 48°46'57.83"E	DENSE (longée chenal)
	R13	13°22'30.8" S; 048°47'56.6" E	RECRUE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)
	R19	13°21'44.2" S; 048°48'38.9" E	TANNE HERBACE
	R11	13°22'26.1" S; 048°48'01.5" E	DENSE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)
	R15	13°21'40.0" S; 048°48'31.5" E	RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)
R20	13°25'45.83"S; 48°46'14.92"E	TANNE VIF	



**Carte 4:** Localisation des relevés effectués dans les mangroves de la baie d'Ambaro (CR de Beramanja).

## A.1. Localité 1 : ANTSATRANA

### I. SENSIBILITE DES MANGROVES

#### I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove

La sensibilité de chaque catégorie est calculée pour chaque facteur susceptible d'avoir des influences sur les espèces qui constituent les différentes catégories, c'est-à-dire :

- Augmentation de la salinité ;
- Inondation prolongée ;
- Exondation prolongée ;
- Ensablement.

#### I.1.1. Abondance spécifique

L'abondance de l'espèce est constituée par le nombre total des individus de l'espèce considérée. Les mangroves d'Antsatrana sont composées essentiellement de *Ceriops tagal*, d'*Avicennia marina* et de *Rhizophora mucronata*, les autres espèces de mangroves (*Lumnitzera racemosa*, *Xylocarpus granatum* et *Heritiera littoralis*) sont présentes dans cette localité mais très rarement. L'abondance spécifique de chaque catégorie étudiée est donnée dans le Tableau 12.

**Tableau 12:** Abondance spécifique des différentes catégories de la mangrove d'Antsatrana

Catégorie de mangrove	Espèce	Abondance spécifique (ind./Ha)	%	Nombre total des individus
DENSE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	<i>Ceriops tagal</i>	44800	100	44800
DENSE (longée chenal)	<i>Avicennia marina</i>	400	1,25	32000
	<i>Ceriops tagal</i>	1200	3,75	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	30400	95	
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	<i>Avicennia marina</i>	9600	100	9600
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	<i>Avicennia marina</i>	12000	100	12000
DEGRADEE <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	<i>Avicennia marina</i>	8000	100	8000
DEGRADEE <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	<i>Ceriops tagal</i>	26800	100	26800
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	<i>Avicennia marina</i>	3200	57	5600
	<i>Ceriops tagal</i>	2400	43	
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	<i>Ceriops tagal</i>	20800	100	20800
RECRUE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	<i>Avicennia marina</i>	46000	100	46000

L'abondance spécifique des espèces dans chaque catégorie dépend du milieu où elles se trouvent (côté de la terre ferme, longée du chenal ou face à la mer).

- Pour *Ceriops tagal*, cette abondance varie de 1200 à 26800 ind. / Ha. Cette espèce ne se rencontre que dans les catégories qui se situent le long des chenaux ou du côté de la terre ferme;
- Pour *Avicennia marina*, l'abondance varie de 400 à 46000 ind. / Ha et on peut la trouver aussi bien dans les catégories qui évoluent face à la mer, côté de la terre ferme ou longée du chenal

- Pour *Rhizophora mucronata*, elle n'existe que dans les catégories non perturbées (mangrove dense) qui longent les chenaux avec une abondance de 30400 ind. / Ha.

### I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur

Elle dépend de la composition et l'abondance de chaque espèce dans les différentes catégories étudiées.

Les résultats de cette évaluation sont donnés dans le Tableau 13.

**Tableau 13:** Sensibilité des différentes catégories par rapport à chaque facteur

Facteurs Catégorie de mangrove	Augmentation de la salinité	Inondation prolongée	Exondation prolongée	Ensablement
DENSE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	2	2	1
DENSE (longée chenal)	1,95	1,04	2	2,9
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	1	2	1
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	1	1	2	1
DEGRADEE <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	1	1	2	1
DEGRADEE <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	1	2	2	1
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	1	1,43	2	1
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	2	2	1
RECRUE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	1	2	1

Toutes les catégories de mangroves d'Antsatrana sont sensibles à une exondation prolongée.

➤ Pour les mangroves à *Ceriops tagal* (dense, dégradée ou rabougriée) qui se situent du côté de la terre ferme ou longée du chenal elles ne sont pas sensibles à l'augmentation de la salinité et de l'ensablement. Seule la fréquence des marées (inondation et exondation prolongée) qui ont des impacts sur ces catégories, c'est à dire elles sont moyennement sensibles à ces deux facteurs.

➤ Pour les mangroves denses, qui se trouvent le long du chenal, constituées essentiellement de *Rhizophora mucronata* (95%), elles sont :

- peu sensibles à l'augmentation de la salinité et de l'inondation prolongée;
- moyennement sensibles à l'exondation prolongée, c'est à dire elles doivent être fréquemment inondées;
- fortement sensibles à l'ensablement.

➤ Pour les mangroves claires, recrutées et dégradées à *Avicennia marina* (côté de la terre ferme ou face à la mer), elles sont peu sensibles à l'augmentation de la salinité, l'inondation prolongée et l'ensablement mais moyennement sensibles à une exondation prolongée.

➤ Pour les mangroves rabougriées qui se trouvent du côté de la terre ferme, elles sont composées de *Ceriops tagal* et *Avicennia marina* avec une abondance respective de 43% et 57%. Ces mangroves sont moyennement sensibles à l'exondation prolongée mais peu sensibles à l'augmentation de la salinité, l'inondation prolongée et l'ensablement.

### I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie

Elle tient compte de l'ensemble des différents facteurs, c'est-à-dire la sensibilité de chaque catégorie par rapport à l'ensemble des facteurs (ci-dessous Tableau 14).

**Tableau 14** : Sensibilité des différentes catégories par rapport à l'ensemble des facteurs

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILITE	
	Indice	Signification
DENSE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1,50	Faible
DENSE (longée du chenal)	1,97	Moyenne
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1,25	Faible
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	1,25	Faible
DEGRADEE <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	1,25	Faible
DEGRADEE <i>Ceriops tagal</i> (longée du chenal)	1,50	Faible
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	1,36	Faible
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1,50	Faible
RECRUE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1,25	Faible

En général, la sensibilité intrinsèque de la mangrove d'Antsatrana varie entre 1,25 et 1,97. Seules les mangroves denses qui longent les chenaux présentent une sensibilité moyenne (1,97), les mangroves claires, dégradées, rabougries et recrues sont peu sensibles aux facteurs cités ci-dessus (l'augmentation de la salinité, l'inondation et l'exondation prolongée et l'ensablement).

## I.2. Santé générale des mangroves

La santé générale des mangroves est appréciée à partir de la structure de la végétation (la hauteur et le degré d'ouverture de la canopée, le biovolume, la biomasse) ainsi que l'indicateur de dégradation de chaque catégorie.

### I.2.1. Structure de la végétation

#### ➤ Structure verticale

Les caractéristiques structurales (nombre de strate, hauteur et degré d'ouverture de la canopée) de chaque catégorie de mangrove étudiée dans la localité d'Antsatrana est donnée dans le Tableau 15.

Concernant le degré d'ouverture, elle varie également en fonction des catégories :

- Pour les mangroves denses, cette ouverture de la canopée est de 5 à 10% (Photo 1a) ;
- Pour les mangroves claires, une ouverture variant de 40 à 60% est observée au niveau de la canopée ;
- Pour les mangroves dégradées, l'ouverture de la canopée varie entre 30 et 70%, les causes de cette ouverture sont : la mort des individus due à l'ensablement qui affecte les mangroves à *Avicennia marina* et les coupes effectuées par la population locale dans les mangroves à *Ceriops tagal* ;
- Pour les mangroves rabougries et les recrues, cette ouverture varie de 5 à 80% (Photo 1b).



**Tableau 15** : Caractéristiques de la structure verticale des différentes catégories de mangrove d'Antsatrana

Catégorie	Nombre de strate	Hauteur	Degré d'ouverture de la canopée	Espèces
DENSE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	2	13m	5%	<i>Ceriops tagal</i>
DENSE (longée chenal)	2	12m	10%	<i>Avicennia marina</i> <i>Ceriops tagal</i> <i>Rhizophora mucronata</i>
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	4m	60%	<i>Avicennia marina</i>
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	2	12m	40%	<i>Avicennia marina</i>
DEGRADEE <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	1	10m	70%	<i>Avicennia marina</i>
DEGRADEE <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	2	6m	30%	<i>Ceriops tagal</i>
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	1	2m	80%	<i>Avicennia marina</i> <i>Ceriops tagal</i>
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	2,5m	5%	<i>Ceriops tagal</i>
RECRUE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	2m	20%	<i>Avicennia marina</i>

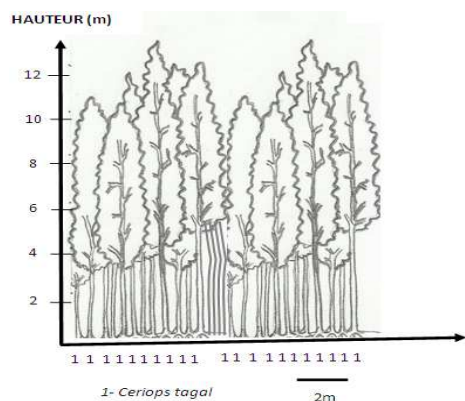
**Remarque** : Les ouvertures observées au niveau des mangroves claires, rabougries et recrue sont naturelles.



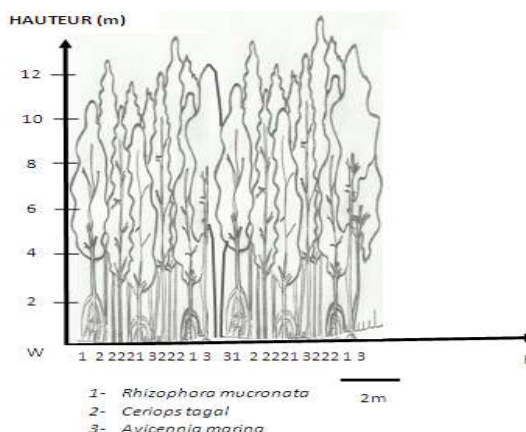
**Photo 1** : Ouverture de la canopée mangrove dense à *Ceriops tagal* (droite) et mangrove rabougrie (gauche)

La hauteur de la canopée varie entre 2 et 13m,

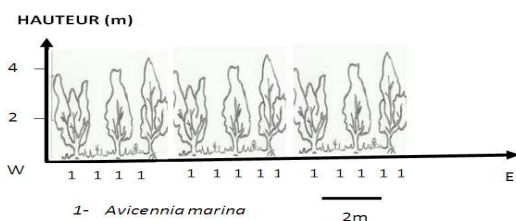
- 4 à 13m pour les mangroves denses, claires et dégradées (Planche 1 : fig a à f) ;
- 2 à 2,5m pour les recrues et les mangroves rabougries (Planche 1 : fig g à i)



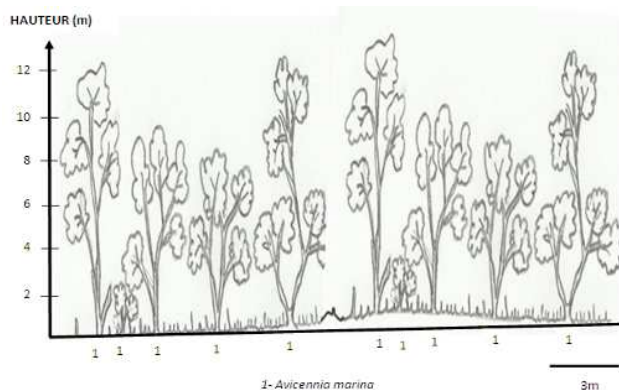
(a): Mangrove dense (côté de la terre ferme)



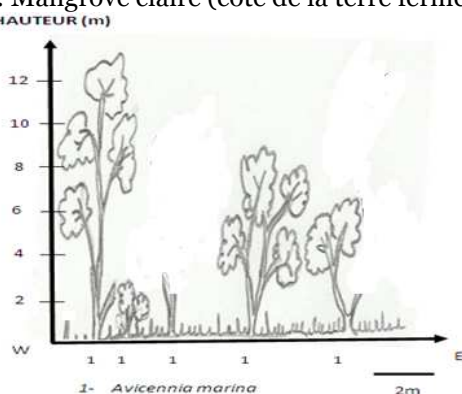
(b): Mangrove dense (longée chenal)



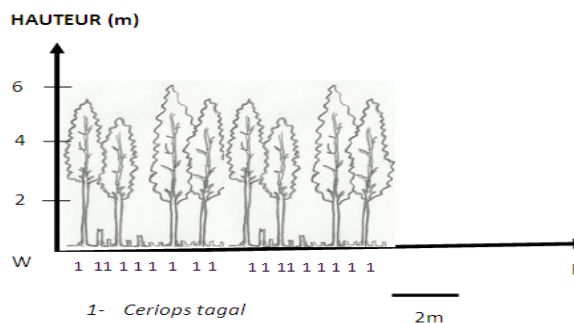
(c): Mangrove claire (côté de la terre ferme)



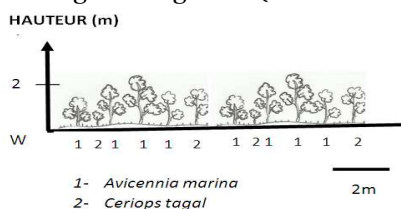
(d): Mangrove claire (face à la mer)



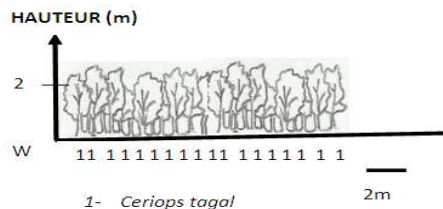
(e): Mangrove dégradée (face à la mer)



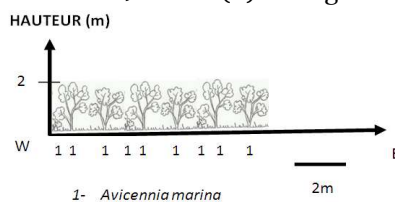
(f): Mangrove dégradée (longée chenal)



(g): Mangrove rabougrie (côté de la terre ferme)



(h): Mangrove rabougrie (côté de la terre ferme)



(i): Mangrove recrée (côté de la terre ferme)

**Planche 1 : Profil schématique des différentes catégories de mangrove d'Antsatrana**

➤ **Structure horizontale et analyse dendrométrique**

Les données concernant la structure horizontale des différentes catégories de mangrove d'Antsatrana sont représentées dans le Tableau 16.

**Tableau 16** : Surface terrière, biovolume et biomasse des différentes catégories de mangrove à Antsatrana

Catégorie	Surface terrière (m <sup>2</sup> /Ha)	Biovolume (m <sup>3</sup> /Ha)	Biomasse (Kg/Ha)
DENSE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	172	172,92	4,237
DENSE (longée chenal)	162,6	308,2	3,447
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	32,5	6,18	0,716
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	121,8	81,07	9,747
DEGRADEE <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	258,9958	137,2	1,793
DEGRADEE <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	135,6	30,6345	0,30
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	28,4	18,72	0,154
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	8,54	54,5	0,543
RECRUE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	29,81	15,8	0,32

La biomasse totale dans les mangroves d'Antsatrana varie de 0,154 à 9,747m<sup>3</sup>/Ha, les mangroves claires à *Avicennia marina* produit la plus grande biomasse. Les mangroves rabougriées qui se situent du côté de la terre ferme possèdent la plus faible biomasse, vu que ces catégories sont constituées par des petits arbres avec de faible diamètre et qui ne dépassent pas 2m de hauteur.

**I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves**

➤ **Mangrove dégradée face à la mer**

Des individus morts sur pieds sont observés dans cette catégorie (Tableau 17). Cette mortalité de palétuviers résulte surtout de l'effet d'ensablement modifiant l'aspect physique de substrat de la mangrove (Photo 2).

**Tableau 17** : Taux de mortalité et de coupe des mangroves à *Avicennia marina*

Espèces	Individus vivants (%)	Souches coupées (%)	Individus morts sur pieds (%)
<i>Avicennia marina</i>	75,00	0,00	25,00



**Photo 2 :** Ensablement et individus morts sur pied dans la mangrove dégradée à *Avicennia marina*

➤ **Mangrove dégradée (longée du chena)**

Aucun individu mort sur pied n'a été observé dans cette catégorie (Tableau 18). Ce dernier a été écrémé avant la mise en place des CLB ou Comité Local de Base (il y a environ 5ans). Actuellement, des traces de coupes y sont encore observées (environ 126 coupes réparties sur une surface de 100m<sup>2</sup>) (Photo 3).

**Tableau 18:** Indicateurs de dégradation de la mangrove d'Antsatrana

Espèces	Individus vivants (%)	Souches coupées (%)	Individus morts sur pieds (%)
<i>Ceriops tagal</i>	76,50	23,50	00,00



**Photo 3:** Trace de coupe dans la mangrove dégradée à *Ceriops tagal*

## II. CAPACITE D'ADAPTATION

### II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove

#### II.1.1. Taux de régénération global

Le taux de régénération global est calculé à partir du nombre des individus régénérés et semenciers qui se trouvent dans chaque catégorie étudiée. Ce taux de régénération dépend des espèces qui constituent chaque catégorie et les conditions dans lesquelles ces espèces évoluent. Les données sur cette régénération sont données dans le Tableau 19.

**Tableau 19** : Taux de régénération global de chaque catégorie de mangrove d'Antsatrana

Catégories	Nombre d'individus Régénérés	Nombre d'individus Semenciers	Taux de Régénération (%)
DENSE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	78	146	53,42
DENSE (longée chenal)	100	60	166,66
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	80	16	500
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	88	32	275
DEGRADEE <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	23	57	40,35
DEGRADEE <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	104	30	1033,33
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	28	28	100
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	120	88	136,36
RECRUE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	130	0	-

Dans les mangroves d'Antsatrana, le taux de régénération naturelle varie de 40,35 et 1033,36. Il est très faible pour les mangroves dégradées à *Avicennia marina* et les mangroves denses à *Ceriops tagal*, soit respectivement 40,35 % et 53,42%, mais ce taux est très élevé pour les mangroves dégradées à *Ceriops tagal* qui longe les chenaux. Pour les recrues, elles sont seulement composées des individus régénérés.

### II.1.2. Capacité d'adaptation

La résilience ou la capacité d'adaptation de chaque catégorie des mangroves dépend des espèces et des conditions dans lesquelles elles se trouvent (durée et hauteur d'immersion, caractéristiques du sol, etc.). Le niveau de cette capacité d'adaptation est présenté dans le Tableau 20.

**Tableau 20** : Niveau de la capacité d'adaptation des différentes catégories de mangrove d'Antsatrana

Catégories	Taux de Régénération (%)	Niveau de la capacité d'adaptation
DENSE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	53,42	Faible
DENSE (longée chenal)	166,66	Moyenne
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	500	Moyenne
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	275	Moyenne
DEGRADEE <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	40,35	Faible
DEGRADEE <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	1033,33	Forte
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	100	Moyenne
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	136,36	Moyenne
RECRUE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	-	-

Les mangroves denses à *Ceriops tagal* et les mangroves dégradée à *Avicennia marina* présentent un faible taux de régénération, soit respectivement de 53,42% et de 40,35%, donc à faible capacité d'adaptation.

- Pour les mangroves denses à *Ceriops tagal*, cette faible taux de régénération peut être du à l'insuffisance de la lumière empêchant le développement des plantules et des jeunes plants malgré les conditions pédologiques favorables (Tableau 21)
- Pour les mangroves dégradées à *Avicennia marina* face à la mer, la présence de l'ensablement dans ce milieu ne permet pas une régénération normale des plantules.
- Pour les mangroves dégradées qui se situent le long des chenaux, elles présentent un taux de régénération très élevé (1033,33%), donc une forte capacité d'adaptation malgré les coupes de bois qui affectent ces catégories. L'éclairci dû aux coupes favorise le développement des individus régénérés de *Ceriops tagal*.

**Tableau 21** : Caractéristiques pédologiques de chaque catégorie étudiée de la mangrove d'Antsatrana

Catégories	Paramètres	pH	Conductivité électrique (µmoh/cm)	Proportion en		
				Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
DENSE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)		6,61	14100	37	36	27
DENSE (longée chenal)		6,69	13000	41	30	29
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)		5,84	12700	53	20	27
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)		6,31	19500	37	26	37
DEGRADEE <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)		6,75	17000	41	28	31
DEGRADEE <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)		6,99	12500	33	18	49
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)		7,45	6100	7	6	87
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)		7,62	7500	25	18	57
RECRUE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)		6,94	13700	37	18	45

### III. VULNERABILITE

La vulnérabilité des catégories de mangroves dans la région d'Antsatrana est représentée dans le Tableau 22.

Les mangroves non vulnérables dans la région sont la mangrove dense longeant le chenal et la mangrove dégradée à *Ceriops tagal*. Les autres mangroves sont vulnérables dont les plus vulnérables sont la mangrove dégradée à *Avicennia marina* (face à la mer) et la mangrove dense à *Ceriops tagal* (côté de la terre ferme).

**Tableau 22:** Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Antsatrana

CATEGORIE DE MANGROVE	Sensibilité	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
DENSE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	3	-2	Vulnérable
DENSE (longée du chenal)	2	2	0	Non vulnérable
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	2	-1	Vulnérable
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	1	2	-1	Vulnérable
DEGRADEE <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	1	3	-2	Vulnérable
DEGRADEE <i>Ceriops tagal</i> (longée du chenal)	1	1	0	Non vulnérable
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	1	2	-1	Vulnérable
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	2	-1	Vulnérable
RECRUE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	-	-	-

## A.2. Localité 2 : ANKAZOMBORONA

### I. SENSIBILITE DES MANGROVES

#### I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove

Comme dans les mangroves d'Antsatrana, la sensibilité de chaque catégorie est calculée pour chaque facteur pour évaluer ensuite la sensibilité des catégories pour l'ensemble de tous les facteurs :

- Augmentation de la salinité ;
- Inondation prolongée ;
- Exondation prolongée ;
- Ensablement.

#### I.1.1. Abondance spécifique

Parmi les 8 espèces de mangroves existantes à Madagascar, 7 ont été rencontrées dans les mangroves d'Ankazomborona :

- *Sonneratia alba* ;
- *Avicennia marina* ;
- *Ceriops tagal* ;
- *Bruguiera gymnorrhiza* ;
- *Xylocarpus granatum* ;
- *Rhizophora mucronata* ;
- *Lumnitzera racemosa*.

L'abondance de ces espèces dans chaque catégorie détermine la sensibilité intrinsèque de la catégorie étudiée. L'abondance spécifique de chaque catégorie est présentée dans le Tableau 23.

**Tableau 23** : Abondance spécifique des différentes catégories de la mangrove d'Ankazomborona

Catégorie de mangrove	Espèce	Abondance spécifique (ind./Ha)	%	Nombre total des individus
DENSE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)	<i>Sonneratia alba</i>	9600	100	9600
DENSE (longée chenal)	<i>Avicennia marina</i>	21000	92	22800
	<i>Sonneratia alba</i>	1800	8	
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	<i>Avicennia marina</i>	4800	100	4800
CLAIRE (immergée quotidiennement)	<i>Avicennia marina</i>	1600	25	6400
	<i>Ceriops tagal</i>	3600	57	
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	600	9	
	<i>Xylocarpus granatum</i>	600	9	
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	<i>Ceriops tagal</i>	4300	100	4300
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	<i>Rhizophora mucronata</i>	400	2	18000
	<i>Ceriops tagal</i>	17600	98	
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	<i>Ceriops tagal</i>	4400	100	4400
RABOUGRIE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	<i>Avicennia marina</i>	15200	100	15200
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	<i>Avicennia marina</i>	2000	29	6800
	<i>Ceriops tagal</i>	3200	47	
	<i>Lumnitzera racemosa</i>	800	12	
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	400	6	
	<i>Xylocarpus granatum</i>	400	6	
RECRUE (face à la mer)	<i>Sonneratia alba</i>	8400	100	8400

*Sonneratia alba* domine le long des côtes basses qui sont immergées quotidiennement presque pour toute la journée à une hauteur qui peut aller jusqu'à 2m (Photo 4a). L'abondance de cette espèce varie de 8400 à 9600 ind./Ha. Les côtes qui se trouvent à une altitude plus élevée sont peuplées par des *Avicennia marina* avec une abondance de 4800ind./Ha (Photo 4b).



**Photo 4** : Mangroves face à la mer à *Sonneratia alba* (a : droite) et à *Avicennia marina* (b : gauche)



### I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur

Dans cette partie, la sensibilité de chaque catégorie pour chaque facteur est évaluée. Cette sensibilité est fonction des espèces qui composent les différentes catégories. Cette valeur de sensibilité est donnée dans le Tableau 24.

**Tableau 24** : Sensibilité des différentes catégories des mangroves d'Ankazomborona par rapport à chaque facteur

Facteurs Catégorie de mangrove	Augmentation de la salinité	Inondation prolongée	Exondation prolongée	Ensablement
DENSE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)	1	1	3	2
DENSE (longée chenal)	1	1	2,08	1,08
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	1	1	2	1
CLAIRE (immergée quotidiennement)	1,28	1,75	1,91	1,38
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	2	2	1
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	1,02	1,98	2	1,04
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	2	2	1
RABOUGRIE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	1	2	1
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	1,29	1,71	1,82	1,35
RECRUE (face à la mer)	1	1	3	2

Toutes les catégories de mangroves d'Ankazomborona sont sensibles à une exondation prolongée :

- Les mangroves à *Sonneratia alba* (dense et recrue) qui se situent le long de la côte sont très sensibles à une exondation prolongée mais elles présentent une sensibilité moyenne par rapport à l'ensablement. Pour se développer, ces espèces ont besoin d'être inondées presque toute la journée ;
- Pour les autres catégories, elles sont moyennement sensibles à une exondation prolongée, pour se développer, elles ont besoins d'une inondation fréquente.

Pour les mangroves à *Ceriops tagal* (dégradée ou rabougrie), elles ont une sensibilité moyenne par rapport à une inondation prolongée.

### I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie

Par rapport à l'ensemble de tous les facteurs, les mangroves d'Ankazomborona présentent une faible valeur de sensibilité (1,25 à 1,75) (Tableau 25).

**Tableau 25** : Sensibilité des différentes catégories par rapport à l'ensemble des facteurs

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILITE	
	Indice	Signification
DENSE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)	1,75	Faible
DENSE (longée chenal)	1,29	Faible
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	1,25	Faible
CLAIRE (immergée quotidiennement)	1,58	Faible
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1,50	Faible
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	1,51	Faible
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1,50	Faible
RABOUGRIE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1,25	Faible
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	1,54	Faible
RECRUE (face à la mer)	1,75	Faible

## I.2. Santé générale des mangroves

Comme dans les mangroves d'Antsatrana, la santé générale des mangroves d'Ankazomborona est évaluée à partir de leur structure et de l'indice de dégradation dans les différentes catégories.

### I.2.1. Structure de la végétation

#### ➤ Structure verticale

Cette structure verticale est caractérisée par la hauteur et le degré d'ouverture de la canopée. Ces caractéristiques sont présentées dans le Tableau 26.

Concernant la hauteur de la canopée, elle varie de 0,5 à 11m (Planche 2), mais en général la hauteur moyenne de la mangrove dans cette localité est de 4,5 à 6m sauf pour les mangroves rabougries qui ne dépassent pas 3m de hauteur.

Pour le degré d'ouverture de la canopée, il varie de 10 à 70% (Photo 5) :

- Dans les mangroves denses, cette ouverture est de 5 à 10%, c'est-à-dire ces catégories présentent encore un aspect intact, donc peu perturbées ;
- Pour les mangroves claires, le degré d'ouverture des canopées est de 40 à 60%, mais il faut noter que ce sont des ouvertures naturelles (Planche 2c et d) ;

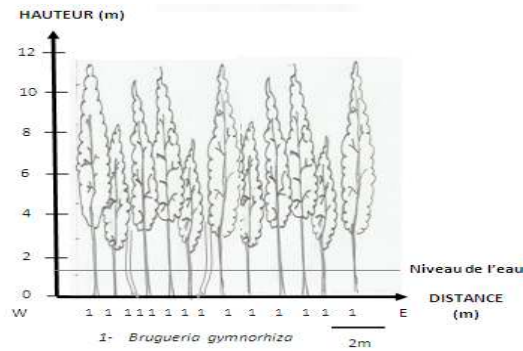


**Photo 5** : Degré d'ouverture dans les mangroves d'Ankazomborona

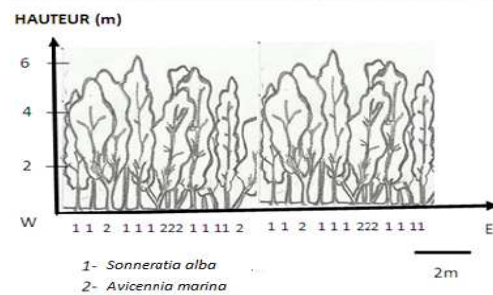
Une ouverture de 20 à 30% est observée au niveau des mangroves dégradées, cette ouverture est due à des coupes de bois de *Ceriops tagal* effectuées par les communautés locales pour la construction.

**Tableau 26** : Caractéristiques de la structure verticale des différentes catégories de mangroves d'Ankazonborona

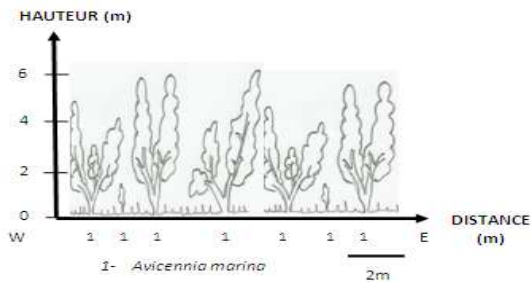
Catégorie	Nombre de strate	Hauteur	Degré d'ouverture de la canopée	Espèces
DENSE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)	2	11m	10%	<i>Sonneratia alba</i>
DENSE (longée chenal)	1	4 à 5m	5%	<i>Avicennia marina</i> <i>Sonneratia alba</i>
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	2	6m	40%	<i>Avicennia marina</i>
CLAIRE (immergée quotidiennement)	1	4,5m	60%	<i>Avicennia marina</i> <i>Ceriops tagal</i> <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> <i>Xylocarpus granatum</i>
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	3,5 à 4m	30%	<i>Ceriops tagal</i>
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	2	4,5m	20%	<i>Rhizophora mucronata</i> <i>Ceriops tagal</i>
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	2m	10%	<i>Ceriops tagal</i>
RABOUGRIE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	0,5m	70%	<i>Avicennia marina</i>
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	1	3m	40%	<i>Avicennia marina</i> <i>Ceriops tagal</i> <i>Lumnitzera racemosa</i> <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> <i>Xylocarpus granatum</i>
RECRUE (face à la mer)	1	4m	10%	<i>Sonneratia alba</i>



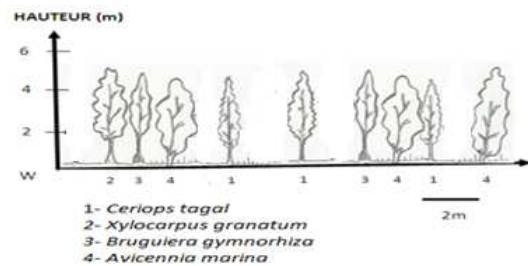
(a): Mangrove dense (face à la mer)



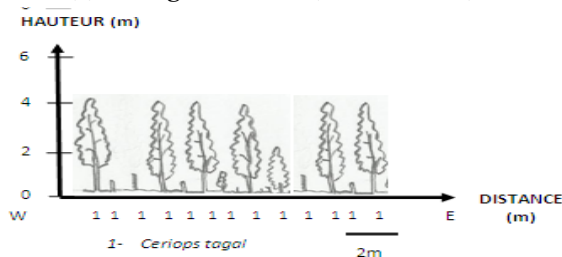
(b): Mangrove dense (longée chenal)



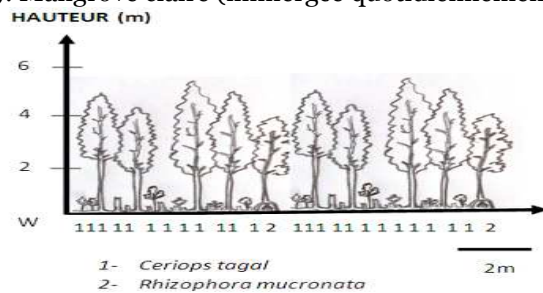
(c): Mangrove claire (face à la mer)



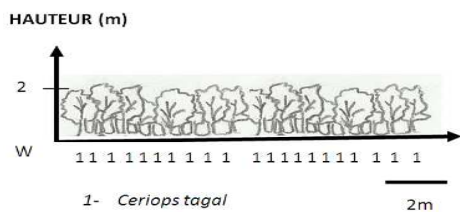
(d): Mangrove claire (immergée quotidiennement)



(e): Mangrove dégradée (côté de la terre ferme)



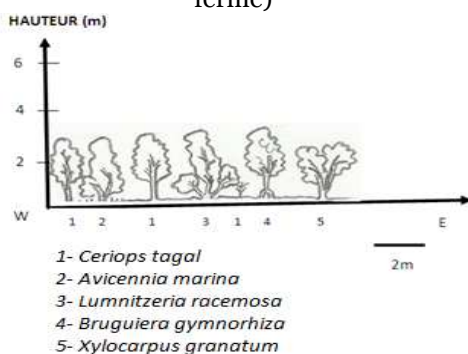
(f): Mangrove dégradée (longée chenal)



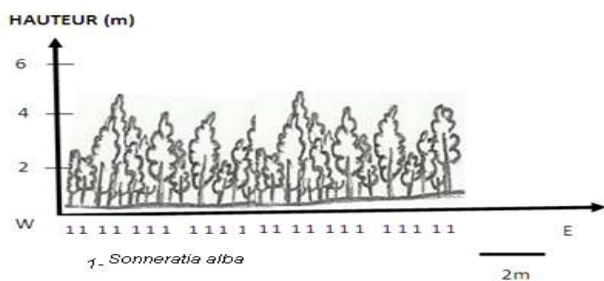
(g): Mangrove rabougrie (côté de la terre ferme)



(h): Mangrove rabougrie (côté de la terre ferme)



(i): Mangrove rabougrie (côté de la terre ferme)



(j): Mangrove recrue (face à la mer)

**Planche 2 : Profil schématique des différentes catégories de mangrove d'Ankazomborona**

➤ **Structure horizontale et analyse dendrométrique**

La structure horizontale est caractérisée par la surface terrière, le biovolume et la biomasse (Tableau 27).

**Tableau 27 :** Surface terrière, biovolume et biomasse des différentes catégories des mangroves d'Ankazomborona

Catégorie	Surface terrière (m <sup>2</sup> /Ha)	Biovolume (m <sup>3</sup> /Ha)	Biomasse (Kg/Ha)
DENSE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)	286,2	286,3	14,865
DENSE (longée chenal)	107,4	25,29	2,734
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	142,9	37,81	0,621
CLAIRE (immergée quotidiennement)	29,93	129,1	0,0034
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	16,6	3,41	0,29
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	19,25	17,9	0,36
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	39,4	2,09	0,355
RABOUGRIE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	7,9	0	0,027
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	41,44	1,19	0,35
RECRUE (face à la mer)	0,176	0	1,921

Pour la biomasse, la valeur varie de 0,27 à 14,865m<sup>3</sup>/Ha. Les mangroves denses à *Sonneratia alba* sont caractérisées par une biomasse assez élevée à cause de la hauteur et du diamètre des individus qui les constituent. La plus faible valeur de biomasse est observée au niveau des mangroves rabougries à *Avicennia marina*, ces derniers sont constitués par des individus de très faible hauteur (0,5m) et diamètre.

**I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves**

➤ **Mangrove dégradée (côté de la terre ferme)**

Cette catégorie de mangrove se situe près du village, ce qui implique le nombre élevé de pieds coupés (45 pieds/100m<sup>2</sup>) (Tableau 28) (Photo 6).

**Tableau 28:** Indicateurs de dégradation de la mangrove dégradée (marée d'équinoxe)

Espèces	Individus vivants (%)	Souche coupée (%)	Individus Morts sur pieds (%)
<i>Ceriops tagal</i>	40,50	50,50	00,00



**Photo 6:** Trace de coupe dans la mangrove à *Ceriops tagal* à Ankazomborona

➤ **Mangrove dégradée (longée du chenal)**

Comme cette catégorie de mangrove se situe le long du chenal, il est plus facile pour la population locale d'y accéder pour prendre les bois qu'ils vont utiliser. Environ 68 individus/100m<sup>2</sup> sont coupés, soit 38,63% des individus total (Tableau 29) (Photo 7). Ce sont surtout des individus mature de *Ceriops tagal* sont coupés.

**Tableau 29 :** Indicateurs de dégradation de la mangrove dégradée (longée chenal)

Espèces	Individus vivants (%)	Souche coupé (%)	Individus morts sur pied (%)
<i>Ceriops tagal</i>	61,37	38,63	00,00



**Photo 7:** Trace de coupe dans la mangrove

## II. CAPACITE D'ADAPTATION

### II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove

#### II.1.1. Taux de régénération global

Le taux de régénération est en fonction du nombre des individus régénérés et matures qui constituent chaque catégorie. Les données sur la régénération dans les différentes catégories de mangroves d'Ankazomborona sont données dans le Tableau 30.

**Tableau 30:** Taux de régénération global de chaque catégorie de mangrove d'Ankazomborona

Catégories	Nombre d'individus Régénérés	Nombre d'individus Semenciers	Taux de Régénération (%)
DENSE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)	8	40	20
DENSE (longée chenal)	84	60	140
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	12	36	33,33
CLAIRE (immergée quotidiennement)	16	40	40
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	29	4	725
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	164	16	1025
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	0	44	0
RABOUGRIE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	149	3	5066,66
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	20	50	40
RECRUE (face à la mer)	21	0	-

Le taux de régénération la plus faible est observé au niveau des mangroves rabougries à *Ceriops tagal* soit de 0%, c'est-à-dire qu'aucun individus régénérés (plantules ou jeunes plants) n'ont été recensés dans cette catégorie. Ce taux de régénération est très élevé au niveau des mangroves rabougries à *Avicennia marina* (5066,66%) et des mangroves dégradées à *Ceriops tagal* (1025%). Comme dans les mangroves d'Antsatrana, les recrues ici sont constituées seulement par des individus non matures.

### II.1.2. Capacité d'adaptation

Cette capacité d'adaptation dépend des espèces qui composent les différentes catégories et les conditions du milieu. (Tableau 31)

Le niveau de capacité d'adaptation est faible au niveau des 5 catégories de mangroves étudiées à Ankazomborona, cette faible capacité d'adaptation peut être due à plusieurs raisons selon les catégories :

- Pour les mangroves denses à *Sonneratia alba* qui se situent le long des côtes et les mangroves claires qui sont immergées quotidiennement, l'immersion presque toute la journée de ces catégories empêche le développement des plantules ;
- L'ouverture au niveau de la canopée (10%) des mangroves rabougries à *Ceriops tagal*, indique qu'il y a très peu de lumière pour les individus régénérés pour se développer même si les conditions pédologiques sont favorables : conductivité électrique pas trop élevée (11500µmoh/cm), pourcentage en argile élevé (45%);
- Pour les mangroves dégradées à *Ceriops tagal*, elles possèdent une forte capacité d'adaptation malgré les coupes de bois qui affectent ces catégories. Ces coupes favorisent le développement des plantules dans ces catégories. (Tableau 32)

**Tableau 31** : Niveau de la capacité d'adaptation des différentes catégories de mangrove d'Ankazomborona

Catégories	Taux de Régénération (%)	Niveau de la capacité d'adaptation
DENSE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)	20	Faible
DENSE (longée chenal)	140	Moyen
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	33,33	Faible
CLAIRE (immergée quotidiennement)	40	Faible
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	725	Moyen
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	1025	Fort
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	0	Faible
RABOUGRIE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	5066,66	Fort
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	40	Faible
RECRUE (face à la mer)	-	-

**Tableau 32:** Caractéristiques pédologiques de chaque catégorie étudiée de la mangrove d'Ankazomborona

Catégories	Paramètres	pH	Conductivité électrique ( $\mu\text{moh/cm}$ )	Proportion en		
				Argile (%)	Limons (%)	Sable (%)
DENSE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)		-	-	-	-	-
DENSE (longée chenal)		6,65	12500	45	30	25
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)		7,23	15200	51	24	32
CLAIRE (immergée quotidiennement)		7,29	17250	39	30	31
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)		6,41	11600	43	26	31
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)		6,65	10800	39	32	29
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)		7,06	11500	45	28	27
RABOUGRIE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)		6,78	10750	39	34	27
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)		7,45	6100	7	6	87
RECRUE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)		-	-	-	-	-



(NB: pour les mangroves denses et recrues à *Sonneratia alba*, aucun échantillon de sol n'a été collecté car elles sont immergées quotidiennement jusqu'à 1 à 1,5m par l'eau de mer)

### III. VULNERABILITE

Le tableau représente l'intensité de vulnérabilité des mangroves d'Ankazomborona . (Tableau 33)

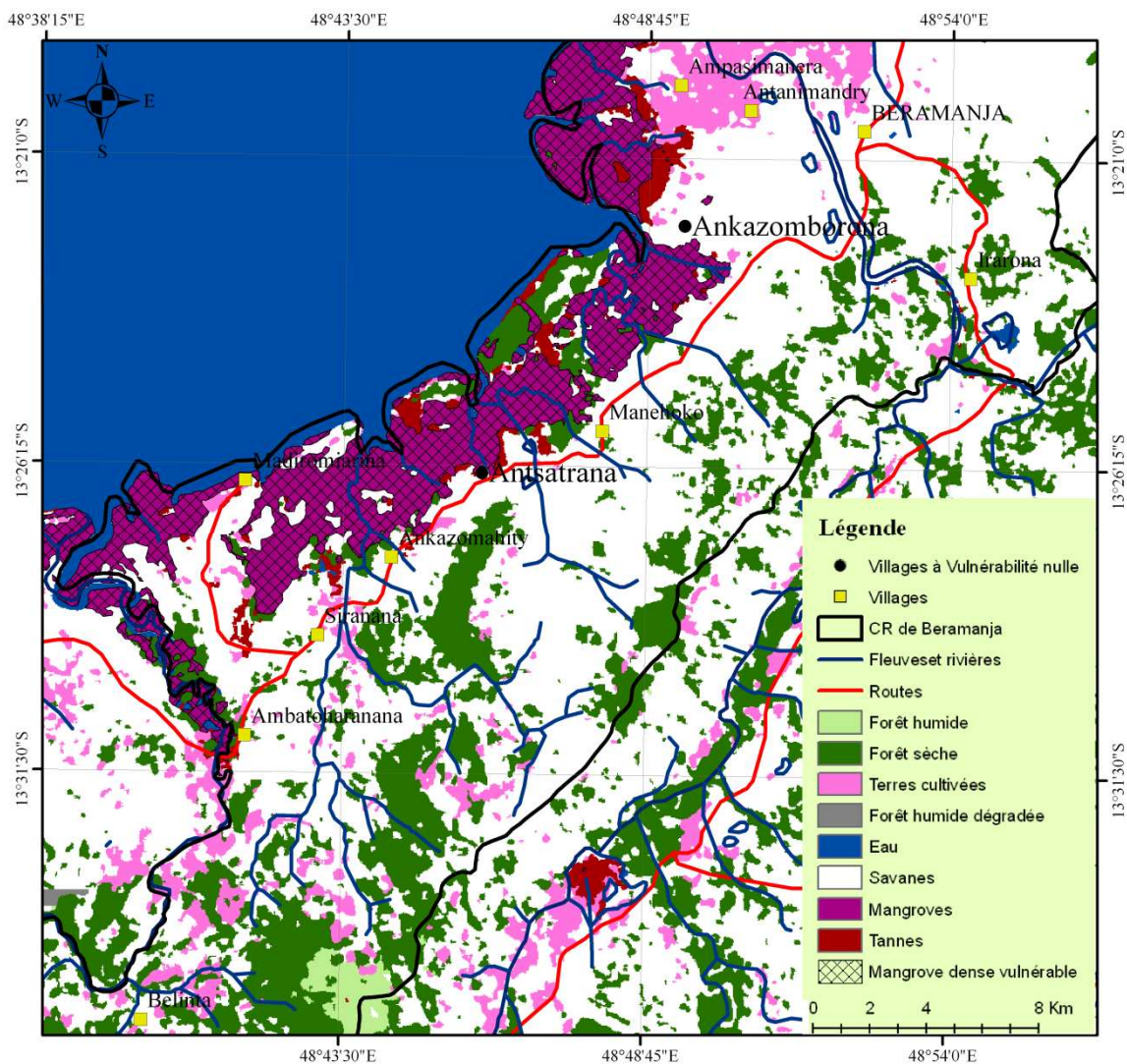
**Tableau 33:** Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Ankazoborona

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILTE	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
DENSE à <i>Sonneratia alba</i> (face à la mer)	1	3	-2	Vulnérable
DENSE (longée chenal)	1	2	-1	Vulnérable
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i> (face à la mer)	1	3	-2	Vulnérable
CLAIRE (immergée quotidiennement)	1	3	-2	Vulnérable
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	2	-1	Vulnérable
DEGRADEE à <i>Ceriops tagal</i> (longée chenal)	1	1	0	Non vulnérable
RABOUGRIE à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	3	-2	Vulnérable
RABOUGRIE à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	1	0	Non vulnérable
RABOUGRIE (côté de la terre ferme)	1	3	-2	Vulnérable
RECRUE (face à la mer)	1	-	-	-

Sur dix (10) catégories de mangroves, une n'est pas vulnérable (mangrove dégradée à *Ceriops tagal*. Cinq (5) sont les plus vulnérables. Ce sont : la mangrove dense à *Sonneratia alba* (face à la mer), la mangrove claire à *Avicennia marina* (face à la mer), la mangrove claire (immergée quotidiennement), la mangrove rabougrie à *Ceriops tagal* (côté de la terre ferme) et la mangrove rabougrie (côté de la terre ferme).

#### A.3. Cartographie des indicateurs

La Carte 5 donne une illustration sur la vulnérabilité des mangroves de la CR de Beramanja. Elle ne laisse apparaître que celle qui concerne les mangroves denses. Seul, la vulnérabilité des mangroves est montrée dans la carte 5. Les différentes catégories ne sont pas encore discernées du point de vue spatial. Ainsi, la cartographie de la sensibilité et de la capacité d'adaptation n'est pas disponible.



**Carte 5 : Vulnérabilités des mangroves de la Baie d'Ambaro (CR de Beramanja).**

## B. MASOARIVO

Trois (3) sites ont été choisis : Amboanio vaovao, Benjavilo, Mozambika pour la biologie et écologie de la mangrove de Masoarivo.

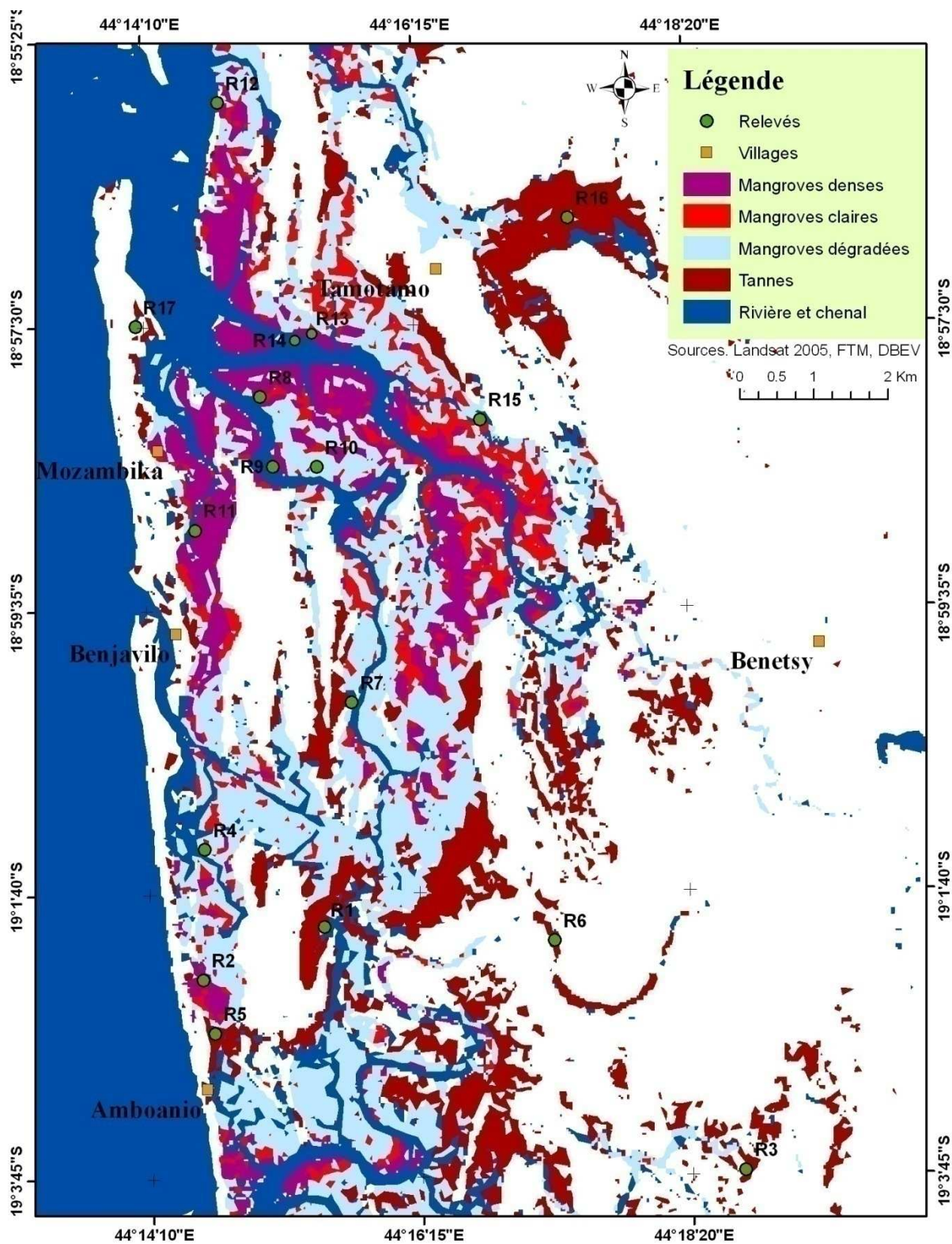
Pour les 3 localités, 6 catégories de mangroves ont été observées :

- Mangrove dense ;
- Mangrove dégradée ;
- Mangrove claire ;
- Mangrove rabougrie ;
- Mangrove recrue ;
- Tanne.

Sur l'ensemble des localités, dix sept (17) relevés ont été réalisés. Le Tableau 34 montre les différents relevés et les catégories respectives selon les localités. Les relevés sont présentés dans la Carte 6.

**Tableau 34** : Localisation géographique des relevés

LOCALITES	RELEVES	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES	CATEGORIES
AMBOANIO	R1	19° 1'54.45"S ; 44°15'30.67"E	MANGROVE CLAIRE (longée du chenal)
	R2	19° 1'37,00"S ; 44°15'41,50"E	MANGROVE RABOUGRIE (Intérieur de mangrove)
	R3	19° 3'43.27"S ; 44°18'44.62"E	TANNE VIF
	R4	19° 1'19.97"S ; 44°14'35.80"E	MANGROVE DENSE (longée du chenal)
	R5	19° 2'40.90"S ; 44°14'39.50"E	MANGROVE RECRUE (Intérieur de mangrove)
	R6	19° 2'1.46"S ; 44°17'17.19"E	MANGROVE DEGRADEE (chenal bouché)
BENJAVILO	R7	19° 0'15.91"S ; 44°15'44.57"E	MANGROVE CLAIRE (côté de la terre ferme)
	R8	18°58'1.11"S ; 44°15'3.88"E	MANGROVE RABOUGRIE (longée du chenal)
	R9	18°58'31.82"S ; 44°15'9.52"E	MANGROVE RECRUE (longée du chenal)
	R10	18°58'32.15"S ; 44°15'29.83"E	MANGROVE DEGRADEE (Intérieur mangrove)
	R11	18°58'59.54"S ; 44°14'33.07"E	MANGROVE DENSE
MOZAMBIKA	R12	18°55'51.50"S ; 44°14'45.80"E	MANGROVE DEGRADEE (face à la mer)
	R13	18°57'36.70"S ; 44°14'54.69"E	MANGROVE DENSE (face chenal)
	R14	18°57'37.70"S ; 44°15'16.70"E	MANGROVE RECRUE (longée du chenal)
	R15	18°58'12.10"S ; 44°16'45.50"E	MANGROVE CLAIRE (côté de la terre ferme)
	R16	18°56'43.64"S ; 44°17'27.06"E	TANNE VIF
	R17	18°56'42.80"S ; 44°17'5.01"E	MANGROVE RABOUGRIE (côté de la terre ferme)



Carte 6: Localisation des relevés effectués dans les mangroves de Masoarivo.

## B.1. Localité 1 : Amboanio

### I. SENSIBILITE DES MANGROVES

#### I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove

##### I.1.1. Abondance spécifique

L'abondance spécifique de chaque catégorie étudiée à Amboanio est donnée dans le Tableau 35. 5 espèces ont été recensées dans les mangroves d'Amboanio, dont :

- *Avicennia marina* ;
- *Ceriops tagal* ;
- *Rhizophora mucronata* ;
- *Bruguiera gymnorrhiza* ;
- *Lumnitzera racemosa*.

**Tableau 35:** Abondance spécifique des différentes catégories de la mangrove d'Amboanio

Catégorie de mangrove	Espèce	Abondance spécifique (ind./Ha)	%	Nombre total des individus
Claire (longée du chenal)	<i>Avicennia marina</i>	2960	53,62	5520
	<i>Ceriops tagal</i>	2120	38,41	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	440	7,97	
Dégradée (chenal bouché)	<i>Avicennia marina</i>	4560	100	4560
Dense (longée du chenal)	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	480	10,91	4080
	<i>Ceriops tagal</i>	360	8,18	
	<i>Lumnitzera racemosa</i>	280	6,36	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	2960	74,55	
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (intérieur de mangrove)	<i>Avicennia marina</i>	1360	100	1360
Recrue (intérieur de mangrove)	<i>Avicennia marina</i>	16120	97	16640
	<i>Ceriops tagal</i>	520	3	

La plupart des catégories de mangroves à Amboanio est dominé par *Avicennia marina* cas de la mangrove claire, rabougrie, recrue et dégradée. Chaque catégorie est constituée uniquement par *Avicennia* et/ou associée à d'autres espèces comme *Ceriops tagal* et *Rhizophora mucronata*. Alors, on en déduit qu'*Avicennia marina* est l'espèce sensible dans ces catégories.

Seule la mangrove dense est dominée par *Rhizophora mucronata* où elle est accompagnée de *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal* et *Lumnitzera racemosa*. Dans ce cas, *Rhizophora* est l'espèce sensible dans cette catégorie de mangrove.

##### I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur

La sensibilité des différentes catégories de mangrove d'Amboanio par rapport à chaque facteur est donnée dans le Tableau 36.

**Tableau 36 :** Sensibilité des différentes catégories de mangrove d'Amboanio par rapport à chaque facteur

<b>Facteurs</b> <b>Catégorie de mangrove</b>	<b>Augmentation de la salinité</b>	<b>Inondation prolongée</b>	<b>Exondation prolongée</b>	<b>Ensablement</b>
Claire (longée du chenal)	1,08	1,08	2	1,16
Dégradée à <i>Avicennia marina</i> (chenal bouché)	1	1	2	1
Dense (longée du chenal)	1,91	1,27	1,81	2,75
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (intérieur de mangrove)	1	1	1	1
Recrue (intérieur de mangrove)	1	1,03	2	1

Vis-à-vis des facteurs considérés,

- la mangrove dense a une sensibilité moyenne à une augmentation de la salinité (1,91), à l'exondation prolongée (1,81) mais fortement sensible à l'ensablement (2,75) ;
- les mangroves dégradées, claires et recrues sont moyennement sensibles à l'exondation prolongée (1,81 à 2) mais peu sensible aux autres facteurs ;
- la mangrove rabougrie présente une sensibilité faible (1) pour tous les facteurs.

### I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie

La plupart des catégories de mangroves à Amboanio ont en général une sensibilité faible. (Tableau 37)

**Tableau 37 :** Sensibilité des différentes catégories de mangrove d'Amboanio par rapport à l'ensemble des facteurs

<b>CATEGORIE</b>	<b>SENSIBILITE</b>	
	<b>Indice</b>	<b>Signification</b>
Claire (longée du chenal)	1,70	Faible
Dégradée à <i>Avicennia marina</i> (chenal bouché)	1,50	Faible
Dense (longée du chenal)	2,55	Moyenne
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (intérieur de mangrove)	1	Faible
Recrue (intérieur de mangrove)	1,52	Faible

Cette sensibilité est moyenne pour la mangrove dense. Les mangroves à dominance d'*Avicennia marina* (Claire, rabougrie, recrue, dégradée) ont une faible sensibilité vis-à-vis de tous les facteurs. Or, cette espèce est une espèce ubiquiste et tolérante à toute modification de condition écologique.

## I.2. Santé générale des mangroves

### I.2.1. Structure de la végétation

#### ➤ Structure verticale

La mangrove d'Amboanio est stratifiée mais le nombre et la hauteur varient d'une catégorie à l'autre. (Tableau 38)

**Tableau 38** : Caractéristique de la structure verticale des différentes catégories de mangrove d'Amboanio

Catégorie	Nombre de strate	Hauteur (m)	Degré d'ouverture de la canopée	Espèces
Claire (longée du chenal)	3	8	40%	<i>Avicennia marina</i> <i>Ceriops tagal</i> <i>Rhizophora mucronata</i>
Dégradée à <i>Avicennia marina</i> (chenal bouché)	3	8	70%	<i>Avicennia marina</i>
Dense (longée du chenal)	3	8	20%	<i>Bruguiera gymnorhiza</i> <i>Ceriops tagal</i> <i>Lumnitzera racemosa</i> <i>Rhizophora mucronata</i>
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (intérieur de mangrove)	2	2	60%	<i>Avicennia marina</i>
Recrue (intérieur de mangrove)	2	4	30%	<i>Avicennia marina</i> <i>Ceriops tagal</i>

Le mode de stratification est le même pour les trois catégories de mangroves : dense, claire et dégradée à Amboanio, mais la différence s'observe au niveau du degré d'ouverture de la canopée, la mangrove dégradée est la plus ouverte 70% à cause de la mortalité et de la coupe des palétuviers. Chaque catégorie est formée par 3 strates dont la hauteur de voute forestière est de 8m (Planche 3 a, c et e). Dans ces catégories de mangrove, la strate supérieure est presque dominée par *Rhizophora mucronata* et/ou *Avicennia marina*.

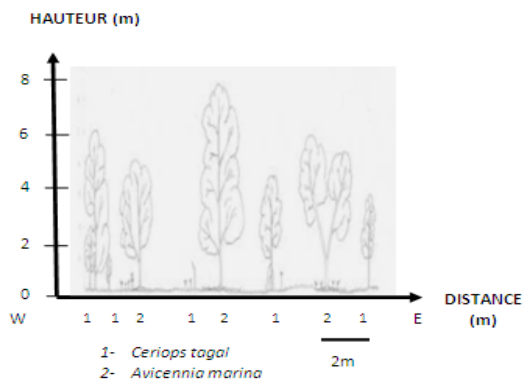
Alors que, la mangrove rabougrie et la mangrove recrue ont la même physionomie, constituée par deux strates et une voute variant de 2 à 4m de hauteur (Planche 3 b et d). Ce dernière a une dégrée d'ouverture de la canopée assez élevé suite à des nombreux plantules. Dans ces deux catégories, il n'y a que deux espèces qui forment cette mangrove : *Avicennia marina* associées avec quelques pieds dispersés de *Ceriops tagal*.

#### ➤ Structure horizontale et analyse dendrométrique

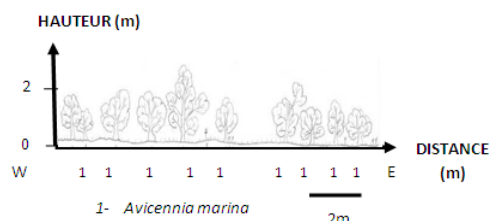
La structure horizontale est caractérisée par la surface terrière, le biovolume et la biomasse (Tableau 39).

**Tableau 39** : Surface terrière, biovolume et biomasse des mangroves d'Amboanio

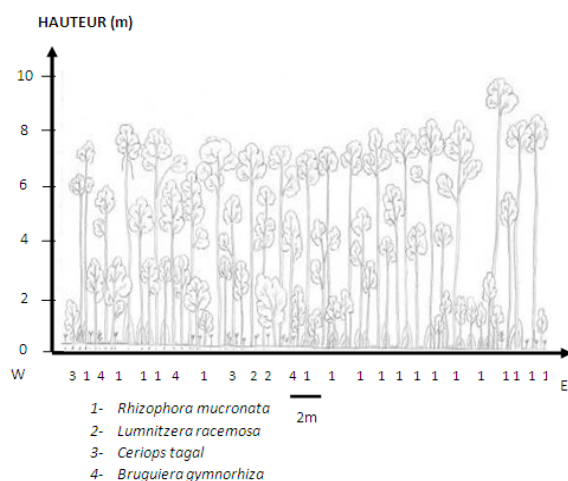
Catégorie	Surface terrière (m <sup>2</sup> /Ha)	Biovolume (m <sup>3</sup> /Ha)	Biomasse (Kg/Ha)
Claire (longée du chenal)	59,2	5,2	0,36
Dégradée à <i>Avicennia marina</i> (chenal bouché)	35,6	9,6	0,6
Dense (longée du chenal)	19,2	60,4	4,47
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (intérieur de mangrove)	0	0	0,32
Recrue (intérieur de mangrove)	0	0	0,014



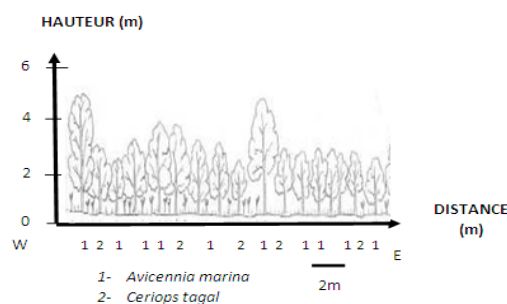
(a) Mangrove claire



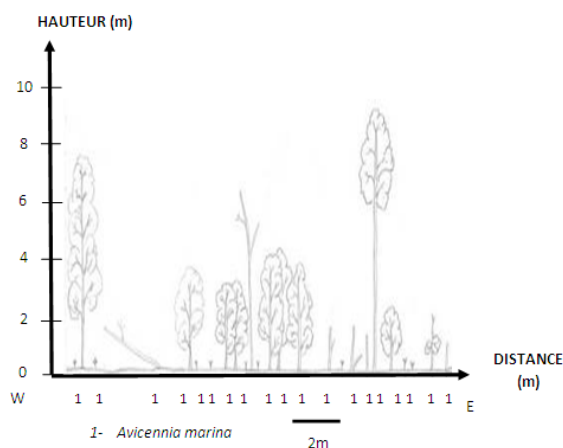
(b) Mangrove rabougrie



(c) Mangrove dense



(d) Mangrove recrue



(e) Mangrove dégradée

**Planche 3:** Profil schématique des différentes catégories de mangrove d'Amboanio

La mangrove dense présente une valeur élevée en biovolume (60,4 m<sup>3</sup>/Ha) et une surface terrière assez faible (19,2m<sup>2</sup>/Ha) car elle possède de forte densité des arbres à hauteur élevée mais à petit diamètre. Tandis que la surface terrière élevée (59,2m<sup>2</sup>/ha) et le



biovolume (5,2m<sup>3</sup>/Ha) très faible sont rencontrés dans la mangrove rabougrie à cause du nombre élevé des arbres à gros diamètre mais de hauteur réduite.

La biomasse en bois la plus élevée est aperçue dans la mangrove dense à cause de la forte densité des palétuviers et l'abondance des individus de grande taille. Par contre la faible biomasse dans les autres catégories est expliquée par la faible densité et la taille réduite des palétuviers.

### I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves

Les individus morts sur pieds sont très fréquents dans cette formation (Photo 8), de l'ordre de 1,77% (Tableau 40). Cette mortalité résulte surtout du vieillissement des individus, mais aussi du changement des conditions édaphiques. Effectivement, la partie interne de cette mangrove est toujours immergée même en marée basse et malgré l'apport en eau douce du fleuve, l'eau reste salée. Ce phénomène est attribué à la difficulté d'évacuation d'eau de mer dû à l'obstruction de la plupart de petits chenaux dans différents endroits de mangrove par l'effet d'ensablement. Suite à des fortes pluies, les sédiments en amont sont charriés par les courants du fleuve Manambolomaty pour être déposés au niveau de front de mangrove puis par la suite progressivement au niveau des chenaux. Or, *Avicennia marina* est une espèce halotolérante et en effet très sensible à une immersion prolongée même temporaire en eau de mer.

**Tableau 40 :** Indicateurs de dégradation de la mangrove d'Amboanio

Espèces	Individus vivants(%)	Souches coupées (%)	Individus morts sur pieds (%)	TOTAL
<i>Avicennia marina</i>	79,64	18,59	1,77	100.00%



**Photo 8:** Mangrove dégradée d'Amboanio vaovao

## II. CAPACITE D'ADAPTATION

### II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove

#### II.1.1. Taux de régénération global

A chaque catégorie de mangrove à Amboanio, l'effectif total des individus régénérés et des individus semenciers a été compté pour estimer le taux de régénération naturelle. (Tableau 41)

**Tableau 41 :** Taux de régénération global de chaque catégorie de mangrove d'Amboanio

Catégories	Nombre d'individus Régénérés	Nombre d'individus Semenciers	Taux de Régénération (%)
Claire (longée du chenal)	87	34	255,88
Dégradée à <i>Avicennia marina</i> (chenal bouché)	62	16	387,5
Dense (longée du chenal)	72	16	480
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (intérieur de mangrove)	6	26	23,08
Recrue (intérieur de mangrove)	425	1	42500

Le taux de régénération des catégories de mangroves à Amboanio varie de 23,08% à 42500%. C'est dans la mangrove recrue que le taux de régénération est le plus élevé (42500%) due au nombre élevé des individus régénérés, cette valeur explique que cette catégorie de mangrove présente une très bonne capacité d'adaptation.

Chez la mangrove rabougrie, on rencontre le faible taux de régénération (23,08%), ce qui signifie une très faible capacité d'adaptation. Cela est due au mode de dispersion de la graine de l'espèce d'*Avicennia*, car les graines de cette espèce sont emportées par la marée et s'installent dans d'autres endroits où le substrat les semblent favorables.

### II.1.2. Capacité d'adaptation des catégories de mangrove

La capacité d'adaptation des différentes catégories est déduite à partir du taux de régénération. Ces données sont présentées dans le Tableau 42.

**Tableau 42:** Taux de régénération global de chaque catégorie de mangrove d'Amboanio

Catégories	Taux de Régénération (%)	Capacité d'adaptation
Claire (longée du chenal)	255,88	Moyenne
Dégradée à <i>Avicennia marina</i> (chenal bouché)	387,5	Moyenne
Dense (longée du chenal)	480	Moyenne
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (intérieur de mangrove)	23,08	Faible
Recrue (intérieur de mangrove)	42500	Forte

Les mangroves d'Amboanio présentent en général une capacité d'adaptation moyenne. Seules les mangroves recrues qui présentent une forte capacité d'adaptation. Cette forte capacité d'adaptation est favorisée par les caractéristiques du substrat (Tableau 40).

Les mangroves rabougries à *Avicennia marina* ont une faible capacité d'adaptation, vu que la texture sableuse et la basicité du sol (Tableau 43) ne permettent pas le développement normal des plantules.

**Tableau 43:** Caractéristiques pédologiques de chaque catégorie étudiée de la mangrove d'Amboanio

Catégories	Paramètres	pH	Conductivité électrique (µmoh/cm)	Proportion en		
				Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Claire (longée du chenal)		7,12	17000	47	26	27
Dégradée à <i>Avicennia marina</i> (chenal bouché)		7,07	2500	4	2	94
Dense (longée du chenal)		6,96	14600	27	28	45
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (intérieur de mangrove)		8,19	10000	13	4	83
Recrue (intérieur de mangrove)		6,81	11500	49	26	25

### III. VULNERABILITE

La vulnérabilité des catégories de mangroves est représentée dans le Tableau 44.

**Tableau 44:** Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Ankazaborona

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILITE	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
Claire (longée du chenal)	1	2	-1	Vulnérable
Dégradée à <i>Avicennia marina</i> (chenal bouché)	1	2	-1	Vulnérable
Dense (longée du chenal)	2	2	0	Non vulnérable
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (intérieur de mangrove)	1	3	-2	Vulnérable
Recrue (intérieur de mangrove)	1	1	0	Non vulnérable

Dans la région, la mangrove rabougrie à *Avicennia marina* est la plus vulnérable. Deux autres catégories ne sont pas vulnérables. Ce sont la mangrove dense longeant le chenal et la mangrove recrue (intérieur de mangrove).

#### B.2. Localité 2 : Benjavilo

##### I. SENSIBILITE DES MANGROVES

##### I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove

##### I.1.1. Abondance spécifique

Quatre (4) espèces parmi les 8 espèces de mangrove existantes à Madagascar ont été recensées dans les mangroves de Benjavilo,

- *Avicennia marina* ;
- *Bruguiera gymnorrhiza* ;
- *Ceriops tagal* ;
- *Rhizophora mucronata*.

La dominance spécifique dans les différentes catégories est donnée dans le Tableau

45.

**Tableau 45:** Abondance spécifique des différentes catégories de la mangrove de Benjavilo

Catégorie de mangrove	Espèce	Abondance spécifique (ind./Ha)	%	Nombre total des individus
Claire (côté de la terre ferme)	<i>Avicennia marina</i>	2120	67,95	3120
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	880	28,21	
	<i>Ceriops tagal</i>	120	3,84	
Dense (longée du chenal)	<i>Avicennia marina</i>	120	2,34	5120
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	1880	36,72	
	<i>Ceriops tagal</i>	1560	30,47	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	1560	30,47	
Dégradée (Intérieur mangrove)	<i>Avicennia marina</i>	120	3,19	3760
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	1680	44,68	
	<i>Ceriops tagal</i>	1000	26,60	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	960	25,53	
Rabougrie (longée du chenal)	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	160	5,41	2960
	<i>Ceriops tagal</i>	2160	72,97	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	640	21,62	

La mangrove dense est la plus abondante parmi les catégories de mangroves de Benjavilo. En général, les catégories des mangroves sont constituées par les espèces de la famille de RHIZOPHORACEAE comme *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal* et *Rhizophora mucronata* mais *Bruguiera gymnorhiza* est l'espèce la plus dominante dans chaque catégorie comme le cas des mangroves dégradées, dense et claire.

La dominance de ces espèces est expliquée par la nature du substrat et le rythme de marée dans cette zone qui est favorable au développement de ces trois espèces.

### I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur

La sensibilité par rapport aux différents facteurs est fonction des espèces qui constituent chaque catégorie. Cette sensibilité est présentée dans le Tableau 46.

**Tableau 46 :** Sensibilité des différentes catégories de mangrove de Benjavilo par rapport à chaque facteur

Catégorie de mangrove	Facteurs			
	Augmentation de la salinité	Inondation prolongée	Exondation prolongée	Ensablement
Claire (côté de la terre ferme)	1,28	1,32	1,72	1,56
Dégradée (Intérieur mangrove)	1,70	1,71	1,55	2,40
Rabougrie (longée du chenal)	1,27	1,78	1,95	1,54
Dense (longée du chenal)	1,67	1,67	1,63	2,34

– Les mangroves dense, dégradée et rabougrie composée des espèces de RHIZOPHORACEAE telle que *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal* et *Rhizophora*

*mucronata* ont une sensibilité légèrement faible compris entre 1 et 1,75 sur une échelle de 1 à 3 vis-à-vis de l'augmentation de la salinité, de l'inondation et l'exondation prolongée ;

- Elles sont très sensibles envers le facteur ensablement ;
- La catégorie de mangrove à dominance d'*Avicennia marina*, cas de la mangrove claire, présente en général une sensibilité faible vis-à-vis de chaque facteur.

### I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie

La sensibilité de la mangrove claire (1,47) et rabougrie (1,64) s'avère être faible par rapport à l'ensemble des facteurs considérés. Par contre, les mangroves dense et dégradée montrent une sensibilité moyenne par rapport à l'ensemble des facteurs (Tableau 47).

**Tableau 47 :** Sensibilité des différentes catégories de mangrove de Benjavilo par rapport à l'ensemble des facteurs

CATEGORIE	SENSIBILITE	
	Indice	Signification
Claire (côté de la terre ferme)	1,47	Faible
Rabougrie (longée du chenal)	1,64	Faible
Dégradée (Intérieur mangrove)	1,84	Moyenne
Dense (longée du chenal)	1,83	Moyenne

## I.2. Santé générale des mangroves

### I.2.1. Structure de la végétation

#### ➤ Structure verticale

Cette structure est caractérisée par la hauteur et le degré de couverture de la canopée. Ces caractéristiques sont récapitulées dans le Tableau 48.

**Tableau 48 :** Caractéristiques verticales des différentes catégories de mangrove de Benjavilo

Catégorie	Nombre de strate	Hauteur (m)	Degré d'ouverture de la canopée	Espèces
Claire (côté de la terre ferme)	2	4	60%	<i>Avicennia marina</i> <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> <i>Ceriops tagal</i>
Rabougrie (longée du chenal)	2	4	40%	<i>Avicennia marina</i> <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>
Dégradée (Intérieur mangrove)	2	8	75%	<i>Avicennia marina</i> <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> <i>Ceriops tagal</i> <i>Rhizophora mucronata</i>
Dense (longée du chenal)	3	8	10%	<i>Avicennia marina</i> <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> <i>Ceriops tagal</i> <i>Rhizophora mucronata</i>

- Les mangroves claire et rabougrie de Benjavilo sont relativement composées de deux strates constituées par les individus d'*Avicennia marina*, *Ceriops tagal* et *Bruguiera gymnorrhiza*. La canopée de ces deux catégories est très ouverte parce que les palétuviers y sont très espacés. Elles sont caractérisées par des individus à gros diamètres mais à hauteur réduite avec une hauteur de canopée de 4m (Planche 4 : figa et b) ;

– La mangrove dense est caractérisée par une fréquence et abondance des plantules et des grands arbres d'*Avicennia marina*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorhiza* et *Rhizophora mucronata* dont la hauteur de la strate supérieure est 8m. Elle présente trois strates et est plus fermée (Planche 4, figc) ;

– La mangrove dégradée est formée par deux strates où la canopée est de hauteur de 8m et assez ouverte suite à l'effet des forts vents ou cyclones. Elle est formée par des individus jeunes et matures de *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina*, de *Bruguiera gymnorhiza* et de *Ceriops tagal*. Dans cette catégorie, plusieurs pieds d'arbres se sont inclinés sur place et même renversés (Planche 4, fig d).

#### ➤ Structure horizontale et analyse dendrométrique

La structure horizontale est caractérisée par la surface terrière, le biovolume et la biomasse. Les données au niveau de chaque catégorie sont présentées dans le Tableau 49

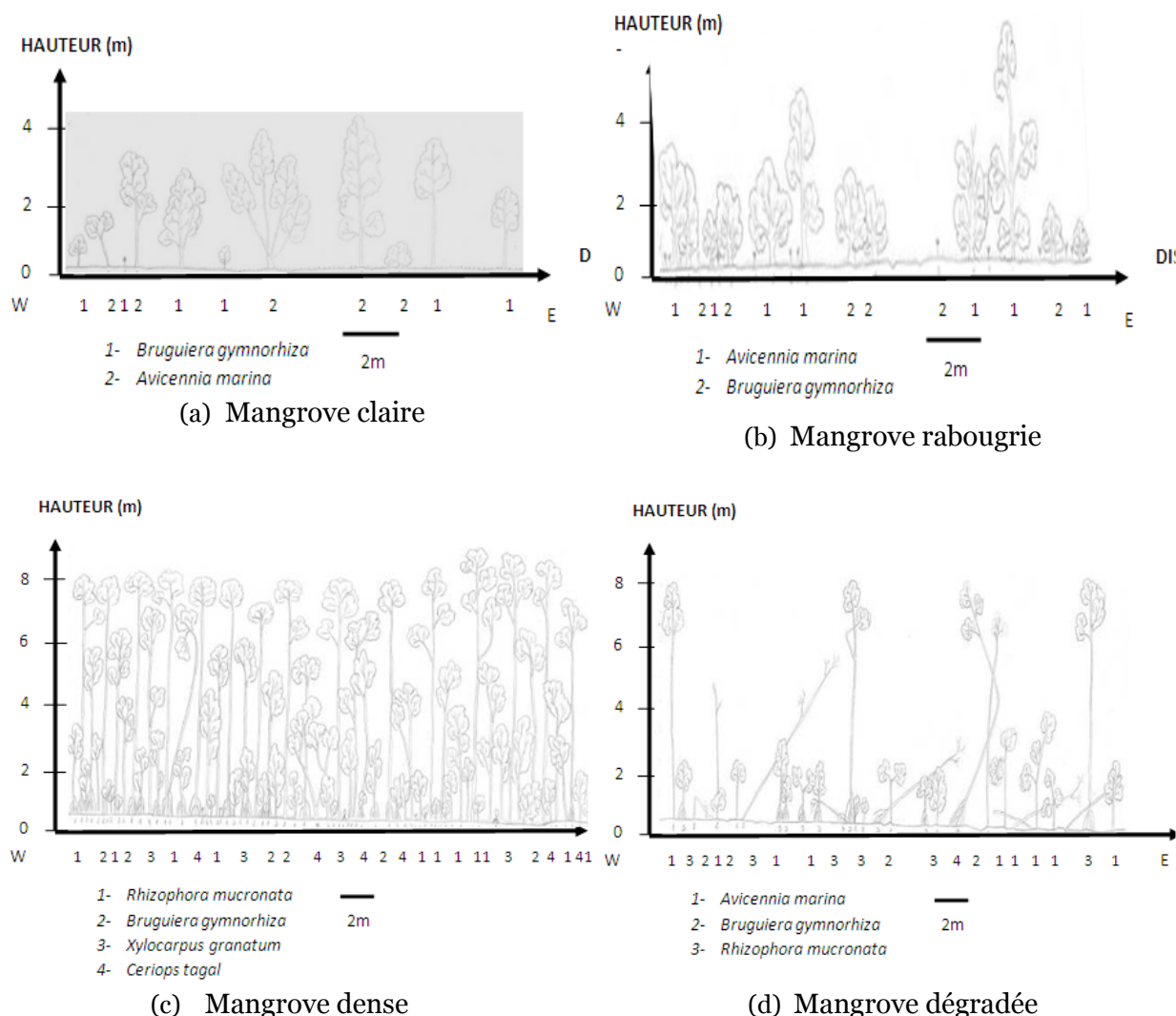
**Tableau 49** : Surface terrière, biovolume et biomasse des différentes catégories de mangroves de Benjavilo

Catégorie	Surface terrière (m <sup>2</sup> /Ha)	Biovolume (m <sup>3</sup> /Ha)	Biomasse (Kg/Ha)
Claire (côté de la terre ferme)	33,6	37,2	2,29
Rabougrie (longée du chenal)	0	0	0,61
Dégradée (Intérieur mangrove)	15,6	42,4	0,8
Dense (longée du chenal)	21,6	58,4	1,02

La valeur élevée de surface terrière (33,6 m<sup>2</sup>/Ha) est rencontrée dans la mangrove claire car cette catégorie possède des palétuviers de gros diamètre mais à taille réduite. Par contre, le biovolume élevé (58,4 m<sup>3</sup>/Ha) est notée dans la mangrove dense à cause de l'abondance des arbres de gros diamètre et de hauteur assez élevée.

La mangrove claire dispose une biomasse en bois la plus élevée (1,06kg/Ha) de toutes les catégories de mangrove de Benjavilo. Cela est dû à l'abondance des individus de *Bruguiera gymnorhiza* et d'*Avicennia marina* de gros diamètre (environ 30cm) et de grande taille.

Tandis que la faible biomasse en bois dans les autres catégories est en relation avec la densité moins élevée et le faible diamètre des troncs de ces mangroves.



**Planche 4:** Profil schématique des différentes catégories de mangrove de Benjavilo

### I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves

La dégradation de la mangrove de Benjavilo est due à plusieurs phénomènes qui peuvent être d'origine naturelle comme le vent, l'érosion marine, le recul de plage et l'ensablement ou d'origine anthropique tel que les coupes abusives. Dans le village de Benjavilo, les bois de palétuviers constituent les principaux bois de construction de case pour la population. Les mangroves qui longent le chenal sont les plus touchées en raison de la simplicité de l'accès et du transport des bois.

Dans la mangrove, 52 pieds d'arbres déracinés et morts sur pieds. En plus quelques coupes et individus vivants inclinés y sont rencontrés (Photo 9). Ainsi, le taux de mortalité s'élève à 58,89% dans la surface totale de relevé.



**Photo 9 :** Mangrove dégradée de Benjavilo avec son aspect physiologique fortement perturbé

## II. CAPACITE D'ADAPTATION

### II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove

#### II.1.1. Taux de régénération global

Le taux de régénération des catégories de mangroves (claire, dégradée et dense) rencontrées dans la localité de Benjavilo est compris entre 356 et 517,64%, ce qui traduit un taux de régénération moyen signifiant ainsi une bonne capacité d'adaptation. (Tableau 50)

**Tableau 50 :** Taux de régénération globale de chaque catégorie de mangrove de Benjavilo

Catégories	Nombre d'individus Régénérés	Nombre d'individus Semenciers	Taux de Régénération (%)
Claire (côté de la terre ferme)	52	14	371,43
Dégradée (Intérieur mangrove)	88	17	517,64
Dense (face au chenal)	80	1	356

#### II.1.2. Capacité d'adaptation

Cette capacité d'adaptation est estimée à partir du taux de régénération dans les différentes catégories. Elle est donnée dans le Tableau 51.

**Tableau 51 :** Capacité d'adaptation des différentes catégories de mangrove de Benjavilo

Catégories	Taux de Régénération (%)	Capacité d'adaptation
Claire (côté de la terre ferme)	371,43	Moyenne
Dégradée (Intérieur mangrove)	517,64	Moyenne
Dense (face au chenal)	356	Moyenne

Les mangroves de Benjavilo présentent en général une capacité d'adaptation moyenne. Cette valeur montre que le renouvellement du peuplement dans ces catégories est certainement assuré. Les sols des mangroves de Benjavilo présentent encore des caractéristiques permettant le développement des différentes catégories (Tableau 52).



**Tableau 52:** Caractéristiques pédologiques de chaque catégorie étudiée de la mangrove de Benjavilo

Catégories	Paramètres	pH	Conductivité électrique (µmoh/cm)	Proportion en		
				Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Claire (côté de la terre ferme)		8,07	10500	45	30	25
Dégradée (Intérieur mangrove)		7,78	7500	25	36	39
Dense (face au chenal)		7,99	16000	43	24	33

### III. VULNERABILITE

Le Tableau 53 représente l'état de vulnérabilité des catégories de mangroves observées dans la région.

**Tableau 53 :** Vulnérabilité des catégories de mangroves de Benjavilo

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILTE	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
Claire (côté de la terre ferme)	1	2	-1	Vulnérable
Dégradée (Intérieur mangrove)	2	2	0	Non vulnérable
Dense (longée du chenal)	2	2	0	Non vulnérable

Sur les quatre catégories de mangroves, deux ne sont pas vulnérables, une est vulnérable. C'est la mangrove claire.

### B.3. Localité 3 : Mozambika

#### I. SENSIBILITE DES MANGROVES

##### I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove

##### I.1.1. Abondance spécifique

Six (6) espèces ont été recensées dans les mangroves de Mozambika :

- *Avicennia marina* ;
- *Ceriops tagal* ;
- *Rhizophora mucronata* ;
- *Sonneratia alba* ;
- *Bruguiera gymnorhiza* ;
- *Xylocarpus granatum*.

L'abondance spécifique dans les différentes catégories de mangrove de Mozambika est présentée dans le Tableau 54.

La mangrove dense est la catégorie la plus abondante dans la mangrove de Mozambika, représentée dans le tableau par des valeurs élevées en nombre d'individus.

- *Ceriops tagal* et *Rhizophora mucronata* et *Bruguiera gymnorhiza* sont bien représentées du point de vue nombre d'individus dans les mangroves dense, claire et dégradée.

- *Avicennia marina* est recensée dans toutes les catégories de mangroves étudiées à Mozambika, mais elle constitue une catégorie monospécifique dans les mangroves recrues et rabougries.

**Tableau 54 :** Abondance spécifique des différentes catégories de la mangrove de Mozambika

Catégorie de mangrove	Espèce	Abondance spécifique (ind./Ha)	(%)	Nombre total des individus
Dense (longée du chenal)	<i>Avicennia marina</i>	360	1,31	27440
	<i>Ceriops tagal</i>	960	3,50	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	26120	95,19	
Dégradée (face à la mer)	<i>Avicennia marina</i>	320	6,84	4680
	<i>Ceriops tagal</i>	120	2,56	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	4200	89,74	
	<i>Sonneratia alba</i>	40	0,85	
Recrue à <i>Avicennia marina</i> (longée du chenal)	<i>Avicennia marina</i>	8080	100	8080
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	<i>Avicennia marina</i>	5680	100	5680
Claire (côté de la terre ferme)	<i>Avicennia marina</i>	440	20,37	2160
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	280	12,96	
	<i>Ceriops tagal</i>	520	24,07	
	<i>Xylocarpus granatum</i>	920	42,59	

### I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur

L'indice de sensibilité au niveau des différentes catégories par rapport à chaque facteur est présenté dans le Tableau 55.

**Tableau 55:** Sensibilité des différentes catégories des mangroves de Mozambika par rapport à chaque facteur

Facteurs / Catégorie de mangrove	Augmentation de la salinité	Inondation prolongée	Exondation prolongée	Ensablement
Dense (longée du chenal)	1,95	1,03	1,97	2,90
Dégradée (face à la mer)	1,90	1,03	2,01	2,80
Recrue à <i>Avicennia marina</i> (longée du chenal)	1	1	2	1
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	1	2	1
Claire (côté de la terre ferme)	1,98	1,80	1,87	2,11

– Les mangroves recrue et rabougrie à dominance d'*Avicennia*, qui est un espèce ubiquiste, tolérante toute modification de condition écologique, ont une faible sensibilité à l'augmentation de la salinité, à l'inondation prolongée et à l'ensablement tandis qu'elles ont une sensibilité moyenne à l'exondation prolongée.

– Les mangroves dense et dégradée ont une sensibilité moyenne à l'augmentation de la salinité et à l'exondation prolongée mais elles présentent une faible sensibilité à l'inondation prolongée. Mais elles sont très sensibles à l'ensablement.

– La mangrove claire présente en général une sensibilité moyenne par rapport à chaque facteur.

### I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie

Les mangroves de Mozambika présentent en général une sensibilité faible vis-à-vis de l'ensemble des 4 facteurs considérés : augmentation de la salinité, inondation et exondation prolongée et l'ensablement. Seules les mangroves denses et dégradées sont moyennement sensibles à ces facteurs.

**Tableau 56** : Sensibilité des différentes catégories par rapport à l'ensemble des facteurs

Catégorie de mangrove	Sensibilité	
	Indice	conclusion
Dense (longée du chenal)	1,96	Moyenne
Dégradée (face à la mer)	1,85	Moyenne
Recrue à <i>Avicennia marina</i> (longée du chenal)	1,25	Faible
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1,25	Faible
Claire (côté de la terre ferme)	1,69	Faible

## I.2. Santé générale des mangroves

### I.2.1. Structure de la végétation

#### ➤ Structure verticale

Les caractéristiques de la structure verticale des mangroves de Mozambika sont présentées dans le Tableau 57.

**Tableau 57** : Caractéristiques de la structure verticale des différentes catégories de mangroves de Mozambika

Catégorie	Nombre de strate	Hauteur (m)	Degré d'ouverture de la canopée	Espèces
Dense (longée du chenal)	3	8	10%	<i>Avicennia marina</i> <i>Ceriops tagal</i> <i>Rhizophora mucronata</i>
Dégradée (face à la mer)	3	8	40%	<i>Avicennia marina</i> <i>Ceriops tagal</i> <i>Rhizophora mucronata</i> <i>Sonneratia alba</i>
Recrue à <i>Avicennia marina</i> (longée du chenal)	2	4	80%	<i>Avicennia marina</i>
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	3	40%	<i>Avicennia marina</i>
Claire (côté de la terre ferme)	3	8	60%	<i>Avicennia marina</i> <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> <i>Ceriops tagal</i> <i>Xylocarpus granatum</i>

– Les mangroves dense, dégradée et claire à Mozambika ont la même physionomie avec 3 strates et une voute forestière d'une hauteur de 8m (Planche 5, figure a, b et d). Mais la différence se pose à la degré d'ouverture de la canopée qui est fermée chez la mangrove dense, et ouverte chez les mangroves dégradée et claire. Cette dernière est due à la répartition spatiale des individus des la mangrove claire et la trace de coupe et de défrichement dans les mangroves dégradées.

– La mangrove recrue a une hauteur qui ne dépasse pas le 4m de hauteur car elle est fréquemment formée par les jeunes plantes d'*Avicennia marina*. Cette catégorie est

caractérisée par deux strates dont la strate inférieure est composée des plantules et la strate supérieure par les jeunes plants.

Pour les mangroves rabougries, elles sont constituées par des individus matures d'*Avicennia*, avec une seule strate et une hauteur seulement de 3m (Planche 5, figure c).

### ➤ Structure horizontale et analyse dendrométrique

Les mangroves dégradée et claire ont une surface terrière la plus faible (20,4 m<sup>2</sup>/Ha) dans la mangrove de Mozambika. Ceci est la conséquence des prélèvements excessifs des bois dans ces catégories. La mangrove dense renferme un biovolume élevé (71,6 m<sup>3</sup>/Ha), parce que cette catégorie possède des palétuviers à gros diamètres et à hauteur élevée. (Tableau 58)

La mangrove dense a la plus forte biomasse en bois parmi les autres catégories 4,13 m<sup>3</sup>/Ha. Cela est dû à la densité élevée des palétuviers comme *Rhizophora* de gros diamètre et à hauteur élevée. Au contraire, la faible biomasse en bois dans les autres catégories est la conséquence de la dominance des palétuviers de petite taille et des jeunes plantes

**Tableau 58:** Surface terrière, biovolume et biomasse des différentes catégories des mangroves de Mozambika

Catégorie	Surface terrière (m <sup>2</sup> /Ha)	Biovolume (m <sup>3</sup> /Ha)	Biomasse (Kg/Ha)
Dense (longée du chenal)	220,4	41,2	1,42
Dégradée (face à la mer)	20,4	71,6	0,79
Recrue à <i>Avicennia marina</i> (longée du chenal)	28,8	64,8	4,12
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	31,6	3,6	0,13
Clair (côté de la terre ferme)	0	0	0,089

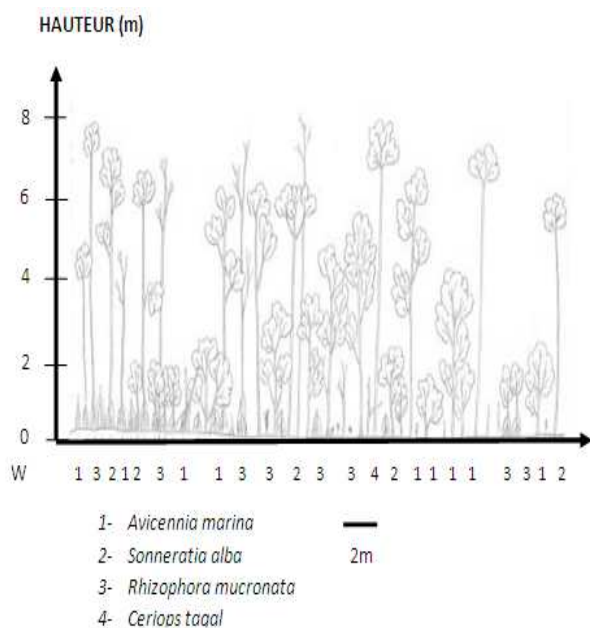
### I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves

Les individus morts sur pieds sont très fréquents dans cette catégorie de mangrove. Cette mortalité résulte surtout de l'ensablement des substrats de la mangrove et le recul de la plage. Ceux-ci sont aggravés par les coupes sélectives des palétuviers de plus de 2,5cm de diamètre pour la construction. Le passage fréquent des cyclones et la rafale du vent ont contribué à la dégradation de mangrove dans ce village. (Tableau 59)

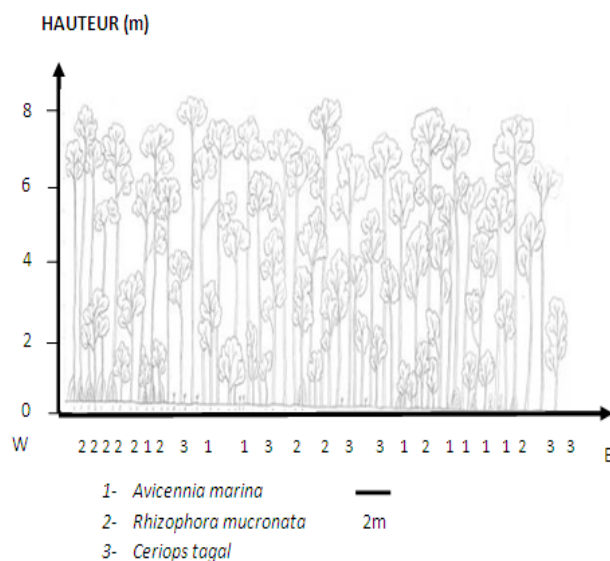
**Tableau 59:** Indicateurs de dégradation de la mangrove de Mozambika

Espèces	Individus vivants (%)	Souches coupées (%)	Individus morts sur pieds (%)
<i>Rhizophora mucronata</i>	54,64	41,24	4,12
<i>Avicennia marina</i>	50,00	0,00	50,00
<i>Ceriops tagal</i>	66,67	33,33	0,00

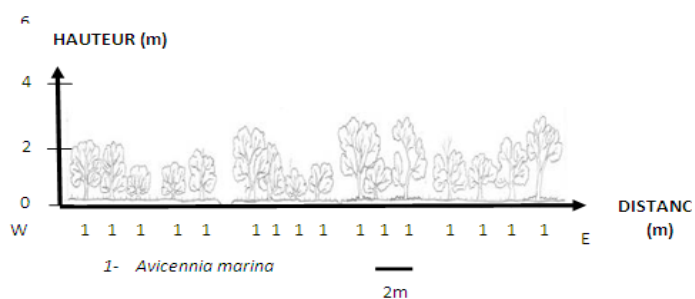
*Ceriops tagal* et *Rhizophora mucronata* sont les espèces les plus coupées à cause de leur forme droite et leurs abondances dans les mangroves. Tandis qu'*Avicennia* présente le nombre d'individus morts sur pieds élevés.



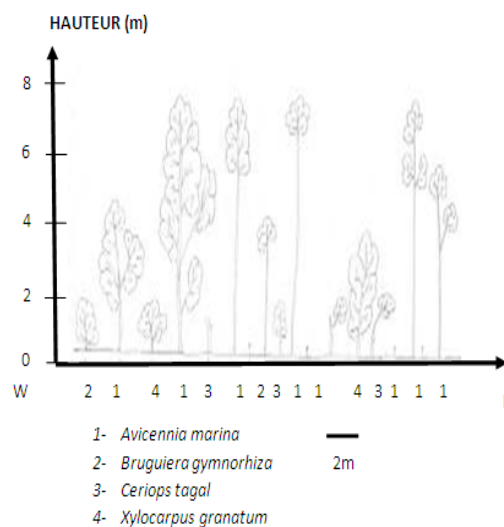
(a) Mangrove dégradée



(b) Mangrove dense



(c) Mangrove rabougrie



(d) Mangrove claire

**Planche 5:** Profil schématique des différentes catégories de mangrove de Mozambika



**Photo 10:** Mangrove dégradée de Mozambika

## II. CAPACITE D'ADAPTATION

### II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove

#### II.1.1. Taux de régénération

La mangrove rabougrie présente un taux de régénération très élevé supérieur à 1000% (1330%). Tandis que les catégories de mangroves dense, dégradée, claire ce taux varie de 0 à 196,96%. (Tableau 60)

**Tableau 60:** Taux de régénération globale de chaque catégorie de mangrove de Mozambika

Catégories	Nombre d'individus Régénérés	Nombre d'individus Semenciers	Taux de Régénération (%)
Dense (longée du chenal)	325	165	196,96
Dégradée (Face à la mer)	33	30	113,33
Recrue (longée du chenal)	202	1	202
Rabougrie (côté de la terre ferme)	133	10	1330
Claire (côté de la terre ferme)	164	134	122,38

#### II.1.2. Capacité d'adaptation des catégories de mangrove

La capacité d'adaptation évaluée à partir du taux de régénération global pour chaque catégorie de mangrove de Mozambika est présentée dans le Tableau 61.

**Tableau 61:** Taux de régénération global de chaque catégorie de mangrove de Mozambika

Catégories	Taux de Régénération (%)	Capacité d'adaptation
Dense (longée du chenal)	196,96	Moyenne
Dégradée (Face à la mer)	113,33	Moyenne
Recrue (longée du chenal)	0	Faible
Rabougrie (côté de la terre ferme)	1330	Forte
Claire (côté de la terre ferme)	122,38	Moyenne

Les mangroves dégradées, denses et claires présentent une capacité d'adaptation moyenne. Ce fait peut être expliqué par la mode de dispersion des graines de palétuviers qui

constituent chaque catégorie et/ou par les conditions peu favorables à la fixation des plantules.

Cette capacité est forte pour les mangroves rabougries, cela peut être du au fait qu'elle est constituée seulement par des *Avicennia* qui peuvent s'adapter facilement à une forte salinité du substrat et que la texture argileuse du sol (Tableau 62) favorise le développement des plantules.

**Tableau 62:** Caractéristiques pédologiques de chaque catégorie étudiée de la mangrove de Mozambika

Catégories	Paramètres	pH	Conductivité électrique ( $\mu\text{moh/cm}$ )	Proportion en		
				Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Dense (longée du chenal)		7,68	15000	29	32	39
Dégradée (Face à la mer)		8,25	9000	9	7	84
Rabougrie (côté de la terre ferme)		7,74	19700	43	30	27
Claire (côté de la terre ferme)		6,98	11000	25	18	57

### III. VULNERABILITE

Le tableau 63 représente l'état de vulnérabilité des catégories de mangroves dans la région.

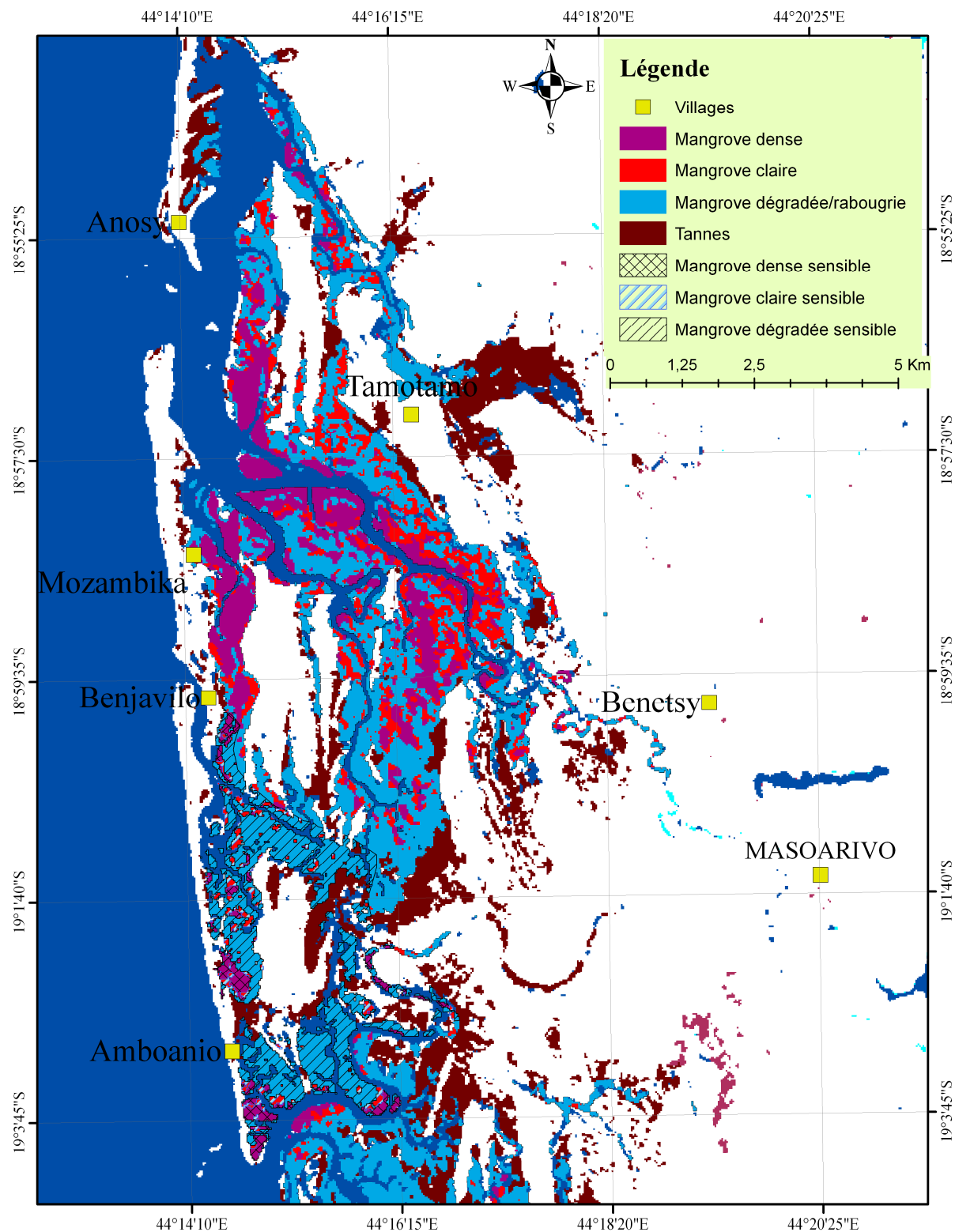
**Tableau 63 :** Vulnérabilité des catégories de mangroves de Mozambika

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILTE	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
Dense (longée du chenal)	2	2	0	Non vulnérable
Dégradée (face à la mer)	2	2	0	Non vulnérable
Recrue à <i>Avicennia marina</i> (longée du chenal)	1	2	-1	Vulnérable
Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (côté de la terre ferme)	1	1	0	Non vulnérable
Claire (côté de la terre ferme)	1	2	-1	Vulnérable

Sur les cinq (5) mangroves observées, trois (3) ne sont pas vulnérables et 2 sont vulnérables. Les mangroves les plus vulnérables sont la mangrove recrue à *Avicennia marina* qui longe le chenal et la mangrove claire du côté de la terre ferme.

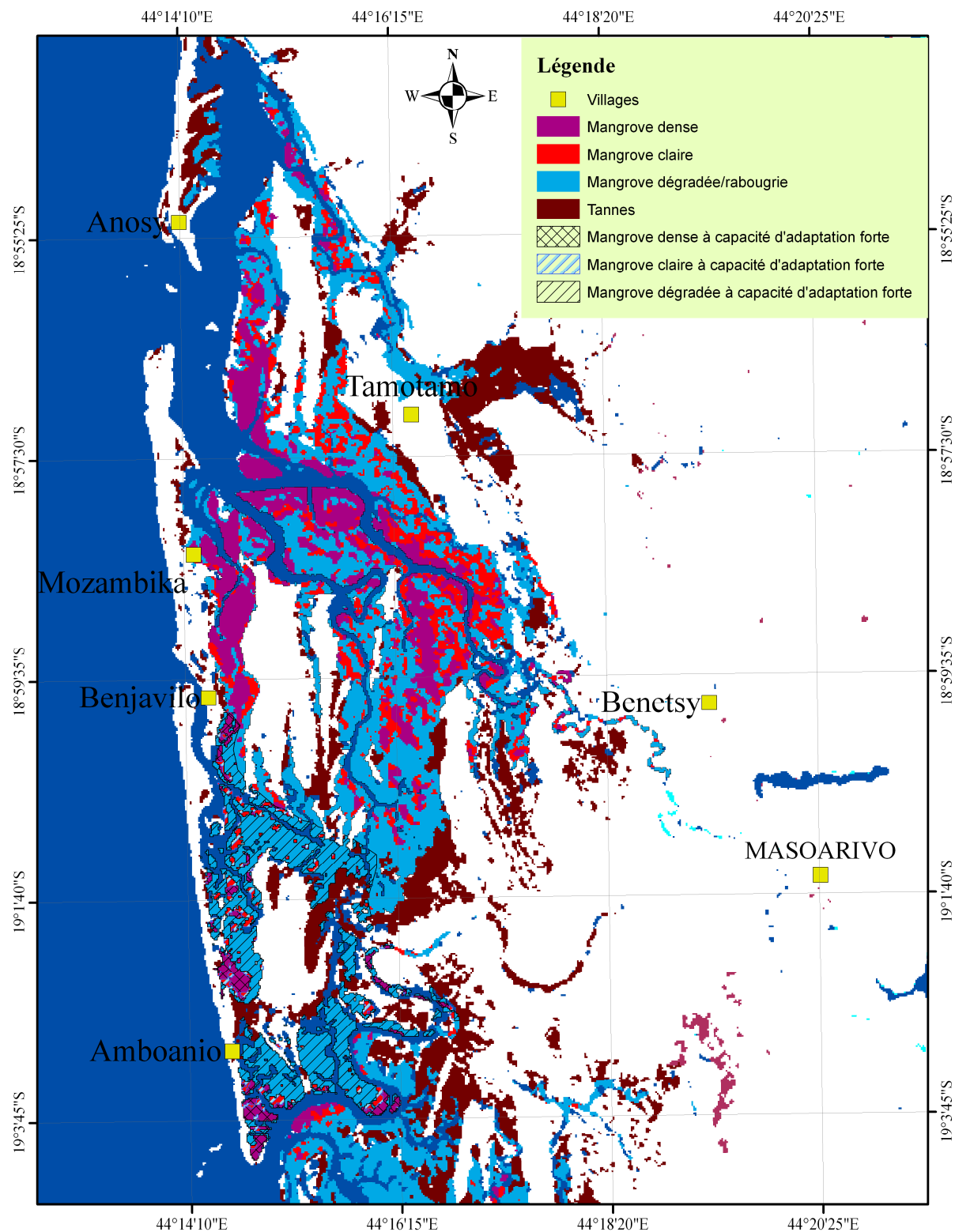
#### B.4. Cartographie des indicateurs

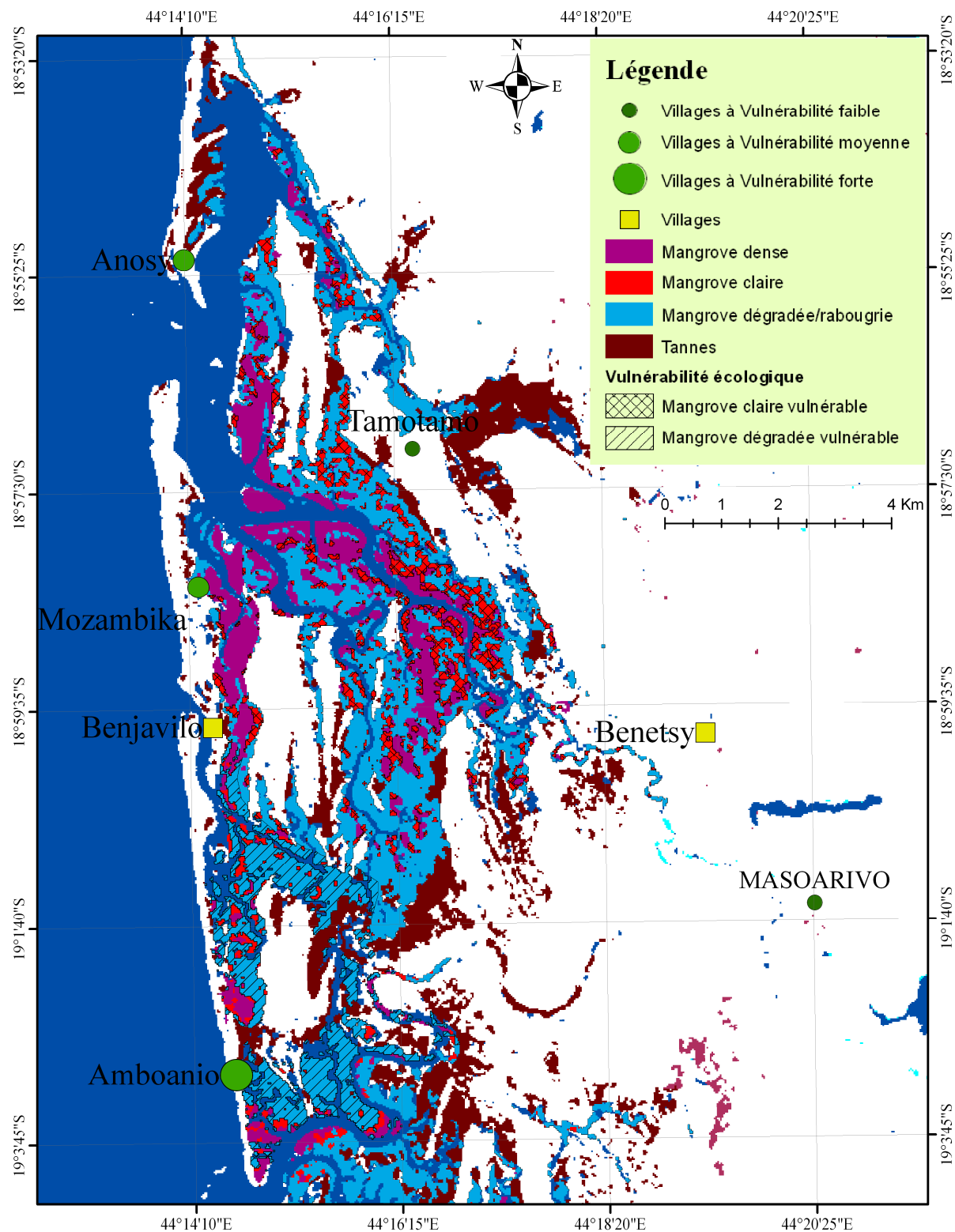
Les Carte 7 , Carte 8 et Carte 9 représentent la répartition des indicateurs dans le site d'étude. La carte de vulnérabilité (Carte 9) ne représente que les mangroves très vulnérables.



Carte 7 : Sensibilité des mangroves de la CR de Masoarivo.







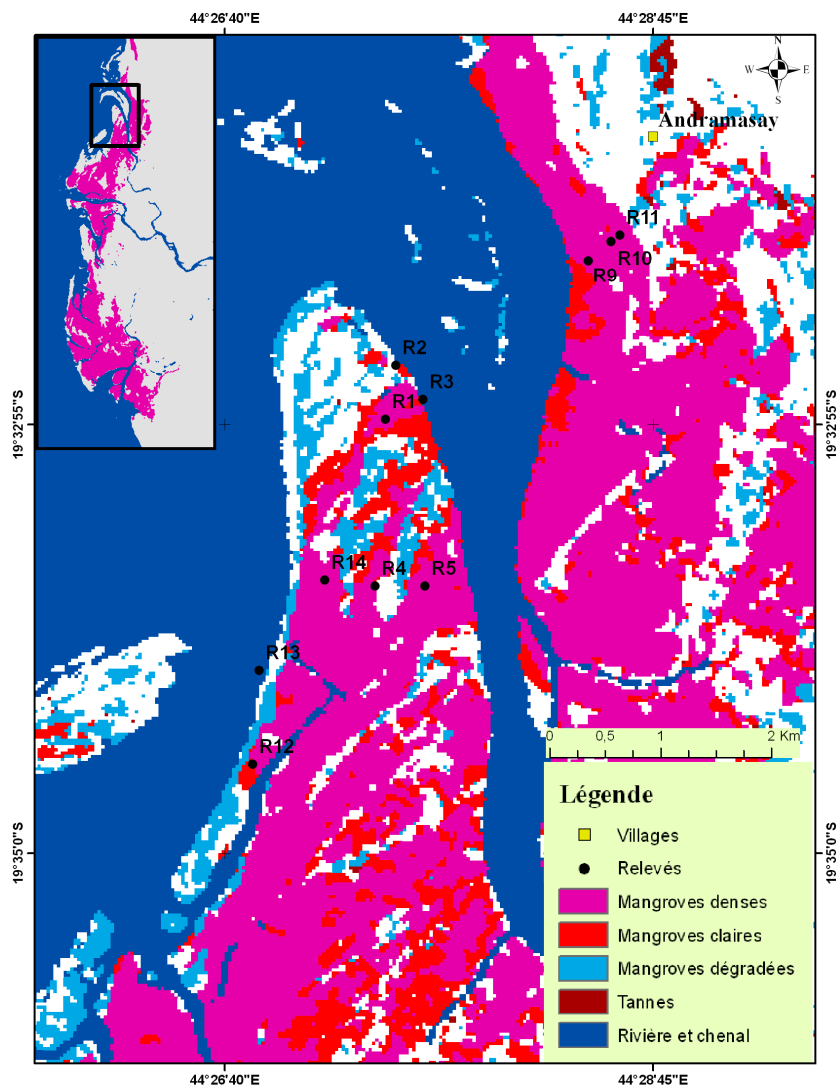
### C. BELO SUR TSIRIBIHINA

Dans la région de Tsiribihina, cinq localités, qui font partis des sites cibles du WWF Océan Indien et Madagascar, ont été étudiées. Cinq (5) catégories de mangroves ont été identifiées dans ces 5 localités.

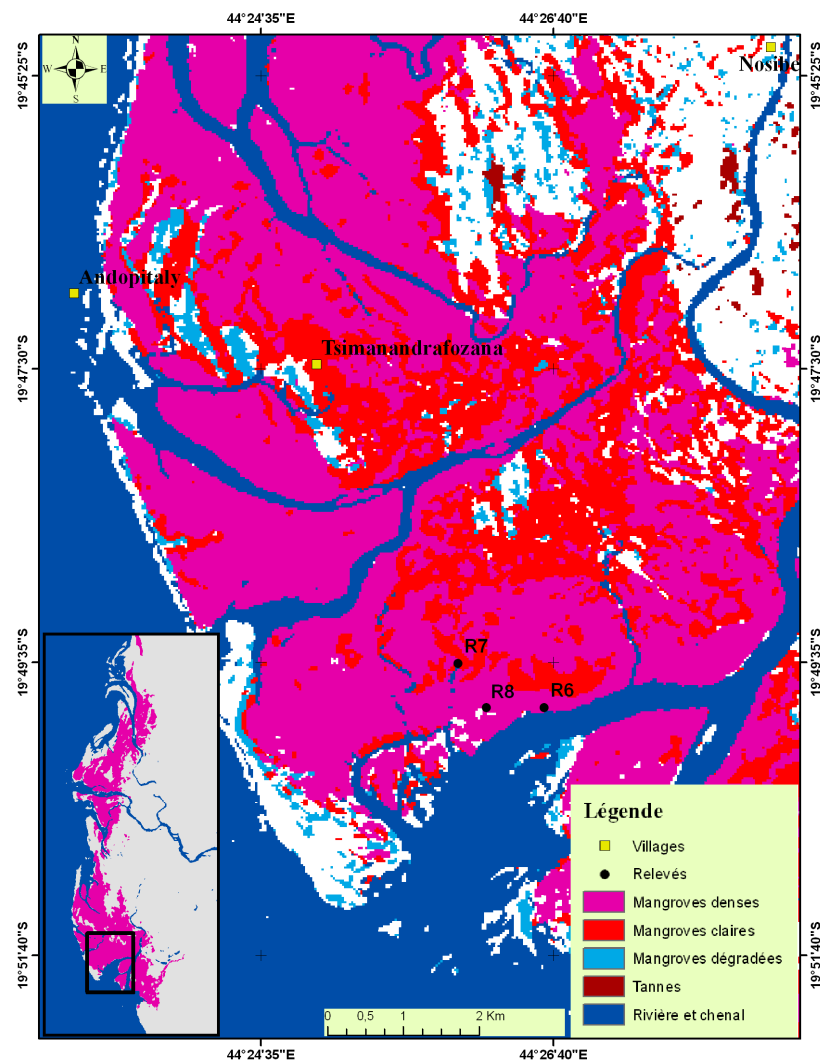
La localisation des sites est représentée sur le Tableau 64 (Carte 10).

**Tableau 64:** Localisation géographique des catégories de mangroves par localité

Localités	Coordonnée géographique	N° de relevé	Catégories de mangroves
Andopitaly	19°32,892' S; 44°27,447'E	R1	Dense à <i>Xylocarpus gramatum</i>
	19°32,630' S; 44°27,498'E	R2	Claire à <i>Avicennia marina</i>
	19°32,796' S; 44°27,630'E	R3	Recrue à <i>Ceriops tagal</i>
Antanandahy	19°33,704' S; 44°27,398'E	R4	Dense à <i>Xylocarpus gramatum</i>
	19°33,584' S; 44°27,675'E	R5	Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>
Borongeny	19°49,904' S; 44°26,598'E	R6	Dense à <i>Rhizophora mucronata</i>
	19°49,592' S; 44°25,986'E	R7	Claire à <i>Avicennia marina</i>
	19°49,904' S; 44°26,188'E	R8	Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>
Andramasay	19°32,118' S; 44°28,433'E	R9	Claire à <i>Brigueria gymnorhiza</i>
	19°32,026' S; 44°28,544'E	R10	Dégradée à <i>Avicennia marina</i>
	19°31,994' S; 44°28,588'E	R11	Recrue à <i>Sonneratia alba</i>
Ambakivao	19°34,566' S; 44°26,803'E	R12	Rabougrie à <i>Rhizophora mucronata</i>
	19°34,113' S; 44°26,835'E	R13	Dense à <i>Avicennia marina</i>
	19°33,676' S; 44°27,154'E	R14	Claire à <i>Avicennia marina</i>



a)



b)

Carte 10 : Localisation des relevés effectués dans la CR de Belo sur Tsiribihina (a et b).

### C.1. Localité 1 : ANDOPITALY

Dans la localité d'Andopitaly, les mangroves visitées ont été les mangroves denses, les mangroves claires et les mangroves recrues. Ces mangroves denses et claires sont localisées le long d'un chenal. Les mangroves recrues se trouvent en arrière plan de ces dernières.

## I. SENSIBILITE DES MANGROVES

### I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove

#### I.1.1. Abondance spécifique

La répartition des espèces dans les différentes catégories de mangroves est représentée dans Tableau 65.

**Tableau 65** : Abondance spécifique par catégories de mangroves d'Andopitaly

Catégories des mangroves	Espèces	Abondance spécifique (ind./ha)	%	Nombre total des individus
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	<i>Xylocarpus granatum</i>	17200	76,19	23200
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	3200	12,7	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	1200	4,76	
	<i>Avicennia marina</i>	1600	6,35	
Claire à <i>Avicennia marina</i>	<i>Avicennia marina</i>	10400	54,9	14400
	<i>Ceriops tagal</i>	800	25,49	
	<i>Sonneratia alba</i>	400	3,9	
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	1600	5,88	
	<i>Xylocarpus granatum</i>	1200	9,8	
Recru à <i>Ceriops tagal</i>	<i>Ceriops tagal</i>	18728	42,37	44200
	<i>Sonneratia alba</i>	10489	23,73	
	<i>Xylocarpus granatum</i>	2997	6,78	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	11987	27,12	

Les mangroves denses sont représentées par quatre espèces. La dominance de ces espèces n'est pas uniforme. Elles sont surtout dominées par *Xylocarpus granatum* (76%). Les espèces *Rhizophora mucronata* et *Avicennia marina* sont moins représentées.

Les mangroves claires sont représentées par cinq espèces, dominées par *Avicennia marina* (55%). Les autres espèces, représentées dans le tableau complètent la richesse floristique de la formation.

Les mangroves recrues présentent quatre espèces. La répartition de ces espèces est assez uniforme mais dominées par *Ceriops tagal* (42%). Les espèces *Rhizophora mucronata* et *Sonneratia alba* représentent 27% et 24% co-dominent la formation avec *Ceriops tagal*.

### I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur

Soumis à différents facteurs, telles que la salinité, l'inondation, l'exondation et l'ensablement, l'état des mangroves peut changer. Dans la localité d'Andopitaly, trois catégories de mangroves sont observées. Ce sont les mangroves denses, les mangroves claires et les mangroves recrues. La sensibilité de ces catégories aux différents facteurs est présentée dans le Tableau 66.

**Tableau 66 :** Sensibilité des mangroves en fonction des facteurs

<b>Facteurs</b> <b>Catégorie de mangrove</b>	<b>Augmentation de la salinité</b>	<b>Inondation prolongée</b>	<b>Exondation prolongée</b>	<b>Ensablement</b>
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	2,57	1,81	2,08	2,75
Claire à <i>Avicennia marina</i>	1,24	1,35	2,06	1,33
Recrue à <i>Ceriops tagal</i>	1,64	1,76	1,73	2,15

Les mangroves présentent une sensibilité différente face aux différents facteurs du milieu. Cela varie de faible (entre 1 et 1,5), en passant par la moyenne (1,5 à 2,25) à une sensibilité élevée (2,25 à 3). Concernant les facteurs (inondation et exondation prolongées), les catégories de mangroves présentent une sensibilité moyenne sauf pour les mangroves claires qui présentent une sensibilité faible face à l'inondation prolongée. Les mangroves claires sont surtout composées d'une population presque monospécifique d'*Avicennia marina*. Cette espèce présente une sensibilité faible à ce facteur, ce qui fait que la formation n'est pas vraiment sensible à l'inondation prolongée. Concernant la salinité et l'ensablement, les catégories de mangroves agissent différemment. Les mangroves denses sont très sensibles aux 2 facteurs tandis que les mangroves claires sont moyennement sensibles et les mangroves recrues sont faiblement sensibles. La sensibilité de ces mangroves est fonction de la composition floristique et des exigences écologiques de leurs espèces.

### I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie

Face aux différents facteurs influençant sur le bon développement et la pérennisation des mangroves, les mangroves de la localité d'Andopitaly présentent tout les niveaux de sensibilité. (Tableau 67).

**Tableau 67 :** Sensibilité des mangroves

<b>CATEGORIE DE MANGROVE</b>	<b>Sensibilité</b>	<b>Signification</b>
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	2,30	Forte
Claire à <i>Avicennia marina</i>	1,50	Faible
Recrue à <i>Ceriops tagal</i>	1,82	Moyenne

Les mangroves denses sont les plus sensibles, les mangroves claires sont les moins sensibles, et les mangroves recrues sont moyennement sensibles. La sensibilité des mangroves est liée à la richesse floristique. Plus les mangroves sont riches en espèces, plus ces espèces sont sensibles aux facteurs du milieu.

## I.2. Santé générale des mangroves

La santé des mangroves est évaluée selon l'état de la végétation à partir de la structure de la végétation et les différentes pressions sur la végétation.

### I.2.1. Structure de la végétation

La structure de la végétation représente la répartition des espèces sur le plan vertical (hauteur) et le plan horizontal.

#### ➤ Structure verticale

Les caractéristiques sur le plan vertical des mangroves observées sont représentées dans le Tableau 68.

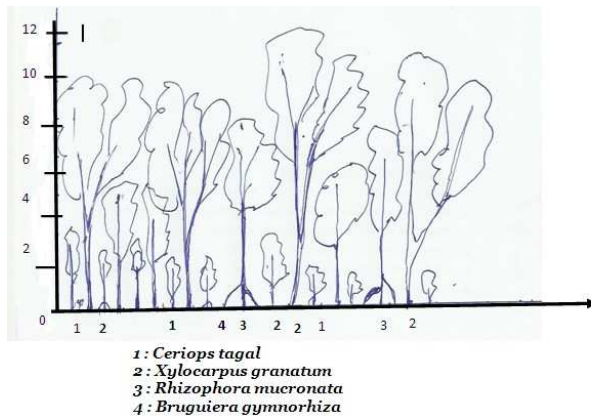
**Tableau 68:** Caractéristiques structurales des mangroves

Catégorie	Nombre de strate	Hauteur (m)	Degré d'ouverture de la canopée (%)
DENSE à <i>Xylocarpus granatum</i>	3	14	20
CLAIRE à <i>Avicennia marina</i>	2	12	58
RECRUE à <i>Ceriops tagal</i>	2	9	46

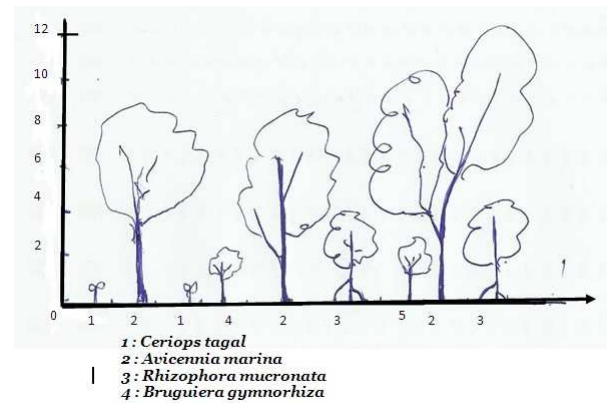
Selon la catégorie de mangrove, le nombre de strates varie. Pour les mangroves denses, trois strates sont observées, pour les deux autres, 2 strates y sont observées. Les catégories de mangroves n'ont plus la même hauteur. Les mangroves denses sont plus hautes (14m) suivies par les mangroves claires (12m) (Photo 11, Planche 6 b) et les recrus (9m). La canopée des mangroves denses est assez fermée et les 2 autres présentent une canopée assez ouverte.



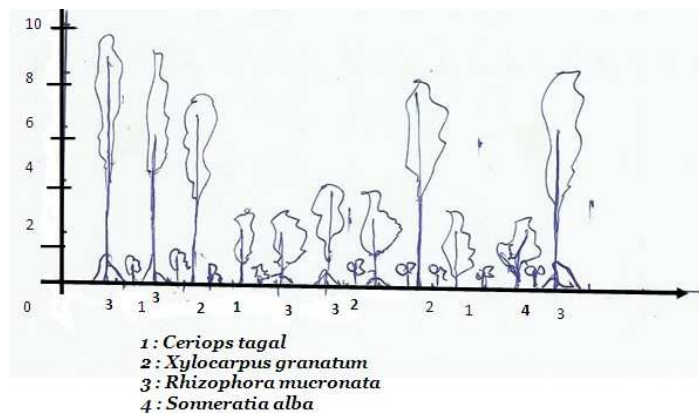
**Photo 11 :** Mangroves claires à Andopitaly



(a) Mangrove dense à *Xylocarpus*



(b) Mangrove claire à *Avicennia*



(c) Mangrove recrue à *Ceriops*

**Planche 6 :** Profil schématique des différent mangroves à Andopitaly

➤ **Structure horizontale et analyse dendrométrique**

La structure horizontale de la végétation se traduit par la dendrométrie et la biomasse. Ces caractéristiques sont représentées dans Le Tableau 69.

**Tableau 69 :** Caractéristiques biométriques des mangroves

Catégories de mangroves	Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	Biovolume (m <sup>3</sup> /ha)	Biomasse (Kg/Ha)
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	81,4	212,02	0,013773
Claire à <i>Avicennia marina</i>	57,7	100,28	0,005208
Recrue à <i>Ceriops tagal</i>	4,8	10,54	0,006212

Les mangroves denses présentent une surface terrière élevée avec un biovolume également élevé. Avec une surface terrière de 81,4m<sup>2</sup>/ha et un biovolume de 212,02m<sup>3</sup>/ha, la biomasse des mangroves denses est de 0.014Kg/Ha. Contrairement aux autres catégories rencontrées dans la localité, la densité des arbres des mangroves



denses est élevée, avec une densité élevée de bois des gros diamètres (supérieur à 10cm de diamètre). Ainsi, les valeurs dendrométriques et la production des mangroves denses sont supérieures aux mangroves claires et aux mangroves recrus.

### I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves

Dans les mangroves visitées, les empreintes de prélèvement de bois sont rares. Ces mangroves sont un peu loin des habitations.

## II. CAPACITE D'ADAPTATION

La capacité d'adaptation des mangroves est évaluée à partir de la régénération des palétuviers et la nature des substrats.

### II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove

#### II.1.1. Taux de régénération

La densité des individus semenciers et régénérée ainsi que le taux de régénération des mangroves est représentée dans le Tableau 70.

**Tableau 70** : Capacité de régénération des mangroves

Catégories des mangroves	Nombres d'individus semenciers	Nombres d'individus régénérés	Taux de régénération (%)
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	1300	1320	98,48
Claire à <i>Avicennia marina</i>	540	800	67,5
Recrus à <i>Ceriops tagal</i>	1700	200	850

Les mangroves recrus, composées surtout par des palétuviers régénérés, présentent un taux de régénération élevé. Respectivement, la régénération pour les mangroves denses 98,5% et mangroves claires et 67,5% à un taux de régénération faible.

#### II.1.2. Capacité d'adaptation de chaque catégorie de mangrove

La capacité d'adaptation des catégories de mangroves est présentée dans le Tableau 71.

**Tableau 71** : Capacité d'adaptation des mangroves

Catégories des mangroves	Taux de régénération (%)	Capacité d'adaptation
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	98,48	Faible
Claire à <i>Avicennia marina</i>	67,5	Faible
Recrus à <i>Ceriops tagal</i>	850	Fort

Les mangroves recrus présentent une forte capacité d'adaptation contrairement aux mangroves denses et claires.

### III. VULNERABILITE

L'état de vulnérabilité des catégories de mangroves observé est représenté dans le Tableau 72.

**Tableau 72 :** Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Andopitaly

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILITE	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	2	3	-1	Vulnérable
Claire à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	Vulnérable
Recrue à <i>Ceriops tagal</i>	2	1	1	Non vulnérable

Trois (3) catégories de mangroves sont observées dans la région. Sur les 3 catégories de mangroves, la mangrove recrue est non vulnérable. La mangrove claire à *Avicennia marina* est la plus vulnérable.

#### C.2. Localité 2 : ANTANANADAHY

Dans la localité d'Antanandahy, deux catégories de mangroves ont été observées : les mangroves denses et les mangroves dégradées.

#### I. SENSIBILITE DES MANGROVES

##### I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove

##### I.1.1. Abondance spécifique

Les caractéristiques floristiques des 2 catégories sont dans le Tableau 73.

La mangrove dense à *Xylocarpus granatum* est composée de six (6) espèces dont la plus dominante est *Xylocarpus granatum*. Par contre, *Ceriops tagal*, *Sonneratia alba* et *Bruguiera gymnorhiza*, sont les moins représentées.

La mangrove dégradée à *Rhizophora mucronata* est composée de quatre (4) espèces dont les moins représentées sont *Sonneratia alba* et *Ceriops tagal*.

**Tableau 73:** Abondance spécifique par catégories de mangroves

Catégories des mangroves	Espèces	Abondance spécifique (ind./ha)	%	Nombre total des individus
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	<i>Xylocarpus granatum</i>	18327	62,34	29400
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	1527	5,19	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	3818	12,99	
	<i>Avicennia marina</i>	4200	14,29	
	<i>Sonneratia alba</i>	1145	3,90	
	<i>Ceriops tagal</i>	381	1,30	
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	2491	21,52	11580
	<i>Rhizophora mucronata</i>	8647	74,68	
	<i>Sonneratia alba</i>	146	1,27	
	<i>Ceriops tagal</i>	293	2,53	

### I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur

La sensibilité des catégories de mangroves, mangrove dense, mangrove dégradée face aux différents facteurs est représentée dans le Tableau 74.

**Tableau 74** : Sensibilité des mangroves en fonction des facteurs

Catégorie de mangrove \ Facteurs	Augmentation de la salinité	Inondation prolongée	Exondation prolongée	Ensablement
Dense	2,42	1,77	1,92	2,64
Dégradée	2,04	1,65	1,72	2,39

Face aux inondations et exondations prolongées, les 2 catégories de mangroves observées dans la localité d'Antananadhy sont moyennement sensibles. Par contre, elles sont très sensibles à l'augmentation de la salinité et aux ensablements. Le mouvement des marrées ne présente pas un impact important sur la survie des mangroves. Peut être que ces facteurs perturbent le bon développement des mangroves mais n'est pas assez important pour être des facteurs limitant. Toutefois, le fait de changer brusquement les minéraux de substrats (ensablement, salinité) est très limitant sur la pérennité des mangroves.

### I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie

La sensibilité des mangroves dans la localité est représentée dans le tableau.

**Tableau 75** : Sensibilité des mangroves

Catégorie de mangrove	Sensibilité
Dense	2,19
Dégradée	1,95

Globalement, sous l'effet des différents facteurs, les mangroves présentent une sensibilité moyenne. La localisation des mangroves à l'intérieur des terres joue un rôle dans cette sensibilité des mangroves d'Antananadhy.

## I.2. Santé générale des mangroves

### I.2.1. Structure de la végétation

#### ➤ Structure verticale

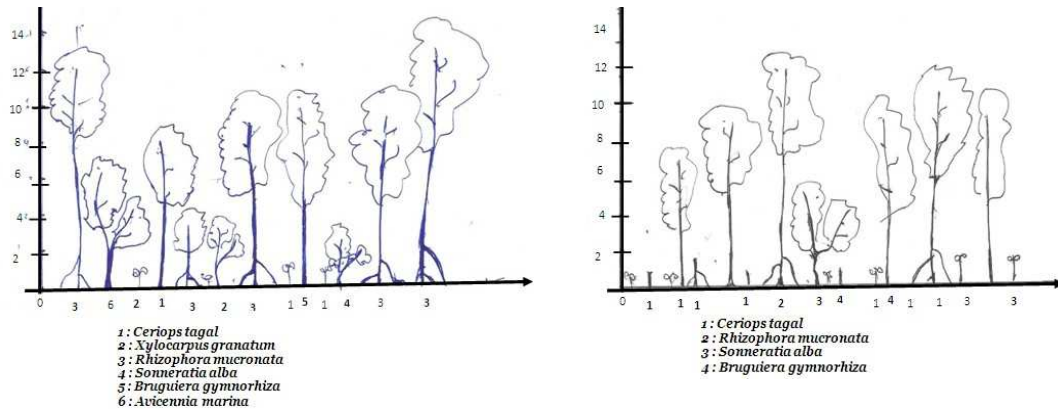
Les caractéristiques physiologiques des 2 catégories de mangroves sont représentées dans le Tableau 76

**Tableau 76** : Caractéristiques structurale des mangroves

Catégorie	Nombre de strate	Hauteur (m)	Degré d'ouverture de la canopée (%)
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	3	14	27
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	2	14	57

Les deux catégories de mangroves ont la même hauteur de canopée. La différence se trouve au niveau du nombre des strates et l'ouverture de la canopée. La

mangrove dense à *Xylocarpus granatum* présente 3 strates bien distinctes, dont la voûte est plutôt fermée. Par contre, la mangrove dégradée à *Rhizophora mucronata* présente 2 strates, dont la voûte est assez ouverte.



(a) Mangrove dense à *Xylocarpus*

(b) Mangrove dégradée à *Rhizophora*

**Planche 7 :** Profil schématique des différentes mangroves à Antananadaha

### ➤ Structure horizontale

Les caractéristiques dendrométrique et biomasse des 2 catégories de mangroves observées sont dans le Tableau 77.

**Tableau 77 :** Caractéristiques biométriques des mangroves

Catégorie	Surface terrière (m <sup>2</sup> /Ha)	Biovolume (m <sup>3</sup> /Ha)	Biomasse ((Kg/Ha))
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	70	125,72	0,14
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	34,20	98,20	0,04

La mangrove dense présente un biovolume plus élevé par rapport à celui de mangrove dégradée. Toutes les deux ont de biovolume moyen. La biomasse est proportionnelle au biovolume.

### I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves

Dans la mangrove dégradée, des empreintes de prélèvement sont observés. La proportion des traces de prélèvement par rapport aux individus sur pieds est représentée dans le Tableau 78 .

**Tableau 78 :** Indicateurs de dégradation de la mangrove d'Antananadaha

Catégories de mangrove	Individus vivants (%)	Souche coupé (%)	Individus morts sur pied (%)
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	70,32	29,28	00,00

Presque 1/3 des individus observés dans la mangrove dégradée sont des souches coupés. Par contre, aucun individu mort n'est observé.



**Photo 12** : Traces de coupes dans les mangroves dégradées d'Antananadahy

## II. CAPACITE D'ADAPTATION

La capacité d'adaptation des mangroves est liée à son potentiel de régénération

### II.1. Régénération naturelle dans chaque catégorie de mangrove

#### II.1.1. Taux de régénération

Le taux de régénération des catégories de mangroves observé est dans le Tableau 79 .

**Tableau 79** : Taux de régénération des mangroves

Catégories de mangroves	Individus semenciers	Individus régénérés	Taux de régénération (%)
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	14800	14600	98.64
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	3600	12200	338.88

Dans la mangrove dense les individus semenciers sont presque plus nombreux que les individus régénérés. Dans ce cas, le taux de régénération est faible. Par contre, dans la mangrove dégradée, les individus semenciers sont plus faibles que les individus régénérés. Ce qui fait que le taux de régénération est moyen.

#### II.1.2. Capacité d'adaptation de chaque catégorie de mangrove

Le taux de régénération et la capacité d'adaptation équivalent de chaque catégorie de mangrove observée est dans le tableau 80 .

**Tableau 80** : Capacité d'adaptation des mangroves

Catégories de mangroves	Taux de régénération (%)	Capacité d'adaptation
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	98.64	faible
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	338.88	moyen

Selon le taux de régénération de chaque catégorie de mangrove, la capacité d'adaptation de la mangrove dense et de la mangrove dégradée est respectivement faible et moyenne.

### III. VULNERABILITE

Deux catégories de mangroves ont été observées. L'état de vulnérabilité de ces mangroves est représenté dans le Tableau 1Tableau 81.

**Tableau 81 :** Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Antananadhy

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILITE	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
Dense à <i>Xylocarpus granatum</i>	2	2	0	Non vulnérable
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	2	3	-1	Vulnérable

La mangrove dégradée à *Rhizophora mucronata* est vulnérable. La mangrove dense à *Xylocarpus granatum* est non vulnérable

### C.3. Localité 3 : BORONGENY

#### I. SENSIBILITE DES MANGROVES

Dans la localité, les mangroves sont localisées le long d'un chenal. Les mangroves observées ont été la mangrove dense, claire et dégradée.

#### I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove

##### I.1.1. Abondance spécifique

Les caractéristiques spécifiques des catégories de mangroves dans la localité de Borongeny sont données sur le Tableau 82.

**Tableau 82 :** Abondance spécifique par catégories de mangroves Borongeny

Catégories de mangroves	Espèces	%	Abondance spécifique (ind./ha)	Nombre total des individus
Dense à <i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	0,84	72,61	8640
	<i>Rhizophora mucronata</i>	94,96	8204,37	
	<i>Avicennia marina</i>	0,84	72,61	
	<i>Sonneratia alba</i>	3,36	290,42	
Clair à <i>Avicennia marina</i>	<i>Avicennia marina</i>	100,00	2300	2300
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Xylocarpus granatum</i>	20,00	456	2280
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	5,00	114	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	68,33	1558	
	<i>Avicennia marina</i>	5,00	114	
	<i>Sonneratia alba</i>	1,67	38	

La mangrove dense est composée de 4 espèces dont *Rhizophora mucronata* domine. Quant à la mangrove claire, elle est une formation monospécifique à *Avicennia*

marina et la mangrove dégradée est composée de 5 espèces dont *Rhizophora mucronata* domine également la formation.

### I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur

La matrice représentant les catégories de mangrove avec les facteurs du milieu est donnée dans le Tableau 83 .

**Tableau 83** : Sensibilité des mangroves de Borongeny en fonction des facteurs

Facteurs Catégorie de mangrove	Augmentation de la salinité	Inondation prolongée	Exondation prolongée	Ensablement
Dense (alafaly)	1,98	1,95	1,06	2,97
Claire	1,00	1,00	2,00	1,00
Dégradée	2,10	1,88	1,37	2,85

La mangrove dense présente une sensibilité faible avec l'exondation prolongée. Par contre, elle est moyennement sensible avec l'augmentation de la salinité et l'inondation prolongée et fortement sensible avec l'ensablement.

La mangrove claire est moyennement sensible avec l'ensablement. Par contre, elle est faiblement sensible vis-à-vis des autres facteurs.

Pour la mangrove dégradée, elle présente une sensibilité faible vis-à-vis des exondations prolongées, moyenne vis-à-vis de l'augmentation de la salinité et de l'inondation prolongée. Par contre, la sensibilité est élevée concernant l'ensablement.

D'une manière générale, vue la localisation des mangroves qui longent l'un des influents de Tsiribihina vers la mer, l'ensablement constitue un facteur le plus limitant dans la pérennité des mangroves.

### I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie

La sensibilité de chaque catégorie est donnée dans le Tableau 84.

**Tableau 84** : Sensibilité des mangroves de Borongeny

CATEGORIE DE MANGROVE	Sensibilité	Signification
Dense (alafaly)	1,99	Moyenne
Claire	1,25	Faible
Dégradée	2,05	Moyenne

Les mangroves denses et dégradée sont les plus sensibles par rapport à la mangrove claire.

## I.2. Santé générale des mangroves

La santé des mangroves est évaluée à partir des caractéristiques physiologiques qualitative et quantitative des formations

### I.2.1. Structure de la végétation

#### ➤ Structure verticale

Les caractéristiques physiologiques des 3 catégories de mangroves sont données dans le Tableau 85.

**Tableau 85** : Caractéristiques structurales des mangroves

Catégorie	Nombre de strate	Hauteur (m)	Degré d'ouverture de la canopée (%)	Espèces
Dense à <i>Rhizophora mucronata</i>	3	16	76	<i>Avicennia marina</i> <i>Bruguiera gymnorhiza</i> <i>Rhizophora mucronata</i>
Claire à <i>Avicennia marina</i>	2	12	56	<i>Avicennia marina</i> <i>Rhizophora mucronata</i>
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	3	14	60	<i>Avicennia marina</i> <i>Bruguiera gymnorhiza</i> <i>Rhizophora mucronata</i> <i>Sonneratia alba</i> <i>Xylocarpus granatum</i>

La mangrove dense présente 3 strates. Elle est haute de 16m avec une voûte forestière fermée. Par contre les mangroves claires et dégradées présentent une canopée assez ouverte. L'architecture d'*Avicennia marina* si particulière et le fait qu'elle est monospécifique offre à la mangrove claire que 2 strates. Par contre, la mangrove dégradée présente 3 strates, et est plus haute que la mangrove claire, respectivement 12m d'hauteur. (Planche 7)

#### ➤ Structure horizontale et analyse dendrométrique

Les caractéristiques dendrométriques et les biomasses des différentes catégories de mangroves sont données dans le Tableau 86.

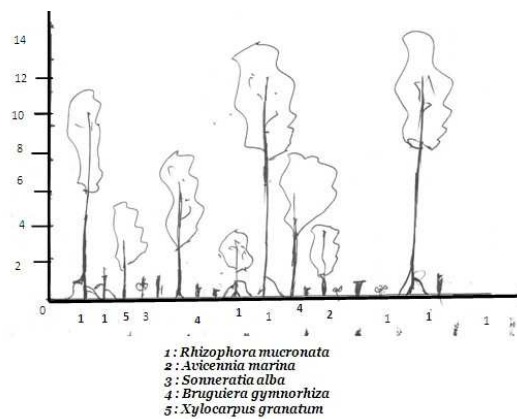
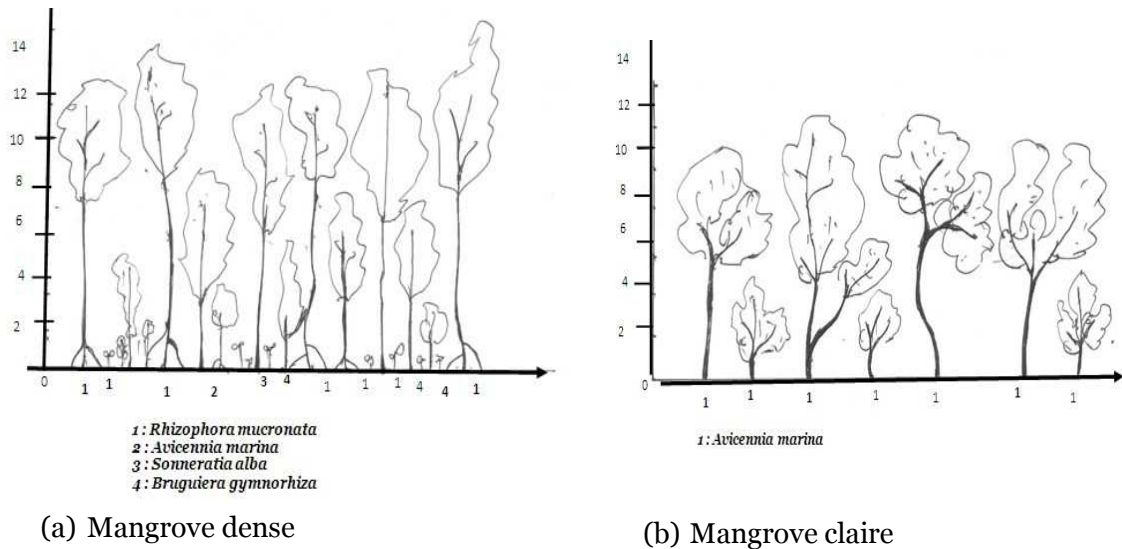
**Tableau 86** : Caractéristiques biométriques des mangroves

Catégories de mangroves	Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	Biovolume (m <sup>3</sup> /ha)	Biomasse (Kg/Ha)
Dense à <i>Rhizophora mucronata</i>	66,6	223,62	0,01
Claire à <i>Avicennia marina</i>	33,6	105,8	0,08
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	11	28,6	0,00

Les mangroves denses et claires présentent une potentialité en bois élevée. Pour les mangroves denses, les relevés ont été réalisés dans une zone protégée, ce qui fait que sa potentialité en bois est plus élevée. Toutefois, sa biomasse est un peu plus faible du fait que la distribution des espèces est très serrée dans la formation. Elle est ainsi,



dominée par des espèces de taille moyenne (diamètre autour de 10cm). Par contre, les mangroves dégradées constituent les zones de prélèvement. D'où, sa potentialité en bois et en biomasses sont très faibles.



Mangrove dégradée

**Planche 8 :** Profil schématique des différentes catégories de mangrove de Borongeny

### I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves

Dans les mangroves dégradées, les traces d'essences coupées dominent la formation. Presque 50% des individus sont coupés ou prélevés.

## II. CAPACITE D'ADAPTATION

La régénération naturelle globale est le critère utilisé pour en déduire la capacité d'adaptation des mangroves.

## II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove

### II.1.1. Taux de régénération

Le taux de régénération et le nombre des individus correspondant sont présentés dans le Tableau 87.

**Tableau 87:** Capacité de régénération des mangroves

Catégories de mangroves	Nombres d'individus régénérés	Nombre d'individus semenciers	Taux de régénération (%)
Dense à <i>Rhizophora mucronata</i>	1340	7300,00	544,78
Claire à <i>Avicennia marina</i>	1300	1000,00	76,92
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	700	1580,00	225,71

Les mangroves denses présentent un taux de régénération élevé contrairement aux mangroves claires où l'effectif des individus régénérés est faible donc son taux de régénération est faible. La mangrove dégradée, quant à elle, présente un taux de régénération moyen. En effet, les prélèvements de bois par la population locale se font généralement sur les gros diamètres.

### II.1.2. Capacité d'adaptation

Selon le taux de régénération, la capacité d'adaptation de la formation est évaluée. Ceci est donné dans le Tableau 88

**Tableau 88 :** Capacité d'adaptation des mangroves

Catégories de mangroves	Taux de régénération (%)	Capacité d'adaptation
Dense à <i>Rhizophora mucronata</i>	544,78	Moyen
Claire à <i>Avicennia marina</i>	76,92	Faible
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	225,71	Moyen

La capacité d'adaptation des mangroves denses et dégradées est plutôt moyenne contrairement aux mangroves claires qui présentent une capacité d'adaptation faible.

## III. VULNERABILITE

Le Tableau 89 représente l'état de vulnérabilité des mangroves observées dans la région.

**Tableau 89 :** Vulnérabilité des catégories de mangroves de Borongeny

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILITE	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
Dense à <i>Rhizophora mucronata</i> (alafaly)	2	2	0	Non vulnérable
Claire à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	Vulnérable
Dégradée à <i>Rhizophora mucronata</i>	2	2	0	Non vulnérable

La mangrove claire est très vulnérable dans la région. La mangrove dense et la mangrove dégradée sont non vulnérables.

#### C.4. Localité 4 : ANDRAMASAY

Les mangroves d'Andramasay sont localisées entre la mer et le chenal.

### I. SENSIBILITE DES MANGROVES

#### I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove

##### I.1.1. Abondance spécifique

Les caractéristiques floristiques des catégories de mangroves observées sont dans le Tableau 90.

**Tableau 90** : Abondance spécifique par catégories de mangroves

Catégories de mangroves	Espèces	Abondance spécifique (ind./ha)	%	Nombre total des individus
Claire à <i>Bruguiera gymnorhiza</i>	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	1041,43	64,29	1620,00
	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,00	0,00	
	<i>Avicennia marina</i>	501,43	30,95	
	<i>Sonneratia alba</i>	77,14	4,76	
Dégradée à <i>Avicennia marina</i>	<i>Xylocarpus granatum</i>	40,00	3,64	1100,00
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	40,00	3,64	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	20,00	1,82	
	<i>Avicennia marina</i>	640,00	58,18	
	<i>Sonneratia alba</i>	360,00	32,73	
Recrus à <i>Sonneratia alba</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	287,50	6,25	4600,00
	<i>Sonneratia alba</i>	4312,50	93,75	

La mangrove claire est composée de 4 espèces dont la plus dominante est *Bruguiera gymnorhiza* avec une valeur d'abondance de 64% par rapport aux autres espèces. Pour la mangrove dégradée, l'espèce dominante est *Avicennia marina*. Elle est composée de 5 espèces dont *Sonneratia alba* co-domine la formation avec *Avicennia marina*. Quant au recru, elle est dominée presque en quasi-monopopulation par *Sonneratia alba*.

##### I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur

Face aux différents facteurs du milieu, les catégories de mangrove réagissent différemment. Le Tableau 91 montre la sensibilité de ces mangroves pour chaque facteur.

**Tableau 91** : Sensibilité des mangroves par rapport à chaque facteur

Catégorie de mangrove \ Facteurs	Augmentation de la salinité	Inondation prolongée	Exondation prolongée	Ensalement
Claire à <i>Bruguiera gymnorhiza</i>	1,05	1,00	2,64	1,74
Dégradée à <i>Avicennia marina</i>	1,42	1,05	2,02	1,80
Recrue à <i>Sonneratia alba</i>	2,00	1,06	1,94	3,00

Toutes les mangroves observées présentent une sensibilité faible face à l'inondation prolongée. Egalement, les mangroves claires présentent une sensibilité faible face à l'augmentation de la salinité. Par contre, elle présente une sensibilité moyenne et forte respectivement à l'ensablement et à l'exondation prolongée. Pour les mangroves dégradées, la sensibilité est faible à l'augmentation de la salinité, moyenne à l'ensablement et à l'exondation prolongée. Pour les recrues, la sensibilité est moyenne pour l'augmentation de la salinité et l'exondation prolongée, et forte pour l'ensablement.

Ainsi, pour les mangroves claires et dégradées, l'exondation peut être un facteur limitant par contre pour les recrues, l'ensablement est vraiment le facteur limitant de leur développement.

### I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie

La sensibilité des catégories de mangroves est donnée dans le Tableau 92.

**Tableau 92 :** Sensibilité des mangroves par rapport à l'ensemble des facteurs

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILITE
Claires	1,61
Dégradée	1,57
Recrue	2

En somme, les recrues présentent une sensibilité moyenne et les mangroves claires et dégradée une sensibilité faible.

## I.2. Santé générale des mangroves

### I.2.1. Structure de la végétation

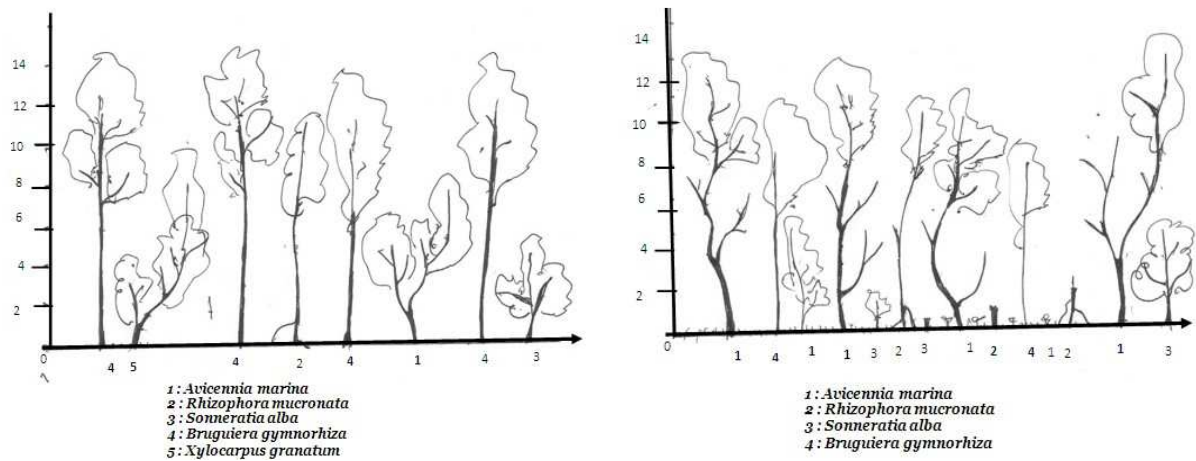
#### ➤ Structure verticale

Les données physiologiques des catégories de mangroves sont données dans le Tableau 93.

**Tableau 93 :** Caractéristiques structurale des mangroves

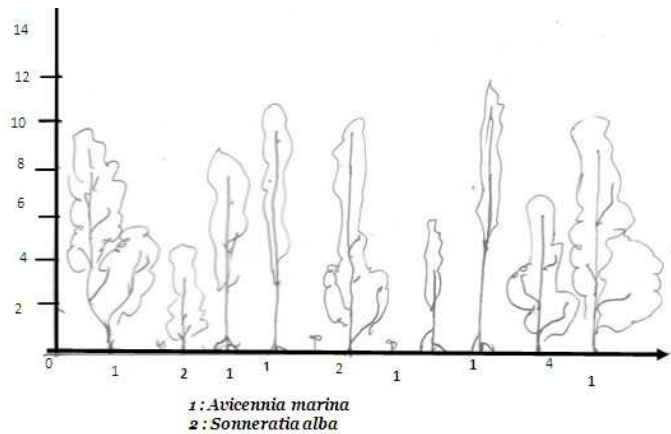
Catégorie de mangrove	Nombre de strate	Hauteur (m)	Degré d'ouverture de la canopée (%)
Claire à <i>Bruquiera gymnorhiza</i>	2	16	60
Dégradée à <i>Avicennia marina</i>	3	20	57
Recru à <i>Sonneratia alba</i>	2	12	67

Dans la localité, la mangrove dégradée est la plus haute avec 3 strates suivie de la formation claire et les recrues, toutes avec 2 strates. Concernant l'ouverture de la formation, la canopée des mangroves est plutôt ouverte. (Planche 9)



a) Mangrove claire à *Bruguiera*

b) Mangrove dégradée à *Avicennia*



Mangrove recrue à *Sonneratia*

**Planche 9 :** Profil schématique des différentes mangroves à Andramasay

➤ **Structure horizontale et analyse dendrométrique**

Les structures dendrométriques et les valeurs de biomasses des catégories de mangroves sont représentées dans le Tableau 94.

**Tableau 94 :** Caractéristiques biométriques des mangroves

Catégories de mangroves	Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	Biovolume (m <sup>3</sup> /ha)	Biomasse (Kg/Ha)
Claire à <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	40,6	194,4	0,13
Dégradée à <i>Avicennia marina</i>	68	102,2	0,37
Recru à <i>Sonneratia alba</i>	4,54	22	0,01

Concernant la dendrométrie, les mangroves claires présentent un Biovolume moyen suivie des mangroves dégradées. Les mangroves recrues présentent une

potentialité en bois faible. Concernant la biomasse, les formations dégradées présentent la plus haute valeur en biomasse. La biomasse la plus faible est localisée au niveau des recrus.

## II. CAPACITE D'ADAPTATION

### II.1. Régénération naturelle dans chaque catégorie de mangrove

#### II.1.1. Taux de régénération

Le Tableau 95 représente le taux de régénération avec les nombres d'individus correspondants par catégories de mangroves.

**Tableau 95:** Taux de régénération des différentes catégories de mangroves d'Andramasay

Catégories de mangroves	Nombre des individus semenciers	Nombre des individus régénérés	Taux de régénération
Claire à <i>Bruguera gymnorhiza</i>	380	1240	30,64
Dégradée à <i>Avicennia marina</i>	500	600	83,33
Recru à <i>Sonneratia alba</i>	4080	520	784,61

Les mangroves recrus qui sont en pleine régénération présentent un taux de régénération le plus élevé. Elles sont suivies par les mangroves dégradées et les mangroves claires, respectivement d'environ 80% et 30%. Ces valeurs montrent néanmoins que la régénération des mangroves claires et dégradées a un taux faible.

#### II.1.2. Capacité d'adaptation

Le Tableau 96 représente la capacité d'adaptation de la formation obtenue à partir du taux de régénération.

**Tableau 96 :** Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Andramasay

Catégories de mangroves	Taux de régénération (%)	Capacité d'adaptation
Claire à <i>Bruguiera gymnorhiza</i>	30,65	Faible
Dégradée à <i>Avicennia marina</i>	83,33	Faible
Recru à <i>Sonneratia alba</i>	784,62	Forte

Selon le taux de régénération, les recrus présentent une capacité d'adaptation forte contrairement aux mangroves claires et dégradées.

## III. VULNERABILITE

Le Tableau 97 représente l'état de vulnérabilité des catégories de mangroves observées dans la région.

**Tableau 97 :** Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Andramasay

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILITE	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
Clares à <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	1	3	-2	Vulnérable
Dégradée à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	Vulnérable
Recrue à <i>Sonneratia alba</i>	2	1	1	Non vulnérable

Les mangroves claires et dégradées sont très vulnérables dans la région. Par contre, la mangrove recrue est non vulnérable.

### C.5. Localité 5 : AMBAKIVAO

Dans la localité d'Ambakivao, 3 catégories de mangroves ont été observées : Mangrove dense à *Avicennia marina*, mangrove claire à *Avicennia marina*, et des mangroves rabougries à *Rhizophora mucronata*.

#### I. SENSIBILITE DES MANGROVES

##### I.1. Sensibilité intrinsèque de chaque catégorie de mangrove

##### I.1.1. Abondance spécifique

Le Tableau 98 représente Les caractéristiques floristiques des catégories de mangroves.

Dans cette localité, les mangroves rabougries sont dominées à plus de 50% par des *Rhizophora mucronata*. Avec *Rhizophora mucronata* s'ajoute *Avicennia marina* et *Ceriops tagal*. Pour la mangrove dense, elle est composée par 4 espèces dont l'espèce dominante est *Avicennia marina*. Par contre, la mangrove claire est dominée en quasi-monopopulation par *Avicennia marina*.

**Tableau 98 :** Abondance spécifique par catégories de mangroves d'Ambakivao

Catégories de mangroves	Espèces	Abondance spécifique (ind./ha)	%	Nombre total des individus
Rabougrie à <i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	575	57,58	1000,00
	<i>Avicennia marina</i>	272	27,27	
	<i>Ceriops tagal</i>	151	15,15	
Dense à <i>Avicennia marina</i>	<i>Avicennia marina</i>	948	56,45	1680
	<i>Ceriops tagal</i>	162	9,68	
	<i>Rhizophora mucronata</i>	514	30,65	
	<i>Sonneratia alba</i>	54,264	3,23	
Claire à <i>Avicennia marina</i>	<i>Avicennia marina</i>	1132,392	97,62	1160
	<i>Sonneratia alba</i>	27,608	2,38	

### I.1.2. Sensibilité des catégories pour chaque facteur

Le Tableau 99 montre la sensibilité de ces mangroves face aux différents facteurs qu'elles subissent.

**Tableau 99** : Sensibilité des mangroves en fonction des facteurs

Facteurs Catégorie de mangrove	Augmentation de la salinité	Inondation prolongée	Exondation prolongée	Ensablement
Rabougrie à <i>Rhizophora mucronata</i>	1,58	1,73	1,42	2,15
Dense à <i>Avicennia marina</i>	1,34	1,40	1,69	1,68
Claire à <i>Avicennia marina</i>	1,02	1,00	2,00	1,05

Face aux facteurs, augmentation de la salinité et à l'inondation prolongée, les 3 catégories de mangroves présentent une sensibilité faible. Egalement, concernant, l'exondation prolongée, les mangroves rabougries et denses présentent une sensibilité faible. Par contre, les mangroves claires présentent une sensibilité moyenne. Concernant l'ensablement, seules les mangroves claires présentent une sensibilité faible, les 2 autres catégories ont une sensibilité moyenne.

### I.1.3. Sensibilité de chaque catégorie

La sensibilité des catégories de mangroves est présentée dans le Tableau 100.

**Tableau 100** : Sensibilité des mangroves

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILITE
Rabougrie à <i>Rhizophora mucronata</i>	1,72
Dense à <i>Avicennia marina</i>	1,53
Claire à <i>Avicennia marina</i>	1,27

Ainsi, par rapport aux différents facteurs du milieu, les catégories de mangroves observées dans la localité présentent une sensibilité moyenne.

## I.2. Santé générale des mangroves

### I.2.1. Structure de la végétation

#### ➤ Structure verticale

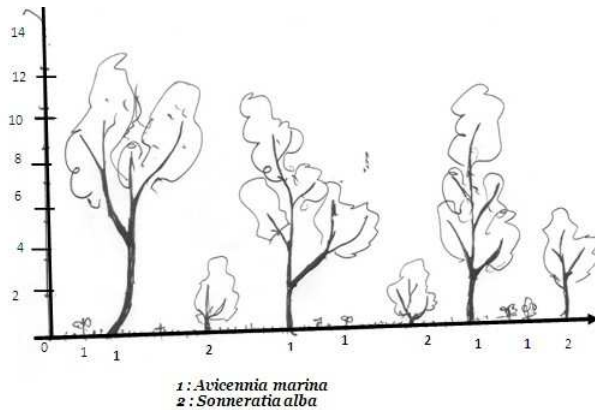
Le Tableau 101 montre les caractéristiques physionomiques des catégories de mangroves.

**Tableau 101** : Caractéristiques structurales des mangroves

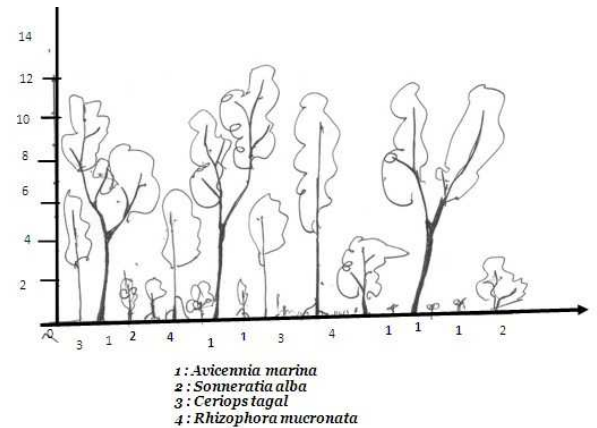
Catégorie	Nombre de strate	Hauteur	Degré d'ouverture de la canopée
Rabougrie à <i>Rhizophora mucronata</i>	1	5	57
Dense à <i>Avicennia marina</i>	3	14	40
Claire à <i>Avicennia marina</i>	2	14	55



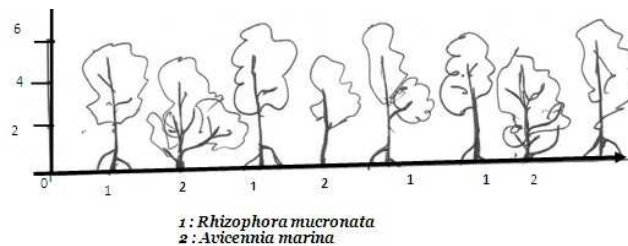
Les mangroves denses et claires présentent la même hauteur. Par contre, au niveau de la stratification, les mangroves denses et claires ont respectivement, 3 et 2 strates. Les mangroves rabougries sont basses (5m de hauteur) n'ont qu'une seule strate et la canopée est ouverte.( Planche 10)



a) Mangrove claire à *Bruguiera*



b) Mangrove dégradée



Mangrove recrue à *Sonneratia*

**Planche 10 :** Profil schématique des différentes mangroves à Ambakivao

### ➤ Structure horizontale et analyse dendrométrique

Le Tableau 102 montre les structures dendrométriques et les valeurs de biomasses des catégories de mangroves.

**Tableau 102 :** Caractéristiques biométriques des mangroves

Catégorie	Surface terrière (m <sup>2</sup> /Ha)	Biovolume (m <sup>3</sup> /Ha)	Biomasse (Kg/Ha)
Rabougrie à <i>Rhizophora mucronata</i>	7,64	20,58	—
Dense à <i>Avicennia marina</i>	36,40	137,20	0,083722
Clair à <i>Avicennia marina</i>	67,40	148,60	0,156789

### I.2.2. Indicateurs de dégradation des mangroves

Les mangroves denses constituent les zones de prélèvement de bois dans la zone. Des traces de coupes sont présentes. Dans une surface de 0,1ha, 5 traces de coupes ont été constatées.

## II. CAPACITE D'ADAPTATION

### II.1. Régénération naturelle globale dans chaque catégorie de mangrove

#### II.1.1. Taux de régénération

Le Tableau 103 représente le taux de régénération dans chaque catégorie de mangrove.

**Tableau 103** : Capacité de régénération des mangroves

Catégories de mangroves	Nombre des individus semenciers	Nombre des individus régénérés	Taux de régénération (%)
Rabougrie à <i>Rhizophora mucronata</i>	340	660	194,12
Dense à <i>Avicennia marina</i>	1240	440	35,48
Claire à <i>Avicennia marina</i>	1140	20	1,75

Pendant la période de descente sur le terrain, les palétuviers des mangroves rabougries étaient en période de floraison ce qui a permis de bien dresser la régénération de la catégorie de mangrove. Les mangroves rabougries présentent un taux de régénération moyens tandis que les mangroves denses et claires présentent un potentiel de régénération faible.

#### II.1.2. Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation dans les différents types de formation est représentée dans le Tableau 104.

**Tableau 104** : Capacité d'adaptation des mangroves

Catégories de mangroves	Taux de régénération (%)	Capacité d'adaptation
Rabougrie à <i>Rhizophora mucronata</i>	194,12	Moyenne
Dense à <i>Avicennia marina</i>	35,48	Faible
Claire à <i>Avicennia marina</i>	1,75	Faible

Ainsi, les mangroves rabougries s'adaptent mieux aux facteurs du milieu, contrairement à ce qui se passe à la mangrove dense et plus particulièrement à la mangrove claire.

### III. VULNERABILITE

Le tableau 105 représente l'état de vulnérabilité des catégories de mangroves.

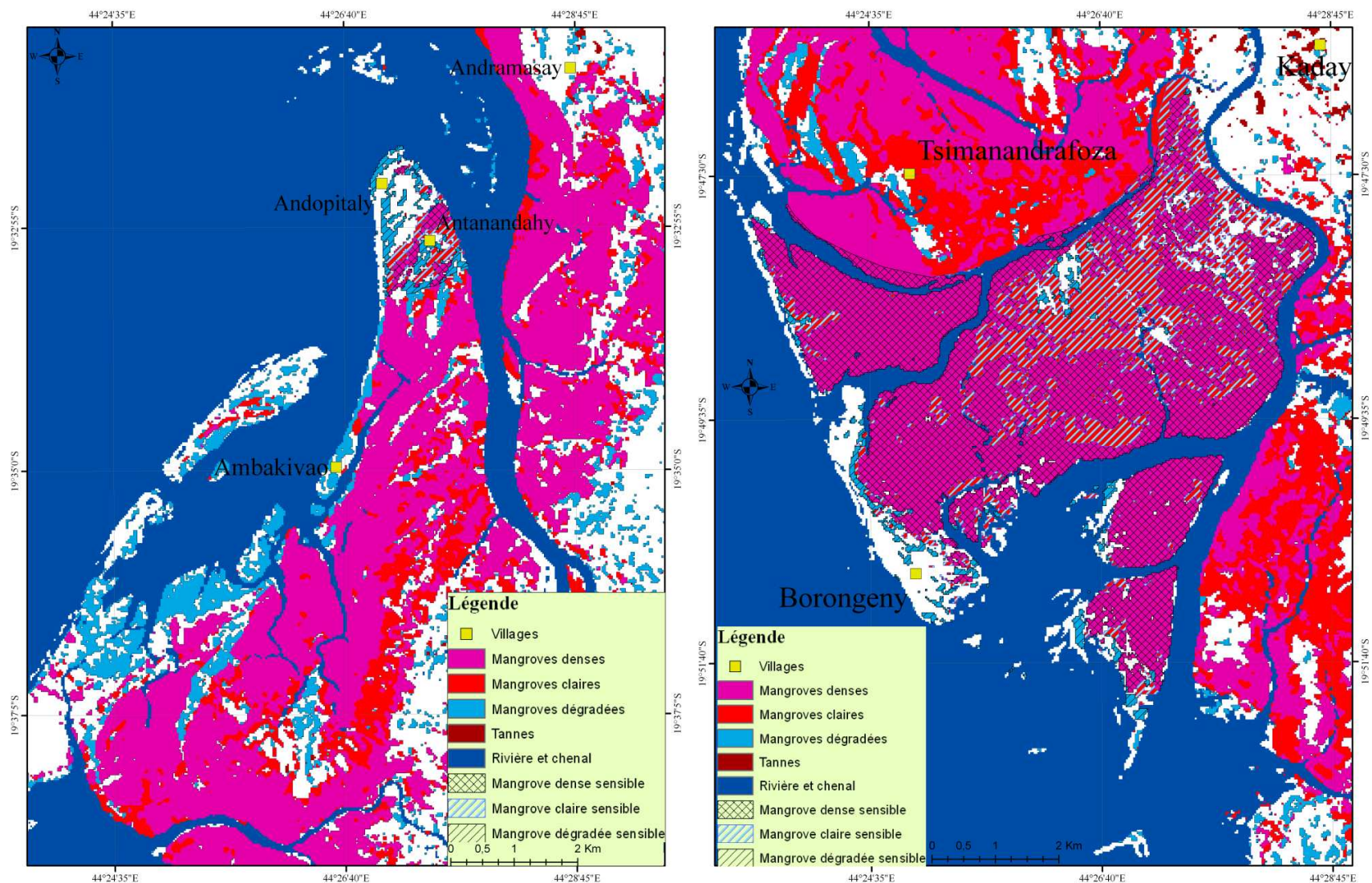
**Tableau 105 :** Vulnérabilité des catégories de mangroves d'Amakivao

CATEGORIE DE MANGROVE	SENSIBILITE	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
Rabougrie à <i>Rhizophora mucronata</i>	2	2	0	Non vulnérable
Dense à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	Vulnérable
Claire à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	Vulnérable

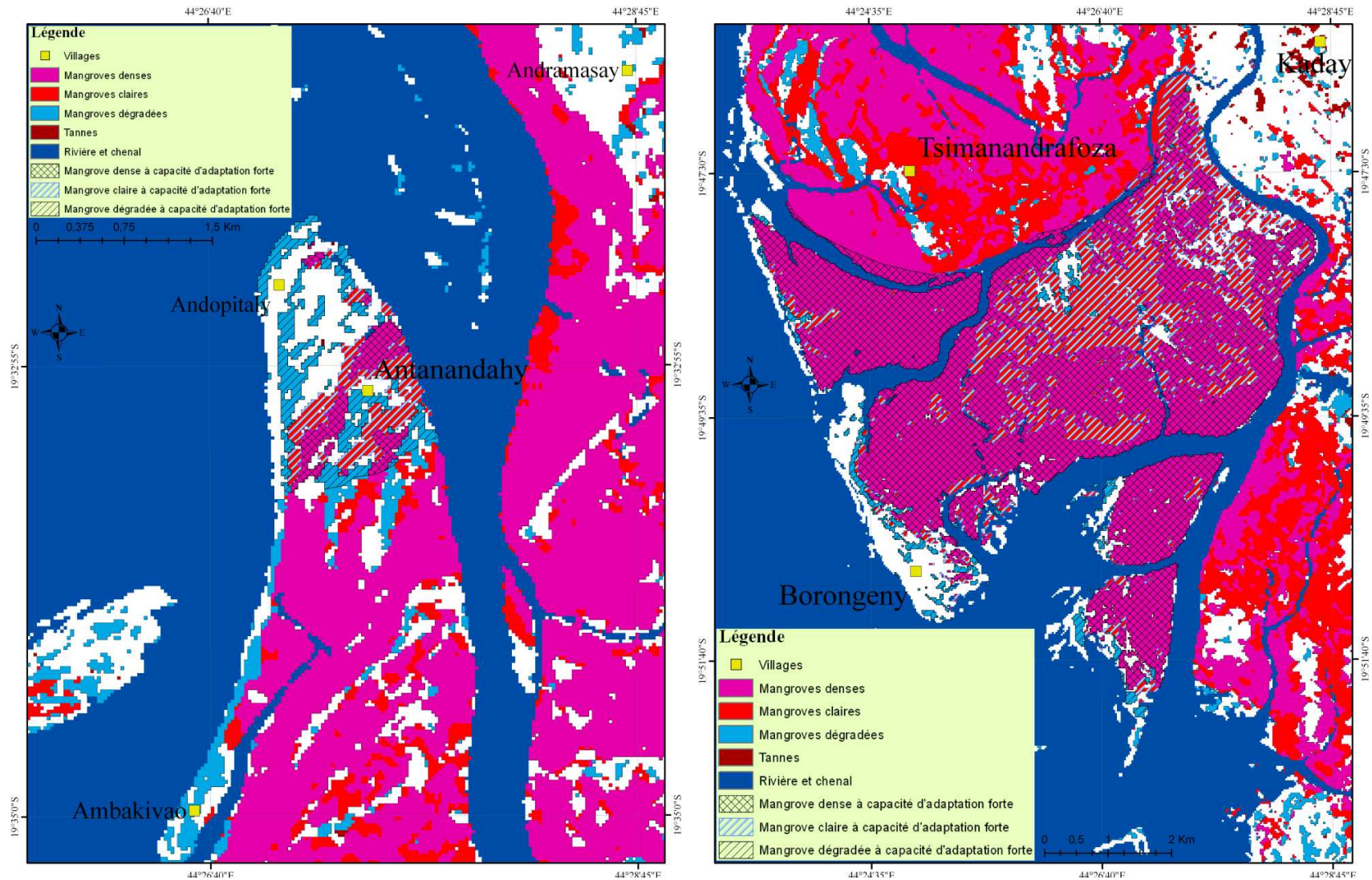
La mangrove rabougrie est non vulnérable. Les mangroves denses et claires sont vulnérables dans la région.

#### C.6. Cartographie des indicateurs

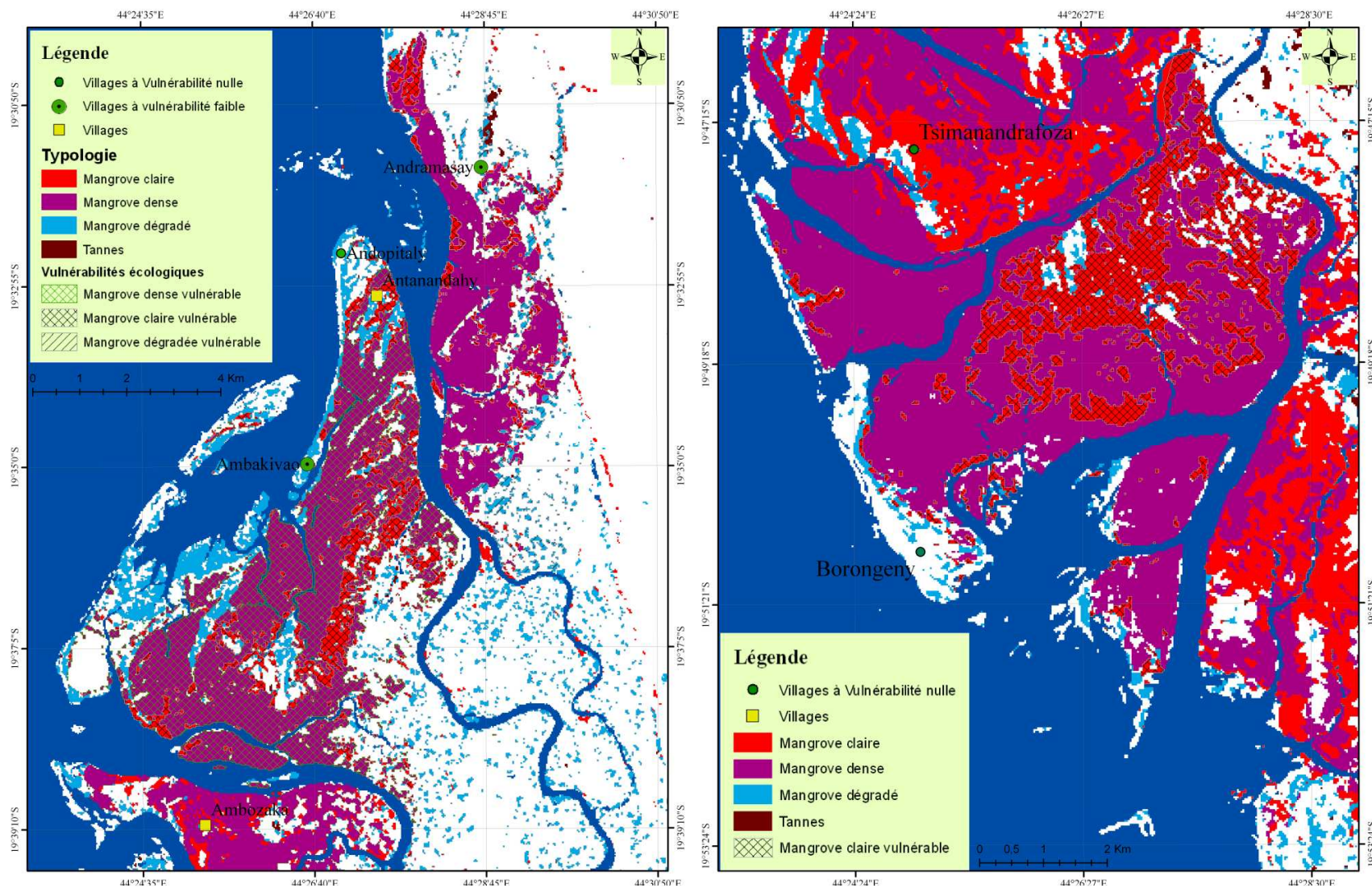
Les Carte 11, Carte 12 et Carte 13 représentent les différents indicateurs dans la zone d'étude.



Carte 11: Sensibilité des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina.



**Carte 12 :** Capacité d'adaptation des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina.



Carte 13 : Vulnérabilité des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina.

#### **D. VULNERABILITE DES MANGROVES DANS LES TROIS SITES**

Sur l'ensemble des catégories de mangroves observées, 14 stations sont vulnérables. Ces mangroves se répartissent dans les catégories de mangroves denses, claires, dégradées et rabougries. La répartition des mangroves vulnérables, dans les 3 sites, du point de vue écologique est représentée dans le Tableau 106

La vulnérabilité des mangroves dépend à la fois de la biologie de l'espèce et de la position géographique de l'habitat. La majorité des mangroves vulnérables sont dominées par *Avicennia marina*. Cette espèce est la plus sensible aux différents facteurs par rapport aux autres palétuviers. Les plantules de cette espèce ainsi que celles de *Ceriops tagal*, *Sonneratia alba* et *Bruguiera gymnorhiza* sont très sensibles aux conditions du milieu. Ces plantules présentent une certaine exigence pour se développer.

#### **E. CARTOGRAPHIE ET ELEMENTS DYNAMIQUES Y AFFERENT**

Les travaux cartographiques ont permis de faire une typologie et une évolution spatio-temporelle des mangroves dans les trois sites d'étude (Baie d'Ambaro, Masoarivo et Belo sur Tsiribihina).

La validité de la classification d'images, en plus des contraintes intrinsèques à la taille des pixels et à la nature des bandes spectrales de LANDSAT (résolution faible), est limitée du fait que les dates de prise de vue des scènes sont très étalées dans le temps. Il est tout à fait possible que des entités soient peu visibles en période de pluie alors qu'elles seraient bien visibles en période sèche et/ou inversement. Les différentes catégories de mangroves ne sont donc pas toutes visibles sur les images.

Les mangroves qui sont affectées par la hausse de la mer sont généralement celles qui se trouvent face à la mer et les chenaux.

L'analyse de la possibilité d'élargissement des mangroves est donnée après calcul de la surface disponible pour une éventuelle migration vers la terre et vers la mer.

La surface disponible pour la migration vers la terre est estimée à partir de la superficie des tannes qui reste encore en connectivité avec les mangroves, zones d'arrière mangroves qui sont encore alimentées par les marées.

**Tableau 106** : Liste des mangroves vulnérables dans les 3 sites.

Site	Localité	Catégories de mangroves	Sensibilité	Capacité d'adaptation	Vulnérabilité	Signification
Belo	Andopitaly	Claire à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	vulnérable
	Borongeny	Claire à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	vulnérable
	Andramasay	Claire à <i>Bruguiera gymnorhiza</i>	1	3	-2	vulnérable
		Dégradée à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	vulnérable
	Ambakivao	Dense à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	vulnérable
		Claire à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	vulnérable
Ambaro	Antsatrana	Dense à <i>Ceriops tagal</i>	1	3	-2	vulnérable
		Dégradée à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	vulnérable
	Ankazomborona	Dense à <i>Sonneratia alba</i>	1	3	-2	vulnérable
		Claire à <i>Avicennia marina</i>	1	3	-2	vulnérable
		Claire à <i>Ceriops tagal</i>	1	3	-2	vulnérable
		Rabougrie à <i>Ceriops tagal</i>	1	3	-2	vulnérable
		Rabougrie à <i>Ceriops tagal</i> (côté de la terre ferme)	1	3	-2	vulnérable
Masoarivo	Amboanio	Rabougrie à <i>Avicennia marina</i> (intérieur de mangrove)	1	3	-2	vulnérable



Par ailleurs, l'estimation de la surface disponible pour la migration vers la mer a été vectorisée manuellement en utilisant les informations issues par les images fournies par Google Earth (images prises en 2004 avec une résolution qui permet de visualiser les zones d'envasement au niveau des limites des côtes et des grands chenaux).

### **I. Mangroves de la Baie d'Ambaro (CR de Beramanga)**

Les données issues de la BD FTM en 1990 et le traitement d'image LANDSAT 2005 ont été utilisées pour la cartographie de la Baie d'Ambaro (Carte 14). Les résultats de classification restent très limités et ne laissent apparaître que deux catégories de mangroves : les mangroves et les tannes. La typologie et l'évolution de la surface de ces mangroves sont données dans le tableau suivant.

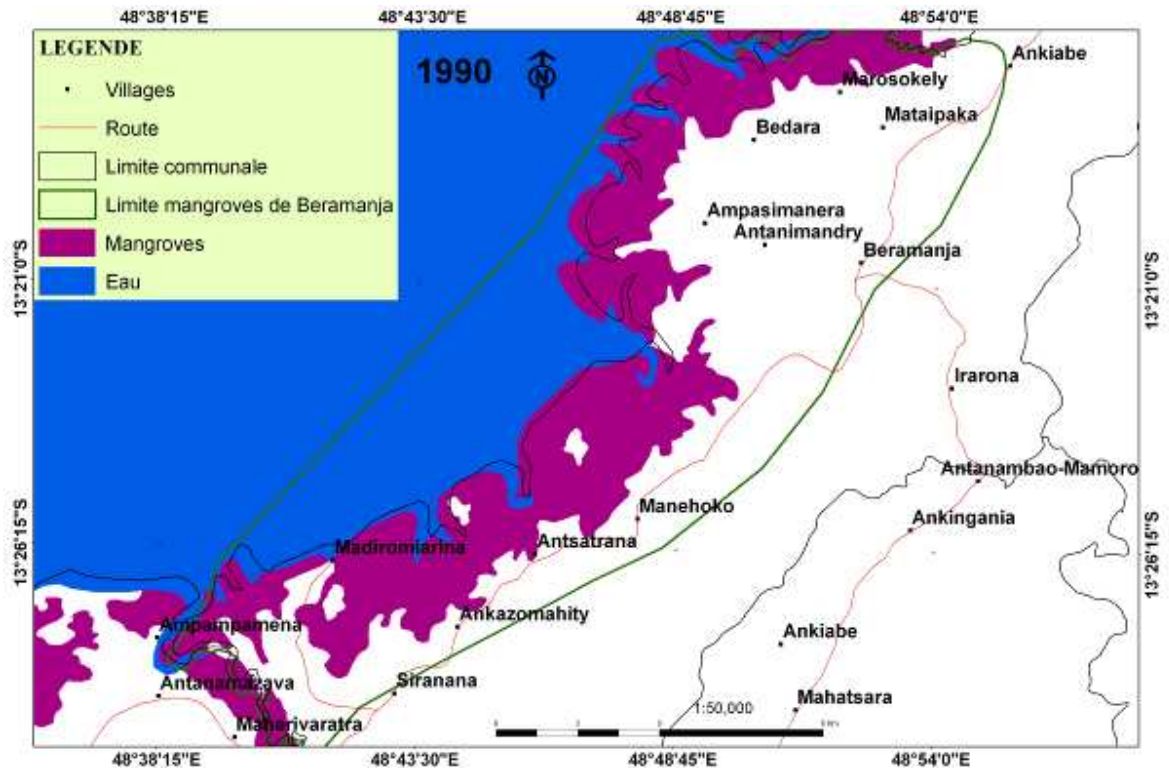
**Tableau 107** : Evolution de la superficie des mangroves de la Baie d'Ambaro (CR de Beramanja) entre 1990 et 2005.

Catégorie	Surface en 1990 (ha)	Surface en 2005 (ha)	Modification (ha)
Mangroves	5856	4188	- 1668
Tannes	-	412	-

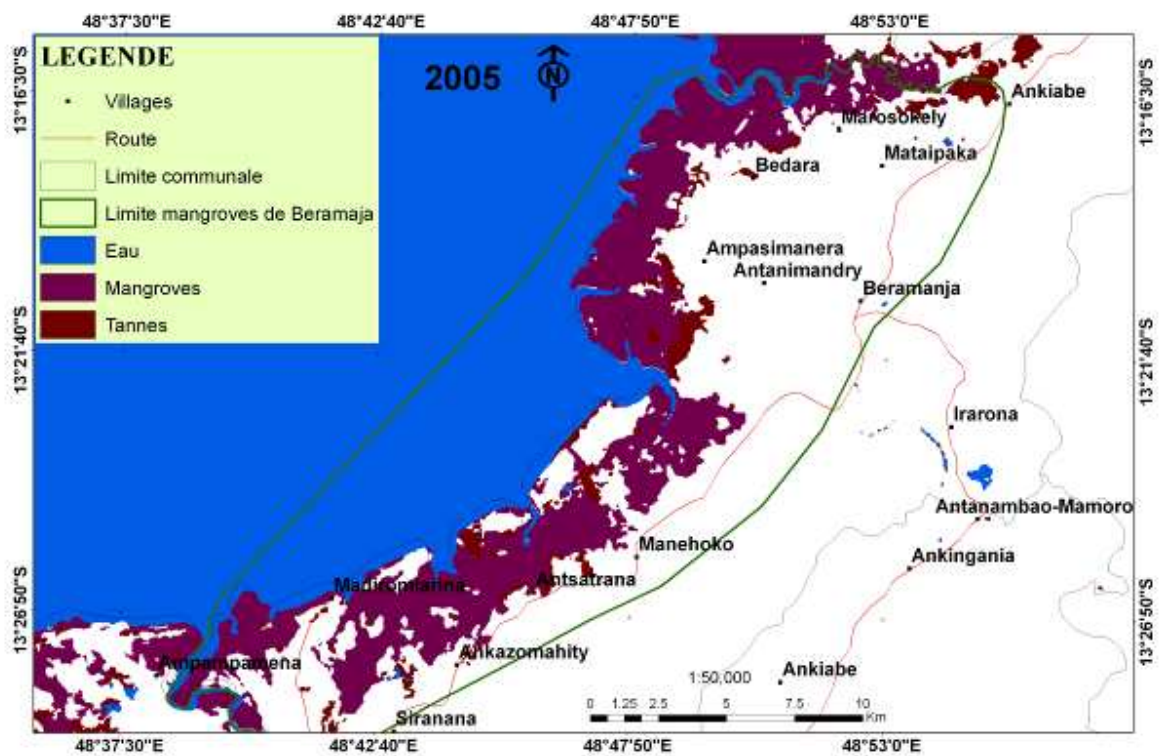
Malgré l'aspect très intact des mangroves de la CR de Beramanja, en l'espace de 15 ans, elles ont, quand même, connues un recul significatif de 1668 ha. L'apparition des tannes indique une dynamique régressive des mangroves. Les cartes suivantes illustrent l'aspect de cette diminution de la superficie des mangroves.

Concernant la possibilité de migration des mangroves de la Baie d'Ambaro vers la terre, la surface disponible de tanne qui n'est pas totalement isolée avec les mangroves est de 313 ha. Cette étendue de tannes peut encore être recolonisée par des palétuviers s'il y a retour aux conditions favorables pour le développement des formations à mangroves.

La surface disponible pour une éventuelle migration vers la mer est large et est de 5091 ha. Sur les images de Google Earth, des sédiments sont très visibles.



a)



b)

Carte 14 : Dynamique des mangroves de la CR de Beramanja entre 1990 (a) -2005 (b).

## II. Mangroves de la CR de Masoarivo

A partir des travaux de cartographie des mangroves de la zone de Masoarivo, les résultats statistiques sont mentionnés dans le tableau suivant.

**Tableau 108 :** Evolution de la superficie des mangroves de la CR de Masoarivo entre 1990, 2000 et 2005

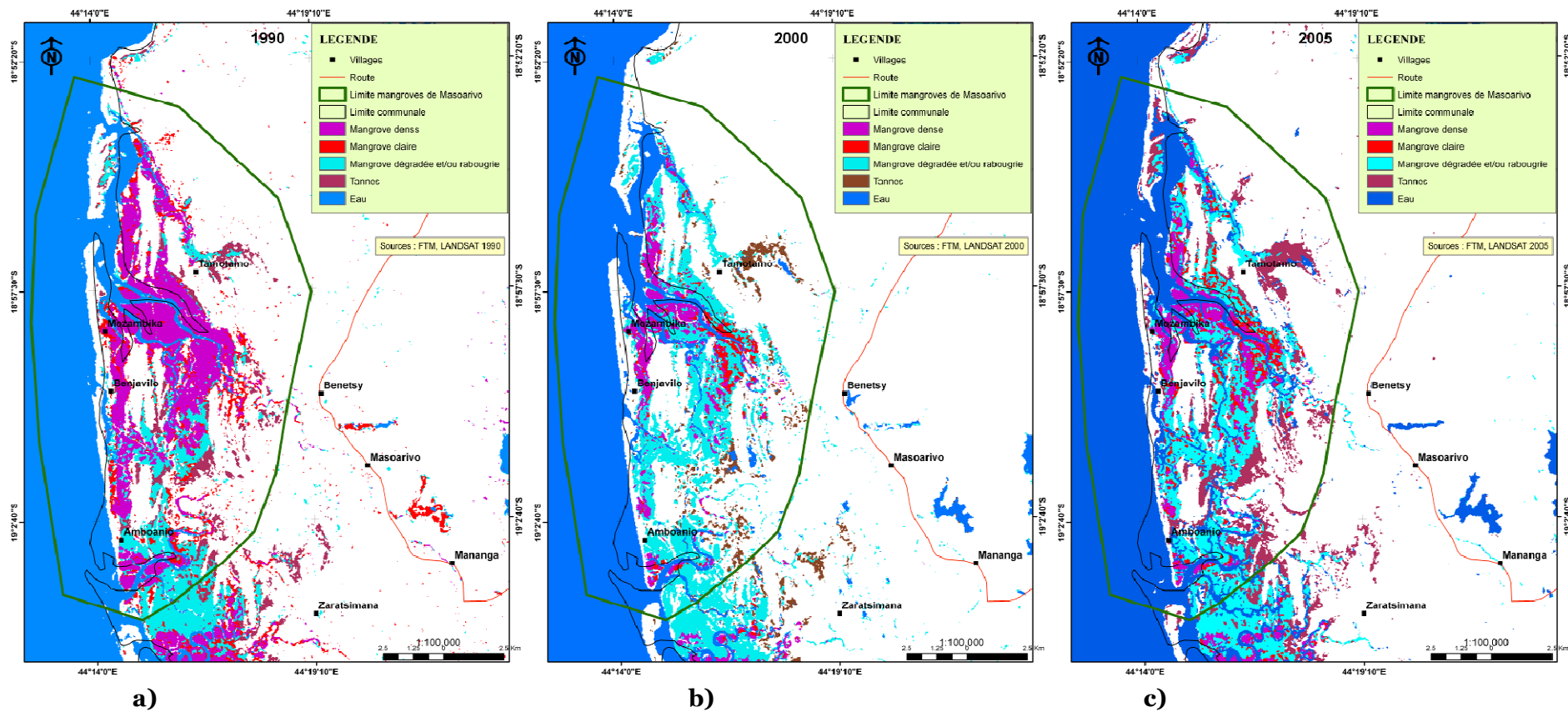
Catégorie	Surface en 1990 (ha)	Surface en 2002 (ha)	Surface en 2005 (ha)	Modification (ha)
Mangrove dense	2516	782	811	- 1705
Mangrove claire	808	314	568	- 240
Mangrove dégradée	1239	2689	2301	+ 1062
Tannes	641	470	1382	+ 741

En l'espace de 15 ans, la mangrove dense de la CR de Masoarivo a connu un recul de 1705 ha pour laisser place aux autres types de mangrove (Carte 15).

La superficie des mangroves denses a connu une importante diminution, de 2516 à 811 ha, soit un recul de 1705 ha, entre 1990 et 2000, et se stabilise avec une légère augmentation de 28 ha de 2000 à 2005. Ces mangroves denses ont cédé la place aux mangroves dégradées dont la superficie a augmenté de 1062 ha entre 1990 et 2005. Par ailleurs, cette dégradation s'est apparemment stabilisée entre 2000 à 2005 avec une légère diminution de surface dégradée de 388 ha, grâce à des actions de conservation entreprises par les organismes tels que DWCT, Peregrine Fund, les Associations FIBETSI et A2DM.

Sur une superficie totale de 811 ha de mangrove dense pour Masoarivo, seules 506 ha sont touchées par la hausse de la mer (marée).

Etant donnée que la dynamique des mangroves de Masoarivo est très régressive faisant place à une augmentation de la surface des mangroves dégradées et tannes, la surface disponible pour la migration vers la terre, de l'ordre de 520 ha, ne permet pas de compenser la totalité de la superficie perdue. La superficie d'envasement au niveau des côtes et les grands chenaux est beaucoup plus élevée de l'ordre de 4883 ha.



Carte 15 : Dynamique des mangroves de la CR de Masoarivo entre 1990(a)-2000(b)-2005(c).

### III. Mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina

L'analyse des différentes cartes nous a permis de montrer les modifications des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina (Carte 16). Du fait de l'existence de certaines anomalies au niveau de quelques lignes sur l'image de 2005, cette image n'est donc pas prise en compte dans les statistiques ci-après. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

**Tableau 109** : Evolution de la superficie des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina entre 1990 et 2000

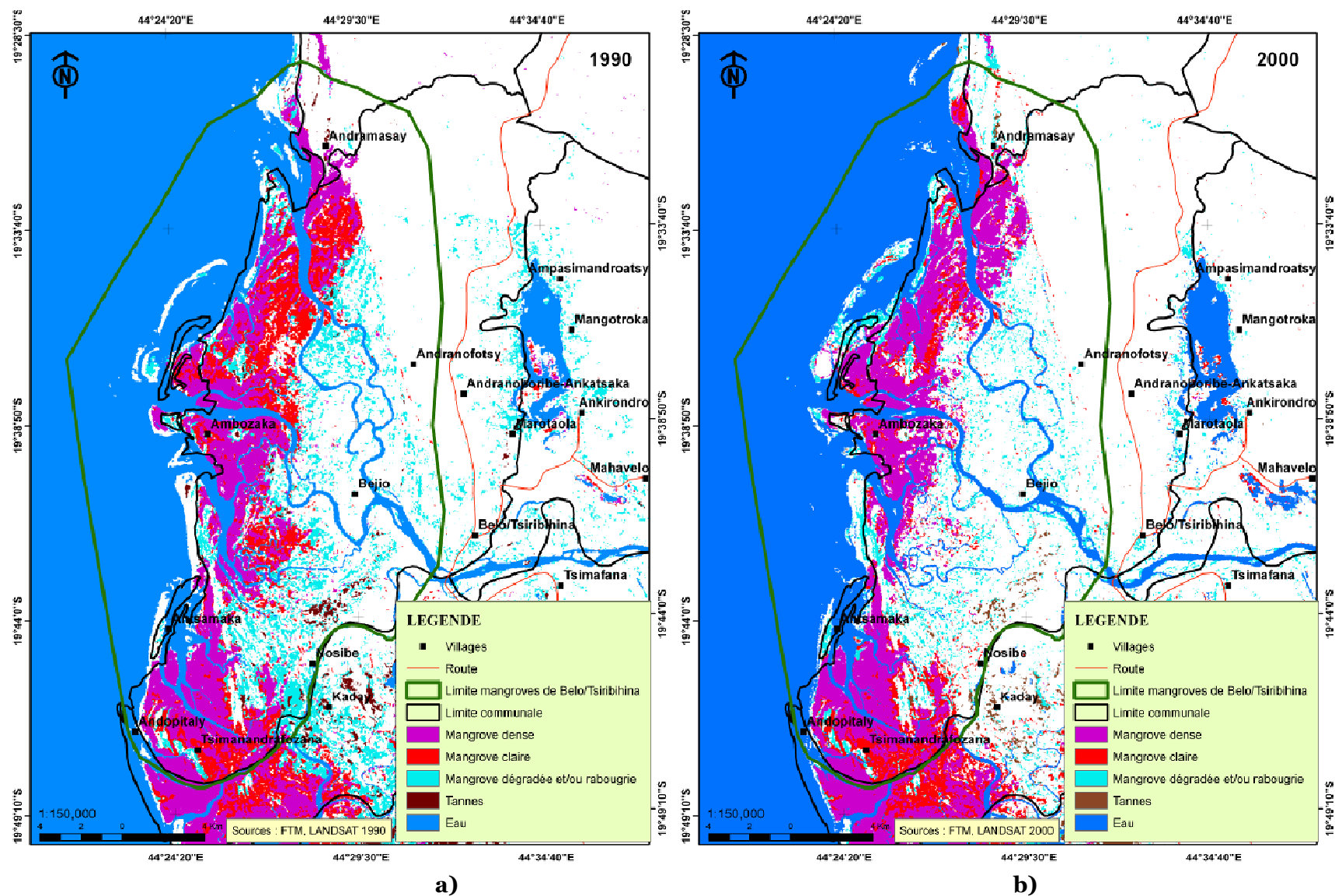
Catégorie	Surface en 1990 (ha)	Surface en 2000 (ha)	Modification (ha)
Mangrove dense	6336	6734	+ 398
Mangrove claire	3586	2132	- 1545
Mangrove dégradée	3262	2330	- 932
Tannes	300	167	- 133

Entre les années 1990 et 2000, soit en 10 ans, la mangrove dense a augmenté de 398 ha tandis que la mangrove claire, la mangrove dégradée et les tannes ont respectivement diminué de 1545 ha, 932 ha, et 133 ha.

L'augmentation de la superficie des mangroves peut être attribuée, à la dynamique progressive des mangroves. Effectivement, les palétuviers présentent une forte régénération dans les zones où les conditions écologiques sont favorables.

La zone de Belo sur Tsiribihina est bien drainée par le fleuve de Tsiribihina. Une bonne partie des mangroves denses est affectée par la hausse de la mer (marée), soit 5880 ha sur une superficie totale de 6734 ha.

Pour le cas de Belo sur Tsiribihina, presque la totalité des zones occupées par les tannes sont encore favorables pour la migration des mangroves vers le milieu continental. Cette superficie disponible est de l'ordre de 131 ha. Le phénomène d'envasement est bien visible et la superficie disponible pour la migration vers la mer est de 1002 ha.



Carte 16 : Dynamique des mangroves de la CR de Belo sur Tsiribihina 1990 (a) -2000 (b).

#### IV. SYNTHÈSE DES RESULTATS CARTOGRAPHIQUES

**Tableau 110:** Résumé synthétique des résultats cartographiques des mangroves des 3 sites

Catégorie et évolution de la superficie des mangroves					
Site	Catégorie	Surface annuelle (ha)			
		1990	2000	2005	Modification
AMBARO	Mangrove dense	5856	-	4188	- 1668
	Tannes	-	-	412	-
MASOARIVO	Mangrove dense	2516	782	811	- 1705
	Mangrove claire	808	314	568	- 240
	Mangrove dégradée	1239	2689	2301	+ 1062
	Tannes	641	470	1382	+ 741
BELO SUR TSIRIBIHINA	Mangrove dense	6336	6734	-	+ 398
	Mangrove claire	3586	2132	-	- 1545
	Mangrove dégradée	3262	2330	-	- 932
	Tannes	300	167	-	- 133
Surface disponible pour la migration des mangroves					
Site	Surface (ha)				
	vers la terre (Tannes encore alimentées par les marées)		vers la mer (Zone d'envasement)		
AMBARO	313		5091		
MASOARIVO	520		4883		
BELO SUR TSIRIBIHINA	124		1002		
Surface des mangroves denses affectées par la hausse de la mer					
Site	Surface (ha)				
AMBARO	-				
MASOARIVO	506				
BELO SUR TSIRIBIHINA	5880				

## CONCLUSION GENERALE

Les mangroves figurent parmi les écosystèmes biologiquement productifs sur la terre. Elles procurent des biens pour les communautés côtières dont la protection du milieu marin et terrestre, l'épuration de l'eau et la fourniture de produits forestiers. Actuellement, elles sont exposées à des pressions multiples telles que les facteurs anthropiques et climatiques. Plusieurs activités y sont ainsi exercées, notamment la pêche et toutes autres activités connexes, la coupe de bois pour diverses utilisations (bois de construction, bois d'œuvre, bois de chauffe) et l'agriculture. En plus, les impacts négatifs sur les écosystèmes de mangroves pourraient être davantage aggravés par les effets du changement climatique. Par conséquent, l'étude de la sensibilité, de la santé de régénération et de la capacité d'adaptation des mangroves est nécessaire pour évaluer leur importance en vue de développer des mesures d'adaptation au changement climatique.

La sensibilité de chaque catégorie est soumise aux différents facteurs susceptible d'avoir des influences sur les espèces qui constituent les différentes catégories: augmentation de la salinité ; inondation prolongée ; exondation prolongée et ensablement. Soumis à ces différents facteurs, l'état des mangroves peuvent être soumis à des changements. Concernant les facteurs inondation et exondation prolongées, les catégories de mangroves présentent une sensibilité moyenne sauf pour les mangroves claires pour l'inondation prolongée. La sensibilité des mangroves est aussi liée à la richesse floristique. Plus les mangroves sont riches en espèces, plus ces espèces sont sensibles aux facteurs du milieu et ainsi, plus la formation est sensible. Les espèces végétales de la mangrove en fonction de leurs caractéristiques réagissent différemment aux différents facteurs. Les mangroves composées des espèces de RHIZPHORACEAE ont une sensibilité légèrement faible vis-à-vis de l'augmentation de la salinité, de l'inondation et l'exondation prolongée. Mais elles sont très sensibles envers le facteur ensablement. Les mangroves à dominance d'*Avicennia marina* ont une faible sensibilité vis-à-vis de tous les facteurs. La capacité d'adaptation de chaque catégorie des mangroves dépend des espèces et des conditions dans lesquelles elles se trouvent (durée et hauteur d'immersion, caractéristiques du sol, etc.). Les mangroves dégradées, denses et claires présentent une capacité d'adaptation moyenne. Les mangroves constituées par des espèces qui peuvent s'adapter facilement à une forte salinité du substrat présentent une forte capacité d'adaptation.

Pour la santé générale des mangroves, elle est évaluée à partir de la structure de la végétation (la hauteur et le degré d'ouverture de la canopée, le biovolume, la biomasse). En général, les mangroves denses sont caractérisées par un degré d'ouverture de la canopée un peu faible et cette ouverture de la canopée a été remarquée dans les mangroves claires et dans les mangroves dégradées. En générale, les mangroves recrues présentent un taux de régénération élevé par rapport aux autres types de mangroves. Cela explique que cette catégorie de mangrove présente une très bonne capacité d'adaptation. Par contre, les indicateurs de dégradation sont caractérisés par la présence des individus morts sur pieds et les traces de coupe modifiant l'aspect physique de la mangrove. Les facteurs qui déterminent la dégradation sont d'origine naturelle comme le vent, érosion marine, recul de plage et l'ensablement ou d'origine anthropique tel que les coupes abusives.

Selon la catégorie de mangrove, le nombre de strates varie. Les mangroves denses sont formées surtout par trois strates tandis que les mangroves claires et les mangroves dégradées sont constituées par deux ou trois strates. Les mangroves rabougries et les mangroves recrues sont caractérisées par une ou deux strates. Les mangroves formées par



des grands arbres produisent la plus grande biomasse. Les mangroves denses sont caractérisées par une biomasse assez élevée à cause de la hauteur et du diamètre des individus qui les constituent. La plus faible valeur de biomasse est observée au niveau des mangroves rabougries qui sont constituées par des individus de très faible hauteur et de diamètre. Les mangroves denses présentent une surface terrière élevée et un biovolume également élevé.

Aussi, la présente étude montre la vulnérabilité des mangroves face aux différents facteurs consécutifs au changement climatique. Cette étude visait à identifier les zones très vulnérables au changement climatique en vue de déterminer les zones de mangroves à conserver et à restaurer. Les résultats obtenus montrent que presque toutes les catégories des mangroves sont affectées. L'impact des effets néfastes des changements climatiques sur la production de biens et de services est considérable et se traduit par une menace croissante sur la survie des espèces. Les mangroves formées surtout par des espèces d'*Avicennia marina* sont les plus vulnérables. Si le rythme de la déforestation continue, la majorité des écosystèmes de mangroves disparaîtront avant même que les impacts significatifs du changement climatique se manifestent. Le développement de stratégies d'adaptation pour les écosystèmes de mangroves doit se concentrer sur des mesures qui tiennent compte des pressions anthropiques aussi bien de l'augmentation de la résilience des écosystèmes de mangroves face au changement climatique.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLABY, M. 1994. The concise Oxford Dictionary of Ecology. Oxford University Press. pp 10-12.
- ALONGI, D. 2007. Mangrove forests: protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol.76, pp 1-13.
- ANDRIANJOHANY, S., 1992. Inventaire des poissons de la mangrove de Masoarivo. Mém, DEA, Ecologie animale. Univ. Tana, 60p.
- BCPA et WWF, 2006. Proposition d'un plan simplifié d'aménagement et de gestion des mangroves de Menabe Nord. 167p.
- BESAIRIE, H., 1972. Précis de géologie. Fascicule XXVI. Service géologique Antananarivo. 463p.
- BETOTOZAFY, S., 1994. Contribution à l'étude de la régénération naturelle et de l'évolution spatio-temporelle de la mangrove de Masoarivo. Mém. DEA, option Ecologie Végétale. Univ. Tana, 46p.
- DONQUE, G., 1975. Contribution géographique à l'étude du climat de Madagascar. Thèse de Doctorat. Paris. 468 pp.
- GACHET, C. 1959. Les palétuviers de Madagascar. *Bulletin de Madagascar*, 153 :pp113-157.
- GAO, J., 1999, A comparative study on spatial and spectral resolutions of satellite data in mapping mangrove forests. *International Journal of Remote Sensing*, 14, 2823–2833.
- géographique à l'étude d'un milieu naturel tropical; Livres I, II et III. Thèse de Doctorat d'Etat, Institut de Géographie, Univ. Bordeau III: 676p.
- GILMAN E.L., ELLISON J., DUKE N.C. & FIELD C., 2008. Threats to mangroves from climate change and adaptation options: a review. *Aquatic botany*, vol. 89, pp 237-250.
- GODRON, M., DAGET, P., EMBERGER, L., LONG, G., LE FLOCH, E., POISSONET, J., SAUVAGE, C. & WACQUANT, J.P., 1983 .Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Édit. CNRS, Paris. 296p.
- GOUNOT, M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson. Paris. 314p.
- GREEN, E. P., CLARK, C. D., MUMBY, P. J., EDWARDS, A. J., and ELLIS, A. C., 1998, Remote sensing techniques for mangrove mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 5, 935–956.
- HERVIEU, J., 1965. Contribution à l'étude du milieu fluvio-marin sur les côtes occidentales de Madagascar. Publication Centre ORSTOM de Tananarive, 47p.
- HERVIEU, J., 1968. Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical. ORSTOM, Paris, 400p.
- IPCC, 2007, Summary of Policymakers. In: *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of working group II to the fourth assessment Report of the intergovernmental Panel on climate change, M.L. PARRY, O.F. Canziani, J.P.

- Palutikof, P.J. Van Der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 17 pages.
- KIENER, A, 1972. Ecologie, Biologie et possibilités de mise en valeur des mangroves
- LEBIGRE, J. M., 1990. Les marais maritime du Gabon et de Madagascar. Contribution Malgaches. Bulletin de Madagascar., 308p.
- Mc LEOD E. & SALM R.V., 2006. Managing Mangroves for resilience to climate change. UICN, Gland, Switzerland. 64 pages.
- MORAT, P., 1973. Les savanes du sud-ouest de Madagascar (Mémoires n° 68), Paris, France, Orstom, 235 p.
- PIERRE, J. M., 1993. Les mangroves de l'estuaire de la Betsiboka, Madagascar: Potentialités en ressources ligneuses et perspectives d'une gestion communautaire. Mém. stage DESS " Gestion des systèmes Agro-sylvo-pastoraux en zones tropicales". Univ. Paris XII. Val de Marne. 80p.
- RAKOTONIAINA, R. P., 1996. Approche de dynamique de la mangrove dans la baie de Mahajamba. Univ. Tana. Ecole Supérieure Des Sciences Agronomiques, Département des Eaux et Forêts. Mém. DEA, Sciences Forestière, Option « Milieu Rural et Foresterie Paysanne ». 65p.
- RAKOTORAMIARANTSOA, H., 1993. La mobilité, réponses des sociétés paysannes à l'instabilité des conditions naturelles d'un milieu deltaïque: ex du delta de Tsiribihina, centre ouest de Madagascar. Ecole Normale Supérieure, Univ. Tana, Rap de mission. 16p.
- RANDRIAMIARISOA, P., RAFENOMANANTSOA, I. & RAFOMANANA, G., 1997a. Etude d'impacts Environnementaux du projet de creveticulture de la société POLYTRADE Co. BCPA/POLYTRADE. 47p.
- ROLLET, G., 1979. Application de diverses méthodes d'analyse de données à des inventaires forestiers détaillés levés en forêt tropicale. *Oecologia plantarum*. Tome 14. Edition Gauthier-Villars: pp 319-344.
- ROTHER, P. L., 1964. Régénération naturelle en forêt tropicale de *Dipterocarpus dyeri* (Dau) sur le versant cambodgien de golfe du Siam. *Bois et forêt des tropiques* 8 :386 – 397.
- SCHOWENGERDT, R., (1997): Remote sensing, models and methods for image processing. Academic press, 521 p.