

« Analyse de vulnérabilité des écosystèmes de mangroves et des faunes associées de la Baie d'Ambaro, des risques climatiques et propositions de stratégies d'adaptation appropriées »

Rapport Final

Ce rapport a été rédigé par l'équipe de l'Young Progress composée de :

- RATOVOSON Arimino Aina Navale
- RAZAFINDRIANILANA Tsiory
- RAMBOATIANA Nantenaina
- RAKOTOARISON Laurent Mahery
- RAMANAMANDIMBY Pierrot
- RAKOTOMALALA Lovasoa Sarobidy

Les travaux de collecte des données sur le terrain ont été appuyés par :

- FALINIRIANA Derasoa
- ANDRIAMIARANTSOA Nandrianina
- ANDRIANARIMANANA Manda Rovaniaina
- ANJARA HARIVELO Toky
- RANDRIAMIADANARIVO Tafita
- RASOLOARIMANANA Mialiniaina Michèle
- SOLOFONIRINA RAMARSON Jessica
- AMBININTSOA Laricha Ninah Alphonse

## SOMMAIRE

<i>Liste des photos</i>	<i>viii</i>
<i>Liste des figures</i>	<i>ix</i>
<i>Liste des cartes</i>	<i>x</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>xi</i>
<i>Liste des annexes</i>	<i>xiii</i>
<i>Liste des acronymes</i>	<i>xiv</i>
<i>Glossaire</i>	<i>xv</i>
<i>Résumé exécutif</i>	<i>xvi</i>
<i>Executive summary</i>	<i>xix</i>
<b>1. Introduction</b>	<b>1</b>
1.1. Contexte	1
1.2. Objectifs	2
1.3. Résultats attendus	2
<b>2. Zones d'intervention</b>	<b>3</b>
2.1. Situation globale	3
2.2. Situation des sites prioritaires	4
<b>3. Méthodologie d'approches</b>	<b>6</b>
3.1. Cadre d'analyse globale	6
3.1.1. Approche d'analyse suivant la ligne directrice AR5	6
3.1.1.1. Principe de l'approche	6
3.1.1.2. Traitement et analyse des données	7
3.1.2. Approche « Climate Crowd »	10
3.2. Développement des indicateurs	12
3.2.1. Indicateurs pour l'analyse des risques écologiques sur les mangroves	12
3.2.2. Indicateurs des risques sociaux et économiques	17
3.3. Analyse cartographique et spatiale	20
3.3.1. Protocole d'analyse	20
3.3.1.1. Cartographie participative et retraçage sur fonds d'image Google Earth	20
3.3.1.2. Relevé de points GPS	22
3.3.2. Traitement spatial	23
3.3.2.1. Classification de l'occupation du sol et des mangroves	23
3.3.2.2. Analyse de la dynamique et changement de l'occupation du sol et des mangroves	25
3.3.2.3. Identification des zones prioritaires pour la restauration	27
3.4. Analyse des risques sur les écosystèmes de mangroves	27
3.4.1. Protocole d'inventaire	27
3.4.1.1. Dispositif d'inventaire et système d'échantillonnage	27

3.4.1.2.	Réalisation et collecte des données sur le terrain	28
3.4.1.3.	Inventaire de la production de graine	28
3.4.1.4.	Enquêtes de collecte d'informations secondaires	29
3.4.2.	Méthode de traitement des variables floristiques et écologiques	29
3.4.2.1.	Estimation de la richesse spécifique	29
3.4.2.2.	Estimation de la densité relative	29
3.4.2.3.	Estimation de la densité des régénérations naturelles	29
3.4.2.4.	Estimation de la productivité en graine	30
3.4.2.5.	Analyse descriptive des variables floristiques	30
3.4.2.6.	Calcul de l'indice de Shannon	30
<b>3.5.</b>	<b>Elaboration de l'état de référence sur la faune</b>	<b>31</b>
3.5.1.	Protocole d'inventaire	31
3.5.1.1.	Méthodes d'inventaire	32
3.5.1.2.	Enquêtes pour la collecte d'informations secondaires	33
3.5.2.	Méthode de traitement des variables faunistiques	33
<b>3.6.</b>	<b>Analyse des risques sur les moyens de subsistance de la population</b>	<b>34</b>
3.6.1.	Dispositif d'enquêtes	34
3.6.1.1.	Focus group	34
3.6.1.2.	Questionnaire	35
3.6.2.	Méthodes de traitement des variables sociales et économiques	35
<b>4.</b>	<b>Résultats</b>	<b>36</b>
<b>4.1.</b>	<b>Synthèse descriptive des informations de référence utilisées</b>	<b>36</b>
4.1.1.	Baseline sur la situation spatiale et la dynamique des mangroves	36
4.1.1.1.	Cartographie de l'occupation du sol à l'échelle paysage	36
4.1.1.2.	Cartographie des mangroves	39
4.1.1.3.	Cartographie de la dynamique d'occupation du sol à l'échelle paysage	42
4.1.1.4.	Cartographie de la dynamique des mangroves	48
4.1.2.	Baseline sur les caractéristiques écologiques et floristiques des mangroves	50
4.1.2.1.	Récapitulatif des réalisations sur le terrain	50
4.1.2.2.	Richesse spécifique	50
4.1.2.3.	Densité relative	51
4.1.2.4.	Analyse descriptive des portes graines	52
4.1.2.5.	Analyse descriptive des régénérations naturelles	53
4.1.2.6.	Estimation de la productivité en graine	54
4.1.3.	Baseline sur la faune	57
4.1.3.1.	Mammifères	57
4.1.3.2.	Reptiles	59
4.1.3.3.	Amphibiens	62
4.1.3.4.	Oiseaux	63
4.1.3.5.	Limite des inventaires faunistiques	66
4.1.4.	Baseline sur les moyens de subsistance de la population	67
4.1.4.1.	Ressources naturelles	67
4.1.4.2.	Secteur agricole	67
4.1.4.3.	Secteur pêche	70
4.1.4.4.	Secteur élevage	71

<b>4.2.</b>	<b>Les principaux dangers climatiques dans la zone</b>	<b>73</b>
4.2.1.	Précipitation	73
4.2.2.	Température	74
4.2.3.	Sècheresse	76
4.2.4.	Événement climatique extrême : cyclone	76
4.2.5.	Vent	78
4.2.6.	Niveau de la mer	79
<b>4.3.</b>	<b>Situation des risques des mangroves par rapport aux dangers climatiques</b>	<b>80</b>
4.3.1.	Synthèse bibliographique des impacts du changement climatique sur l'écosystème de mangrove	80
4.3.1.1.	Élévation du niveau de la mer	81
4.3.1.2.	Tempêtes et cyclones	81
4.3.1.3.	Précipitation	82
4.3.1.4.	Température	82
4.3.1.5.	Tolérance des espèces de la Baie d'Ambaro à la variabilité des aléas climatiques	83
4.3.2.	Chaîne d'impact	83
4.3.2.1.	Risque de mort sur pied des mangroves	84
4.3.2.2.	Risque d'ensablement des mangroves	85
4.3.2.3.	Risque d'appauvrissement spécifique des mangroves	87
4.3.2.4.	Risque de recul des mangroves	88
4.3.3.	Évaluation des risques climatiques	89
4.3.3.1.	Analyse de risque de mort sur pied des mangroves	91
4.3.3.2.	Analyse de risque d'ensablement des mangroves	93
4.3.3.3.	Analyse de risque d'appauvrissement spécifique des mangroves	96
4.3.3.4.	Analyse de risque de recul des mangroves	98
4.3.3.5.	Risque climatique global de l'écosystème de mangrove de la Baie d'Ambaro	101
4.3.4.	Situation des zones sensibles	103
<b>4.4.</b>	<b>Situation des risques sur les moyens de subsistance par rapport aux dangers climatiques</b>	<b>105</b>
4.4.1.	Vulnérabilité – sensibilité	105
4.4.1.1.	Secteur agricole	105
4.4.1.2.	Secteur pêche	105
4.4.1.3.	Secteur élevage	106
4.4.2.	Vulnérabilité – capacité	107
4.4.2.1.	Secteur agricole	107
4.4.2.2.	Secteur pêche	108
4.4.2.3.	Secteur élevage	108
4.4.3.	Exposition	109
4.4.3.1.	Secteur agricole	109
4.4.3.2.	Secteur pêche	110
4.4.3.3.	Secteur élevage	111
4.4.4.	Risques	111
4.4.4.1.	Chaînes d'impact	111
4.4.4.2.	Évaluation des risques climatiques	114
<b>4.5.</b>	<b>Stratégie d'adaptation face au changement climatique</b>	<b>118</b>

4.5.1.	Grandes lignes d'actions _____	119
4.5.1.1.	Actions stratégiques pour l'adaptation des mangroves _____	119
4.5.1.2.	Actions stratégiques pour l'adaptation de la communauté riveraine des mangroves _____	121
4.5.2.	Actions prioritaires pour l'adaptation des écosystèmes mangroves _____	122
4.5.3.	Actions prioritaires pour l'adaptation sociale _____	127
4.5.4.	Planification des actions de restauration _____	132
4.5.4.1.	Situation de la restauration actuelle _____	132
4.5.4.2.	Sites de restauration future _____	135
4.5.4.3.	Sites de restauration potentielle _____	137
<b>4.6.</b>	<b>Protocole de suivi pour la faune et la flore _____</b>	<b>139</b>
4.6.1.	Protocole de suivi des espèces faunistiques _____	139
4.6.2.	Protocole de suivi des espèces floristiques _____	141
4.6.2.1.	Suivi de l'état sanitaire des mangroves : Placettes permanentes de suivi (PPS) _____	141
4.6.2.2.	Suivi de l'état de développement : Suivi phénologique _____	142
4.6.3.	Suivi des pressions et menaces sur l'écosystème _____	143
<b>5.</b>	<b>Conclusion _____</b>	<b>146</b>
<b>6.</b>	<b>References bibliographiques: _____</b>	<b>149</b>
<b>7.</b>	<b>Annexes _____</b>	<b>155</b>
7.1.	Annexe 1 : Termes de référence de l'étude _____	155
7.2.	Annexe 2 : Questionnaire pour Climate Crowd _____	162
7.3.	Annexe 3 : Carte de déforestation des mangroves au niveau de chaque site _____	168
7.4.	Annexe 4 : Cartes d'occupation du sol en 2018 par site _____	172
7.5.	Annexe 5 : Superficie des mangroves par sites _____	177
7.6.	Annexe 6 : Taux de déforestation par site _____	178
7.7.	Annexe 7 : Répartition spatiale des points de validation _____	179
7.8.	Annexe 8: Répartition des chantiers et des chenaux utilisés comme transect dans les sites d'inventaire 180	
7.9.	Annexe 9: Nom des sites d'inventaire dans les trois zones d'études _____	181
7.10.	Annexe 10: Fiche de collecte des données à enregistrement multiple _____	182
7.11.	Annexe 11: Détails sur le calcul du taux de rencontre des animaux durant l'inventaire faunistique	183
7.12.	Annexe 12 : Liste des Oiseaux recensé par Reniala en 2015 _____	186
7.13.	Annexe 13 : Détails de calcul sur l'indice de diversité de la faune _____	187
7.14.	Annexe 14 : Liste des espèces d'oiseaux _____	200
7.15.	Annexe 15 : Détails sur le Baseline de la subsistance de la population _____	202
7.16.	Annexe 16 : Détails sur la sensibilité sur les secteurs prioritaires de subsistance de la population	206
7.17.	Annexe 17 : Exposition des secteurs de subsistance de la population _____	208
7.18.	Annexe 18 : Fiche de suivi écologique participatif (SEP) _____	211

7.19.	Annexe 19 : Fiche de suivi floristique (Suivi des placettes permanentes) _____	212
7.20.	Annexe 20 : Fiche de suivi phénologique _____	213
7.21.	Annexe 21 : Données utilisé pour l'analyse de risque de mort sur pied des mangroves _____	214
7.22.	Annexe 22 : Données utilisé pour l'analyse de risque d'ensablement des mangroves _____	216
7.23.	Annexe 23 : Données utilisé pour l'analyse de risque d'appauvrissement spécifique des mangroves 218	
7.24.	Annexe 24 : Données utilisé pour l'analyse de risque de recul des mangroves _____	220

## LISTE DES PHOTOS

<i>Photo 1 : Exemples de carte préétablie et imprimée avant la descente sur le terrain</i>	20
<i>Photo 2 : Exemple de croquis obtenue à partir de la cartographie participative</i>	22
<i>Photo 3 : Retraçage des informations obtenues à partir de la cartographie participative avec la communauté sur un fonds d'image à très haute résolution</i>	22
<i>Photo 4 : Matérialisation du dispositif d'inventaire</i>	28
<i>Photo 5 : Mesure dendrométrique des mangroves</i>	28
<i>Photo 6 : Graine de <i>Ceriops tagal</i></i>	29
<i>Photo 7 : Porte graine <i>Ceriops tagal</i></i>	29
<i>Photo 8 : Organisation de focus group à Andranofotsy</i>	35
<i>Photo 9 : Enquête ménage</i>	35
<i>Photo 10 : Conversion des mangroves en rizière (à gauche) et carbonisation des mangroves (à droite)</i>	48
<i>Photo 11: Photo d'une espèce de chauve-souris</i>	57
<i>Photo 12: Photo de <i>Hemidactylus mercatorius</i> (Gecko)</i>	60
<i>Photo 13: photo de <i>Madagascarophis colibrinus</i> (Serpent)</i>	60
<i>Photo 14 : Photo de <i>Boophis tephraeomystax</i> (Amphibien)</i>	62
<i>Photo 15 : Photo de <i>N. phacopus</i> (espèce aquatique)</i>	63
<i>Photo 16 : Photo de <i>U. marginata</i> (Espèce forestière)</i>	63
<i>Photo 17 : Riziculture à Andilamoko</i>	69
<i>Photo 18 : Elevage avicole à Antsotsomo</i>	73

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Illustration des notions essentielles du GTII dans l'AR5 (GIZ, 2014).....	6
Figure 2 : Approche globale d'analyse du risque climatique (GIZ, 2017).....	7
Figure 3 : Agrégation des facteurs des composantes du risques .....	9
Figure 4 : Thématiques priorisée par le « Climate Crowd » .....	10
Figure 5 : Situation actuelle du remplissage de Climate Crowd à Madagascar .....	11
Figure 6 : Principaux dangers climatiques (à gauche) et les principaux secteurs touchés par le changement climatique (à droite) suivant les résultats actuels du Climate Crowd.....	11
Figure 7 : Dispositif d'inventaire .....	28
Figure 8 : Dynamique des mangroves .....	44
Figure 9 : Nombre d'espèce moyenne par placette pour chaque village .....	51
Figure 10 : Densité moyenne par placette pour chaque village (tige/100 m <sup>2</sup> ).....	52
Figure 11 : Nombre de porte-graine moyenne par placette pour chaque village .....	53
Figure 12 : Nombre de régénération naturelle moyenne par placette pour chaque village.....	54
Figure 13 : Corrélation entre les valeurs prédites par le modèle et les valeurs mesurées sur le terrain.....	55
Figure 14 : Production moyenne de graine par placette pour chaque village .....	56
Figure 15 : Abondance relative des différentes espèces de Mammifère dans les sites d'inventaires.....	58
Figure 16 : Abondance relative des espèces de Reptiles dans les sites d'inventaire .....	61
Figure 17 : Abondance relative des Amphibiens dans les sites d'inventaire.....	63
Figure 18: Abondance relative des espèces d'Oiseaux aquatiques dans la baie d'Ambaro .....	64
Figure 19: Abondance relative des espèces d'Oiseaux forestière de la baie d'Ambaro .....	65
Figure 20 : Proportion des ménages par Fokontany pratiquant le prélèvement de produits forestiers .....	67
Figure 21 : Taux d'adoption des cultures par Fokontany .....	68
Figure 22 : Rendement moyen des cultures principales par Fokontany .....	69
Figure 23 : Taux d'adoption du secteur pêche par Fokontany .....	70
Figure 24 : Capture moyenne mensuelle des produits de pêche par Fokontany.....	71
Figure 25 : Taux d'adoption du secteur élevage par Fokontany .....	72
Figure 26 : Effectif de bétails élevés par Fokontany .....	72
Figure 27: Trajectoires des cyclones les plus démarquant de la zone de la Baie d'Ambaro .....	77
Figure 28 : Moyenne et écart-type mensuelle de la vitesse des vents dans la Baie d'Ambaro .....	78
Figure 29 : Tendence de l'augmentation relative du niveau de la mer.....	80
Figure 30 : Cadre conceptuel des principaux facteurs d'impact du changement climatique et de la manière dont ils sont susceptibles d'influencer négativement les communautés de mangroves.....	81
Figure 31 : Chaîne d'impact pour l'analyse de risque de mort sur pied des mangroves.....	85
Figure 32 : Chaîne d'impact pour l'analyse de risque d'ensablement des mangroves .....	86
Figure 33 : Chaîne d'impact pour l'analyse de risque d'appauvrissement spécifique des mangroves .....	88
Figure 34 : Chaîne d'impact pour l'analyse de risque de recul des mangroves .....	89
Figure 35 : Radar montrant les composants du risque de mort sur pied des mangroves.....	93
Figure 36 : Radar montrant les composants du risque d'ensablement des mangroves .....	96
Figure 37 : Radar montrant les composants du risque d'appauvrissement spécifique des mangroves .....	98
Figure 38 : Radar montrant les composants du risque de recul des mangroves.....	100
Figure 39 : Comparaison des niveau de risque des mangroves pour les 12 villages .....	102
Figure 40 : Chaîne d'impact du secteur agricole .....	112
Figure 41 : Chaîne d'impact du secteur pêche.....	113
Figure 42 : Chaîne d'impact du secteur élevage .....	114
Figure 43 : Niveau de risque associé au secteur agricole au niveau de chaque Fokontany .....	115

Figure 44 : Niveau de risque associé au secteur pêche au niveau de chaque Fokontany .....	116
Figure 45 : Niveau de risque sur le secteur élevage au niveau de chaque fokontany .....	118
Figure 46 : L'adaptation peut réduire le risque en réduisant la vulnérabilité et parfois l'exposition. ....	119
Figure 47 : Schéma organisationnelle pour la mise en place d'un suivi écologique de la faune.....	140
Figure 48 : Dispositif de suivi floristique .....	142

## LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation de la Baie d'Ambaro .....	4
Carte 2 : Localisation des sites prioritaires pour l'étude .....	5
Carte 3 : Grille matricielle établie de la zone d'étude .....	21
Carte 4 : Images Sentinel 2A utilisées pour la cartographie de l'occupation du sol de la Baie d'Ambaro .....	37
Carte 5 : Carte d'occupation du sol de la Baie d'Ambaro .....	38
Carte 6 : Classification des mangroves de la Baie d'Ambaro .....	41
Carte 7 : Extrait de l'image Landsat utilisé pour l'analyse de la dynamique .....	43
Carte 8 : Occupations du sol en 1997 (à droite) et 2017 (à gauche) .....	47
Carte 9 : Répartition spatiale des paramètres climatiques relatifs à la précipitation dans la Baie d'Ambaro .....	74
Carte 10 : Répartition spatiale des paramètres climatiques relatifs à la température dans la Baie d'Ambaro .....	75
Carte 11 : Répartition spatiale des paramètres climatiques relatifs à la sécheresse météorologique dans la Baie d'Ambaro .....	76
Carte 12 : Direction des vents entre 2008 et 2016 (Données C-Rise) .....	79
Carte 13 : Ecart-type de la vitesse des vents entre 2008 et 2016 .....	79
Carte 14 : Zones sensibles au niveau du paysage de mangroves de la Baie d'Ambaro .....	104
Carte 15 : Cartes de restauration actuelle et potentielle suivant la perception locale .....	136
Carte 16 : Répartition spatiale des sites de restauration prioritaires dans la Baie d'Ambaro .....	138

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Transformation des variables qualitatives en un champ de valeur de 0 à 1 (GIZ, 2014) .....	8
Tableau 2 : Catégories de risque. ....	10
Tableau 3 : Indicateurs utilisés dans l'analyse de risque de mort sur pied des mangroves. ....	12
Tableau 4 : Indicateurs utilisés dans l'analyse de risque d'ensablement des mangroves. ....	14
Tableau 5 : Indicateurs utilisés dans l'analyse de risque d'appauvrissement spécifique des mangroves. ....	15
Tableau 6 : Indicateurs utilisés dans l'analyse de risque de recul des mangroves .....	16
Tableau 7 : Indicateurs utilisés dans l'analyse des risques sociales et économiques .....	18
Tableau 8 : Calcul de l'indice Kappa .....	24
Tableau 9 : Superficie des différentes classes d'occupation du sol dans la Baie d'Ambaro .....	39
Tableau 10 : Superficie des différentes classes des mangroves .....	40
Tableau 11 : Matrice de confusion pour l'évaluation de la précision de la classification .....	42
Tableau 12 : Matrice de transition entre 1997 et 2017 .....	46
Tableau 13 : Nomenclatures et classification sommaire des espèces inventoriées. ....	50
Tableau 14 : Mensurations dendrométriques des portes graines en fonction de l'espèce. ....	52
Tableau 15 : Production moyenne de graine par espèce .....	54
Tableau 16 : Production de graine moyenne par village et suivant la classe de dégradation des mangroves par ha .....	56
Tableau 17 : Richesse spécifique de la baie d'Ambaro.....	58
Tableau 18: Indice de diversité des Mammifères dans les sites d'inventaire.....	59
Tableau 19: Richesse spécifique des Reptiles dans la baie d'Ambaro .....	60
Tableau 20: Indice de diversité des Reptiles dans les sites d'inventaire.....	61
Tableau 21 : Richesse spécifique des Amphibiens dans la Baie d'Ambaro.....	62
Tableau 22: Richesse spécifique des Oiseaux de la baie d'Ambaro : classés selon leurs mœurs.....	64
Tableau 23: Indice de diversité des Oiseaux aquatiques dans les sites d'inventaire .....	64
Tableau 24: Indice de diversité des espèces forestières dans les sites d'inventaire .....	66
Tableau 25 : Baseline sur le niveau de dépendance de la population sur les ressources naturelles .....	67
Tableau 26 : Baseline du secteur agricole .....	69
Tableau 27 : Baseline du secteur pêche .....	71
Tableau 28 : Baseline du secteur élevage .....	72
Tableau 29: Valeurs maximales caractéristiques des cyclones (source : <a href="http://www.firinga.com/">http://www.firinga.com/</a> ) .....	78
Tableau 30 : Echelle de tolérance des espèces par rapport aux impacts des variabilités climatiques (source : RENIALA, 2014) .....	83
Tableau 31 : Echelle à 5 classes pour les valeurs normalisées et agrégées, avec description .....	90
Tableau 32 : Résultat de l'estimation de la composante exposition .....	90
Tableau 33 : Danger par rapport au risque de mort sur pied des mangroves.....	91
Tableau 34: Vulnérabilité par rapport au risque de mort sur pied des mangroves.....	92
Tableau 35 : Danger par rapport au risque d'ensablement des mangroves .....	93
Tableau 36 : Danger par rapport au risque d'appauvrissement spécifique des mangroves .....	96
Tableau 37 : Vulnérabilité par rapport au risque d'appauvrissement spécifique des mangroves .....	97
Tableau 38 : Danger par rapport au risque de recul des mangroves .....	98
Tableau 39 : Vulnérabilité par rapport au risque de recul des mangroves.....	99
Tableau 40 : Moyenne des composantes de risque pour les 04 risques considérés .....	101
Tableau 41 : Sensibilité du secteur agricole.....	105
Tableau 42 : Sensibilité du secteur pêche .....	106
Tableau 43 : Sensibilité du secteur élevage.....	107
Tableau 44 : Capacité d'adaptation du secteur agricole .....	107

<i>Tableau 45 : Capacité d'adaptation du secteur pêche</i> .....	108
<i>Tableau 46 : Capacité d'adaptation du secteur élevage</i> .....	109
<i>Tableau 47 : Exposition du secteur agricole</i> .....	110
<i>Tableau 48 : Exposition du secteur pêche</i> .....	110
<i>Tableau 49 : Exposition du secteur élevage</i> .....	111
<i>Tableau 50 : Risque sur le secteur agricole</i> .....	115
<i>Tableau 51 : Risque sur le secteur pêche</i> .....	116
<i>Tableau 52 : Risque sur le secteur élevage</i> .....	117
<i>Tableau 53 : Situation actuelle des restaurations réalisées au niveau des sites étudiés</i> .....	133
<i>Tableau 54 : Sites des mangroves prioritaires à restaurer suivant les perceptions de la communauté</i> .....	135
<i>Tableau 55 : Surface des zones potentielles pour la restauration dans la Baie d'Ambaro</i> .....	138
<i>Tableau 56 : Protocole de suivi des pressions</i> .....	145

## LISTE DES ANNEXES

7.1.	Annexe 1 : Termes de référence de l'étude	155
7.2.	Annexe 2 : Questionnaire pour Climate Crowd	162
7.3.	Annexe 3 : Carte de déforestation des mangroves au niveau de chaque site	168
7.4.	Annexe 4 : Cartes d'occupation du sol en 2018 par site	172
7.5.	Annexe 6 : Superficie des mangroves par sites	177
7.6.	Annexe 7 : Taux de déforestation par site	178
7.7.	Annexe 8 : Répartition spatiale des points de validation	179
7.8.	Annexe 9 : Répartition des chantiers et des chenaux utilisés comme transect dans les sites d'inventaire	180
7.9.	Annexe 10: Nom des sites d'inventaire dans les trois zones d'études	181
7.10.	Annexe 11: Fiche de collecte des données à enregistrement multiple	182
7.11.	Annexe 12: Détails sur le calcul du taux de rencontre des animaux durant l'inventaire faunistique	183
7.12.	Annexe 13 : Liste des Oiseaux recensé par Reniala en 2015	186
7.13.	Annexe 14 : Détails de calcul sur l'indice de diversité de la faune	187
7.14.	Annexe 15 : Liste des espèces d'oiseaux	200
7.15.	Annexe 16 : Détails sur le Baseline de la subsistance de la population	202
7.16.	Annexe 17 : Détails sur la sensibilité sur les secteurs prioritaires de subsistance de la population	206
7.17.	Annexe 18 : Exposition des secteurs de subsistance de la population	208
7.18.	Annexe 19 : Fiche de suivi écologique participatif (SEP)	211
7.19.	Annexe 20 : Fiche de suivi floristique (Suivi des placettes permanentes)	212
7.20.	Annexe 21 : Fiche de suivi phénologique	213

## LISTE DES ACRONYMES

AR4: IPCC Fourth Assessment Report, 2007 (Quatrième Rapport d'évaluation du GIEC)

AR5 : Cinquième rapport d'évaluation du Groupe de travail II (GTII) du GIEC

CLB : Communauté locale de base

CLB: Communauté Locale de Base

DGM: Direction Générale de la Météorologie

$D_s$ : Indice de diversité de Simpson

$E$ : Indice d'équitabilité

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GIEC : Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat

GIZ: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

$H$ : Indice de diversité de Shannon-Wiener

R5: IPCC Fifth Assessment Report, 2013/2014 (Cinquième Rapport d'évaluation du GIEC)

STD: Service Technique Déconcentré

WWF : World Wild Fund for Nature

## GLOSSAIRE

**Danger** : « Éventualité d'un phénomène ou d'une tendance physique, naturel ou anthropique, ou d'une incidence physique, susceptible d'entraîner des pertes en vies humaines, des blessures ou autres effets sur la santé, ainsi que des dégâts et des pertes matérielles touchant les biens, les infrastructures, les moyens de subsistance, la fourniture des services, les écosystèmes, et les ressources environnementales. Dans le présent rapport, ce terme se rapporte en général aux phénomènes et tendances physiques associés au climat ou à leurs impacts physiques. » (GIEC, 2014, P.5)

**Exposition** : « Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un contexte, susceptibles de subir des dommages. » (GIEC, 2014, p. 5)

**Incidences** : « Effets sur les systèmes naturels et humains. Dans le présent rapport, le terme est employé principalement pour désigner les effets, sur les systèmes naturels et humains, des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes et des changements climatiques. Il s'agit en général des effets sur la vie des personnes, les modes de subsistance, la santé, les écosystèmes, le patrimoine économique, social et culturel, les services et les infrastructures, découlant de leurs interactions avec les changements climatiques ou les phénomènes climatiques dangereux qui se produisent au cours d'une période donnée, et de la vulnérabilité de la société ou du système exposé. Dans ce sens, on emploie aussi les termes conséquences ou impacts. Les incidences des changements climatiques sur les systèmes géophysiques, notamment les inondations, les sécheresses et l'élévation du niveau de la mer, constituent un sous-ensemble d'incidences appelées impacts physiques. » (GIEC, 2014, p. 5)

**Risque** : « Conséquences éventuelles et incertaines d'un événement sur quelque chose ayant une valeur, compte dûment tenu de la diversité des valeurs. Le risque est souvent représenté comme la probabilité d'occurrence de tendances ou d'événements dangereux que viennent amplifier les conséquences de tels phénomènes lorsqu'ils se produisent. Le risque découle des interactions de la vulnérabilité, de l'exposition et des aléas. Dans le présent rapport (AR5), le terme risque sert principalement à désigner les risques liés au changement climatique. » (GIEC, 2014, p. 5)

**Vulnérabilité** : « Propension ou prédisposition à subir des dommages. La vulnérabilité englobe divers concepts ou éléments, notamment les notions de sensibilité ou de fragilité et l'incapacité de faire face et de s'adapter ». (GIEC, 2014, p. 5)

## RESUME EXECUTIF

Les mangroves sont des écosystèmes forestiers spécifiques de la zone intertidale, occupant près de 75% des littoraux tropicaux et subtropicaux. Elles figurent parmi les écosystèmes les plus vulnérables au changement climatique en raison de leur localisation et leurs caractéristiques écologiques et biophysiques. A Madagascar, ces écosystèmes s'étendent majoritairement dans la partie ouest de Madagascar. Une partie de cette mangrove fait l'objet de cette étude et est localisée dans le paysage littoral de la Baie d'Ambaro, dans la partie Nord de Madagascar. Elle s'étend sur une superficie de 23 078Ha dont 12% sont formées par les mangroves très dense, 30,30% par les mangroves denses, 40,21% par les mangroves claires et 16,87 par les mangroves rabougries. L'analyse se porte sur l'incidence et les risques associées au changement climatique au niveau de ces écosystèmes et s'étale sur les moyens de subsistance des communautés riveraines. Elle comprend ainsi des parties écologiques (aussi bien au niveau de la flore qu'au niveau de la faune) et des parties sociales (focalisées sur les moyens de subsistance de la population). Des relevés des paramètres écologiques et biophysiques ont appuyé l'analyse des risques au niveau du système écologique tandis que des enquêtes (ménages, focus group) recourant à l'adaptation des outils d'analyse Climate Crowd ont permis l'analyse des risques au niveau des moyens de subsistance de la population. Vu l'étendue de la zone, des échantillonnages ont été entamés en procédant au choix de 12 sites représentatifs de la Baie d'Ambaro. L'ensemble des informations collectées sur le terrain a été cadré suivant l'approche d'analyse des risques proposées par AR5 (*Fifth Assessment Report*) de GIEC avec une légère adaptation au niveau de la décomposition des variables.

Du point de vue écologique, sur les 12 villages, représentatifs de la Baie d'Ambaro, l'écosystème de mangrove est composé de 08 espèces de palétuviers, à savoir : (i) *Xylocarpus granatum*, (ii) *Sonneratia alba*, (iii) *Rhizophora mucronata*, (iv) *Ceriops tagal*, (v) *Lumnitzera racemosa*, (vi) *Heritiera littoralis*, (vii) *Avicennia marina* et (viii) *Bruguiera gymnorhiza*. Ces espèces appartiennent à 08 genres et à 06 familles. La richesse spécifique varie de 5 à 7 d'un village à un autre. Les espèces *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal* et *Avicennia marina* sont présentes dans tous les villages, si l'espèce *Sonneratia alba* n'est présente que dans 3 villages (Ambatoaranana, Anjiabe et Ankazomborona). La densité relative de la forêt de mangrove de la Baie d'Ambaro est de 3188 tiges/ha. La capacité de régénération globale estimée par le nombre de régénérations moyennes par placette est de 21 régénérations/placette et la production moyenne de graines est de 895 graines/100 m<sup>2</sup>. Concernant l'analyse des risques climatiques pouvant affecter les mangroves de la Baie d'Ambaro, la synthèse des connaissances sur le sujet et les faits constatés sur le terrain ont amené à considérer quatre risques climatiques : (i) risque de mort sur pied des mangroves, (ii) risque d'ensablement des mangroves, (iii) risque d'appauvrissement spécifique des mangroves et (iv) risque de recul des mangroves. Pour tous les villages, aucun risque ne dépasse le seuil de risque très élevé. Mais également, aucun village n'a un niveau de risque très bas. Le village d'Antenina est le moins risqué avec 03 risques (ensablement, appauvrissement spécifique et mort sur pied) au niveau bas et 01 risque (recul) au niveau intermédiaire. Anjiabe est le plus risqué avec les 04 risques se trouvant au niveau du seuil de risque élevé. Le risque d'ensablement dépasse le niveau élevé dans 06 villages (Ambatoaranana, Anjiabe, Ankovana, Bedara, Antsotsomy et Antsatrana) ; le risque de recul dépasse ce seuil pour 02 villages (Anjiabe et Andranofotsy) ; 01 village (Antsatrana) pour le risque d'appauvrissement spécifique et aucun village n'atteint ce seuil pour le risque de mort sur pied. Le risque d'ensablement est au niveau bas pour 03 villages (Antenina, Ampasivelona et Andilamoko) ; tandis que seul le village d'Antenina présente un risque de niveau bas pour les risques de mort sur pied et d'appauvrissement spécifique, puis le village Ankazomborona présente ce niveau de risque bas pour le risque de recul des mangroves. Globalement, la

forêt de mangrove de la Baie d'Ambaro est moyennement risquée par rapport à la variabilité des paramètres climatiques. Ces risques sont liés aux caractéristiques, aux structures floristiques des mangroves et à la capacité de gestion des communautés locales de base. En tenant compte de la situation de l'incidence climatique et des risques observés au niveau du système écologique, les options d'adaptation proposées portent principalement sur l'augmentation de la capacité de gestion des communautés riveraines, l'amélioration de la qualité et la superficie des mangroves (dont le potentiel de restauration est estimé à 5 103Ha) et la limitation de l'érosion hydrique et éolienne en amont des versants qui déversent dans les mangroves.

Du point de vue socio-économique, les communautés locales au niveau de la zone de la Baie d'Ambaro vivent exclusivement de l'agriculture, de la pêche et de l'élevage. Située sur la partie littorale de l'île, la pêche et la collecte de crabe constituent l'une des activités prioritaires de la population. Par ailleurs, selon la perception locale, les perturbations climatiques actuelles ont des impacts tangibles sur les activités de subsistance de la population. Les dangers auxquels les activités de base de la population sont exposées concernent notamment : l'insuffisance de la précipitation (raccourcissement et retard de la saison pluvieuse), l'augmentation de la température, l'intensification du vent et l'augmentation du niveau de la mer. En termes de vulnérabilité, les activités agricoles au niveau des sites d'Ambatoaranana, d'Ankovana et d'Ankazomborona sont les plus vulnérables du fait du faible rendement agricole, de la faible superficie cultivée et surtout, du mode d'acquisition des terres qui est généralement basé sur le mode de faire valoir indirect. Pour le secteur pêche, les localités d'Ampasivelona, de Bedara, et d'Andilamoko sont les plus vulnérables au vu de la baisse des captures journalières et du faible revenu généré par l'activité. Enfin, pour le secteur élevage, les sites les plus vulnérables sont : Andranofotsy, Andilamoko et Antenina du fait notamment de l'insuffisance de zones de pâturage, du faible tolérance de l'élevage à la sécheresse et de la propagation de maladies. Pour faire face aux impacts du changement climatique, certaines localités commencent actuellement à diversifier leurs activités en promouvant des activités novatrices résilientes aux dangers ressentis. Les stratégies adoptées concernent dans la majorité des cas la promotion de cultures de rentes adaptées à la sécheresse (cacao, café, vanille), les cultures maraîchères (brèdes et tomates) et d'autres cultures comme le maïs, le coco, le coton et l'igname. Néanmoins, par rapport au nombre de pratiquant, la culture de cacao et de coton s'affiche comme étant les cultures les plus vulgarisées. Par ailleurs, pour combler les pertes issues du secteur agricole du secteur pêche, certains ménages optent plutôt à l'intensification du secteur élevage en promouvant l'élevage caprin et porcin. Pour faire face à l'insuffisance d'eau pour le secteur élevage, les stratégies adoptées concernent notamment, la transhumance, l'utilisation d'aliments de substitution pendant les périodes sèches et la mise en place d'un système d'abreuvement des bétails élevés. Compte tenu des dangers climatiques, de la sensibilité du secteur d'activité de la population et de la capacité de la population à s'adapter aux divers changements, les niveaux de risque associés à chaque secteur étudié ont été évalués. Pour les ménages qui vivent exclusivement de l'agriculture, les localités d'Antenina et d'Ambatoaranana sont les plus risquées à l'insécurité alimentaire. Pour le secteur pêche, 50% des sites faisant l'objet de cette étude sont risqués à une perte financière due à la baisse des captures de pêche et des fluctuations des prix dont notamment : Antenina, Andilamoko, Ampasivelona, Bedara, Ambodibonara et Antsotsomo. Pour le secteur élevage, au vu de l'intensification de la sécheresse dans la région, le site d'Ambatoaranana est la seule localité ayant un risque relativement élevé à la réduction de la taille du cheptel bovin.

En somme, le changement climatique est très manifeste dans la région et la mise en œuvre des différentes options d'adaptation permettent d'améliorer la résilience des écosystèmes mangroves ainsi que celle des populations riveraines et d'atténuer les risques associées au climat.



## EXECUTIVE SUMMARY

Mangroves represent an intertidal specific forest ecosystem, extending on almost 75% of tropical and subtropical coast. They are among the most vulnerable ecosystem to climate change because of their localisation and their ecological and biophysics characteristics. In Madagascar, these ecosystems mostly extend in the western part of Madagascar. The study focused in a part of these extent which are localized in the coastal landscape of Ambaro Bay, in the northern part of Madagascar. This area extends to 23 078Ha of which 12% are very dense mangrove, 30.30% are dense mangrove, 40.12% are sparse mangrove and 16.87% are stunted mangrove. The analysis focused on the incidence and climate risk both in the mangrove ecosystems and the local community livelihoods. Then, it includes ecological (flora and fauna analysis) and social (livelihoods) aspects. In-situ ecological and biophysical parameters helped to conduct the ecological risk assessment and in situ survey (household survey, focus group) using an adapted Climate crowd tools helped to conduct livelihood risk assessment. A sampling method are used during the study because of the extent of the area of investigation. So, 12 local community sites are sampled as representative of Ambaro Bay region during field investigation. All the information recorded in the field were framed from AR5 approach (Fifth Assessment Report) of GIEC with some adaptation within variables components.

Of the 12 representative villages in Ambaro Bay, considered in the study, the mangrove ecosystem is composed of 08 species of mangroves, namely: (i) *Xylocarpus granatum*, (ii) *Sonneratia alba*, (iii) *Rhizophora mucronata*, (iv) *Ceriops tagal*, (v) *Lumnitzera racemosa*, (vi) *Heritiera littoralis*, (vii) *Avicennia marina* and (viii) *Bruguiera gymnorhiza*. The relative density of Ambaro Bay mangrove forest is 3188 stems / ha. These species belong to 08 genera and 06 families. Species richness varies from 5 to 7 from one village to another. The species *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal* and *Avicennia marina* are present in all the villages, if the species *Sonneratia alba* is only present in 3 villages (Ambatoaranana, Anjiabe and Ankazomborona). The overall regeneration capacity estimated by the average regenerations number per plot is 21 regenerations / plot and the average seed production is 895 seeds / 100 m<sup>2</sup>. Concerning the analysis of climatic risks that may affect the Ambaro Bay mangroves, the synthesis of knowledge on the subject and the facts observed in the field have led to consider four climatic risks: (i) risk of dead standing of mangroves (ii) risk of silting of mangroves, (iii) risk of specific impoverishment of mangroves and (iv) risk of mangrove recession. For all villages, no risk exceeds the very high-risk threshold. However, no village also has a very low level of risk. The village of Antenina is the least risky with 03 risks (silting, specific impoverishment and dead standing) at low level and 01 risk (mangrove recession) at the intermediate level. Anjiabe is the most risky with the 04 risks at the level of the high-risk threshold. The risk of silting exceeds the high level in 06 villages (Ambatoaranana, Anjiabe, Ankovana, Bedara, Antsotsomy and Antsatrana); the risk of mangrove recession exceeds this threshold for 02 villages (Anjiabe and Andranofotsy); 01 village (Antsatrana) for the risk of specific impoverishment and no village reaches this threshold for the risk of dead standing. The risk of silting is low for 03 villages, while only the village of Antenina presents a risk of low level for the risk of dead standing and specific impoverishment, then the village of Ankazomborona presents this low level for the recession mangrove risk. Globally, the mangrove forest of Ambaro Bay is moderately risky compared to the variability of climatic parameters. These risks are related to the mangroves' floristic characteristics and structure and the management capacity of the local grassroots communities.

From a socio-economic point of view, the local communities in the Ambaro Bay area live exclusively on agriculture, fisheries and livestock farming. Situated on the coastal part of the island, fisheries and gathering crab is one of the priority activities of the population. Moreover, according to local perception, current climate

disturbances have a tangible impact on the livelihood activities of the population. The dangers to which the basic activities of the population are exposed relate in particular: insufficient rainfall, increasing temperature and, sea level rise. In terms of vulnerability, agricultural activities at the sites of Ambatoaranana, Ankovana and Ankazomborona are the most vulnerable due to low agricultural yields, low cultivated area and, the mode of land acquisition which is generally based on the indirect method of land acquisition. For the fishing sector, the communities of Ampasivelona, Bedara, and Andilamoko are the most vulnerable in view of the drop in daily catches and the low income generated by activity. Finally, for the livestock sector, the most vulnerable sites are: Andranofotsy, Andilamoko and Antenina due in particular to the lack of grazing areas, the low tolerance of livestock to drought and the spread of diseases. To address the impacts of climate change, some communities are currently beginning to diversify their activities by promoting innovative activities that are resilient to the risks they face. The strategies adopted in the majority of cases concern the promotion of cash crop adapted to drought (cocoa, coffee, vanilla), market gardening (bredes and tomatoes) and other crops such as maize, coconut, cotton and yam. However, compared to the number of practitioners, cocoa and cotton are the most widely grown crops. Furthermore, to compensate for the losses arising from the agricultural sector of the fishing sector, some households opt instead to intensify the livestock sector by promoting goat and pig farming. In order to deal with the shortage of water for the livestock sector, the strategies adopted relate in particular, transhumance, the use of substitutes during dry periods, and the establishment of a drinking system for high livestock. Given the climate hazards, the sensitivity of the population sector and the capacity of the population to adapt to the various changes, the risk levels associated with each study area were assessed. For households that rely exclusively on agriculture, Antenina and Ambatoaranana are the most vulnerable to food insecurity. For the fisheries sector, 50% of the sites covered by this study are at risk of a financial loss due to the decrease of fishing catches and price fluctuations including: Antenina, Andilamoko, Ampasivelona, Bedara, Ambodibonara and Antsotsomo. For the livestock sector, in view of the intensification of the drought in the region, the Ambatoaranana site is the only locality which has a relatively high risk of reducing the size of the cattle herd.

In sum, the climate change incidence are obvious in the region and adaptation options implementation are required to improve mangrove ecosystem and local community resilience and to reduce climate risk.

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Contexte

Selon le GIEC (2015), le changement climatique est la variation de l'état du climat, qu'on peut déceler par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Il peut être dû à des processus internes naturels ou à des forçages externes causés principalement par les activités anthropiques engendrant des changements dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres. Depuis 1850, chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes. La température moyenne à la surface du globe présente une grande variabilité aux échelles décennale et interannuelle, qui se superposent à un réchauffement multi-décennal considérable. Entre 1901 et 2010, le niveau moyen des mers à l'échelle du globe s'est élevé de 0,19 m [de 0,17 à 0,21 m]. Depuis le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, le rythme d'élévation du niveau moyen des mers est supérieur au rythme moyen des deux derniers millénaires (degré de confiance élevé). Selon le GIEC même en 2007, les changements liés au climat qui sont attendus pour les systèmes côtiers et de basses terres comprennent : une élévation du niveau de la mer de 0,2 à 0,6 mètre ou plus vers 2100 ; une poursuite de la hausse de la température à la surface de la mer de 1 à 3°C ; des cyclones tropicaux ou extratropicaux d'une intensité croissante ; la survenue encore plus massive de vagues et de tempêtes extrêmes ; une modification des précipitations et des débits ; l'acidification de l'océan. Ces différentes manifestations démontrent que le changement climatique constitue une menace importante pour les écosystèmes marins et côtiers mais également pour les communautés humaines qui en dépendent. Selon le classement de l'indice mondial des risques en 2017, Madagascar est le 8<sup>ème</sup> pays le plus exposé et menacé par le réchauffement climatique. Et, avec ses 5600km de côte, les écosystèmes marins et côtiers sont très exposés aux dangers climatiques déjà constatés au niveau mondial, essentiellement l'augmentation des niveaux de la mer et l'augmentation de la température.

Parmi les écosystèmes côtiers, les mangroves sont des écosystèmes forestiers spécifiques de la zone intertidale, occupant près de 75% des littoraux tropicaux et subtropicaux (Leopold, 2012). Elles figurent parmi les écosystèmes biologiquement productifs sur terre. Elles couvrent approximativement une superficie de 150 000 km<sup>2</sup> de la surface mondiale (Spalding et al, 2010). Les mangroves sont constituées d'arbres et d'arbrisseaux (palétuviers) qui se développent au niveau des estuaires, des deltas, des lagunes et des baies salines dans les régions tropicales et subtropicales, principalement entre les latitudes 25° N et 25° S (Armah et al., 2010 Gordon et al., 2010 ; Mckee, 2002). Les mangroves sont reconnues pour leur capacité à jouer un rôle écologique, socioéconomique et de régulation du climat (Locatelli, 2013 ; Ndour et al., 2012 ; Pramova et al., 2012). Les mangroves de Madagascar font partie des mangroves les plus larges de l'Afrique de l'Est (Giri et al., 2008). La Grande Ile est la quatrième à avoir la plus vaste superficie de mangrove avec 2 800 km<sup>2</sup> (Blue ventures, 2012). D'après Taylor et al. (2003), 98% de ces mangroves se trouvent dans la côte ouest et les 2% restant se localisent sur la côte Est. Elles constituent 2% des mangroves du monde (Ioniarilala, 2000) et 9% des mangroves africaines, juste derrière le Nigeria (32%) et le Mozambique (12%) (FAO, 2007).

La région DIANA située dans le nord-ouest de Madagascar est l'une des régions côtières les plus importantes en termes de biodiversité marine, dont les écosystèmes de mangroves qui se trouvent au niveau de la Baie d'Ambaro. Les données climatiques développées jusqu'ici pour cette partie nord de Madagascar démontrent que le changement climatique présente une menace importante pour les systèmes humains et naturels et pourra exacerber les pressions déjà existantes (baisse de précipitation de plus de 10% en 59 ans, augmentation de la température de 0,4 à 1°C en 04 ans, etc...). L'augmentation du niveau de la mer a été identifiée comme étant la menace la plus significative qui pèse sur les mangroves (Gilman et al.2008).

Des mesures d'adaptation devront donc être mises en œuvre pour réduire les impacts actuels et futurs du changement climatique sur ces écosystèmes. Le WWF met un accent particulier sur l'adaptation basée sur les écosystèmes visant l'utilisation de la biodiversité et des services écosystémiques pour aider les communautés locales à s'adapter au changement climatique. En 2014, le WWF a déjà mené une étude de la vulnérabilité socio-économique de la population riveraine de la mangrove et une étude de la vulnérabilité de la mangrove en tenant en compte les directives de l'AR4 du GIEC sur quatre (4) sites pilotes notamment au niveau des villages d'Antsatrana, Ankazomborona, Antenina et Ampasivelona. La présente étude constitue alors une mise à l'échelle de celles déjà effectuées mais dans une échelle spatiale plus pertinente et représentative de la Baie d'Ambaro, en tenant en compte les grandes lignes directrices du Cinquième rapport du GIEC (AR5).

## 1.2. Objectifs

L'analyse de vulnérabilité de la Baie d'Ambaro vis-à-vis des risques climatiques est cadrée dans la mise en œuvre du projet « Gestion durable des mangroves dans la Baie d'Ambaro, Madagascar ». Elle constitue une étape cruciale pour pouvoir en identifier par la suite les stratégies d'adaptation appropriées pour faire face aux dangers climatiques et non climatiques. Ainsi, la présente étude a pour objet principal d'évaluer la vulnérabilité des écosystèmes de mangroves et de la faune associée dans les zones d'intervention du projet situées au niveau de la Baie d'Ambaro.

D'une manière générale, la présente étude a pour objectifs de :

- Evaluer la vulnérabilité et les risques associés aux climats des écosystèmes de mangroves et de la faune associée,
- Evaluer la vulnérabilité de la communauté riveraine et les risques associés aux climats des moyens de subsistance de la population,
- Proposer des stratégies d'adaptation efficaces en réponse des stress et des risques climatiques, lesquelles seront traduites en actions concrètes et opérationnelles afin d'anticiper aux éventuels impacts du changement climatique. Les stratégies émises permettront ainsi de renforcer la résilience des écosystèmes mangroves (incluant la flore et la faune) et la capacité d'adaptation des communautés locales face au changement climatique,
- Et enfin, concevoir un protocole de suivi des écosystèmes de mangroves (suivi de la faune et de leur habitat naturel ; et suivi écologique participatif [SEP] de la mangrove).

## 1.3. Résultats attendus

Par rapport aux objectifs précités, il est attendu de cette étude le degré des risques climatiques et non climatiques (interférence entre les aléas ou dangers et impacts directs et indirects, les écosystèmes de mangrove et les activités économiques exposés aux dangers, et les niveaux de vulnérabilité de chaque système), et les stratégies d'adaptation jugées pertinentes permettant de renforcer la résilience des mangroves et de la communauté riveraine face au changement climatique. Cette étude se propose ainsi d'établir l'état de référence de la vulnérabilité des écosystèmes et des moyens de subsistance de la population et de spatialiser la vulnérabilité de catégories de mangrove pour avancer par la suite des mesures d'adaptation adéquates face au changement climatique.

D'une manière plus précise, les résultats attendus de l'étude peuvent être énumérés comme suit :

- ✓ Un guide pratique mis à jour sur l'évaluation de la vulnérabilité,
- ✓ L'état de référence sur la vulnérabilité globale des mangroves et de la faune associée,
- ✓ L'inventaire de la faune (état de référence) et des écosystèmes associés et leur vulnérabilité potentielle,

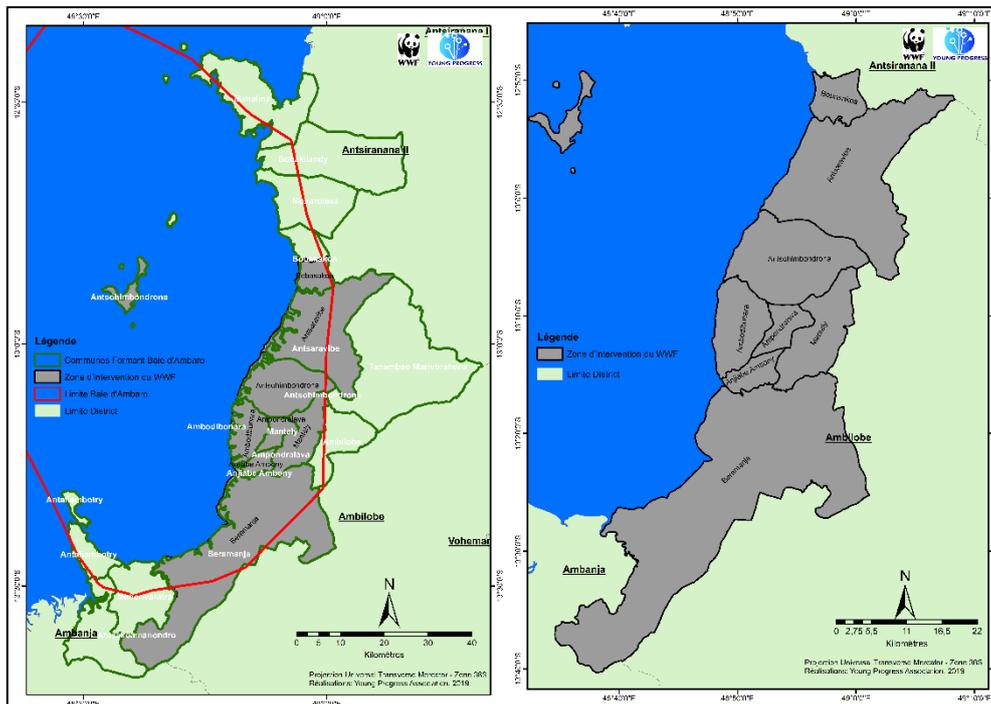
- ✓ Les impacts et le niveau de vulnérabilité au changement climatique des écosystèmes de mangrove et des moyens de subsistance des communautés locales,
- ✓ Les cartes de vulnérabilité des catégories de mangroves des zones étudiées et de la Baie d'Ambaro (zones sensibles, zones de restauration actives ou passives, les actions à mener en amont des mangroves),
- ✓ Les stratégies d'adaptation en réponse des risques climatiques,
- ✓ Le protocole de suivi des mangroves à la disposition des communautés locales de base,
- ✓ La formation des parties prenantes clés du projet pour le suivi des mangroves.

## 2. ZONES D'INTERVENTION

### 2.1. Situation globale

La Baie d'Ambaro est une zone située au Nord-ouest de Madagascar et s'étend sur une superficie de 837km<sup>2</sup>. Elle se situe entre les latitudes 12°25'00" et 13°22' 60" Sud et entre les longitudes 48° 37' 60" et 48°58'45" Est. Elle est bordée de mangroves qui occupent la zone intertidale sur plusieurs kilomètres en remontant les estuaires. Ses principaux affluents sont les rivières Ifasy et Ambazoana. La baie est soumise à un climat tropical subhumide caractérisé par une saison sèche et fraîche, du début mai à fin octobre, et une saison pluvieuse et chaude, du début novembre à fin avril. Sa pédologie est caractérisée par une formation récente de sables alluviaux ou marins avec un important développement de marais maritimes.

La zone se voit aussi caractérisée par le développement des récifs le long de la côte. Aussi, de par son importance en mangroves qui représentent des zones nourricières pour la plupart des espèces halieutiques, elle est considérée comme zone très productive en crevettes notamment la crevette blanche des Indes (*Penaeus indicus*). Selon les estimations récentes, 1400 tonnes de crevettes y sont prises annuellement comprenant à la fois les prises à partir de la pêche industrielle et celles de la pêche traditionnelle. Il est même observé que la zone dispose la concentration des villages de pêcheurs traditionnels de crevettes les plus importants en citant entre autres les villages d'Ankazomborona et d'Ambavanankarana. Toutefois, l'activité est actuellement de plus en plus menacée en raison surtout de la déforestation des mangroves.



Carte 1 : Localisation de la Baie d'Ambaro

## 2.2. Situation des sites prioritaires

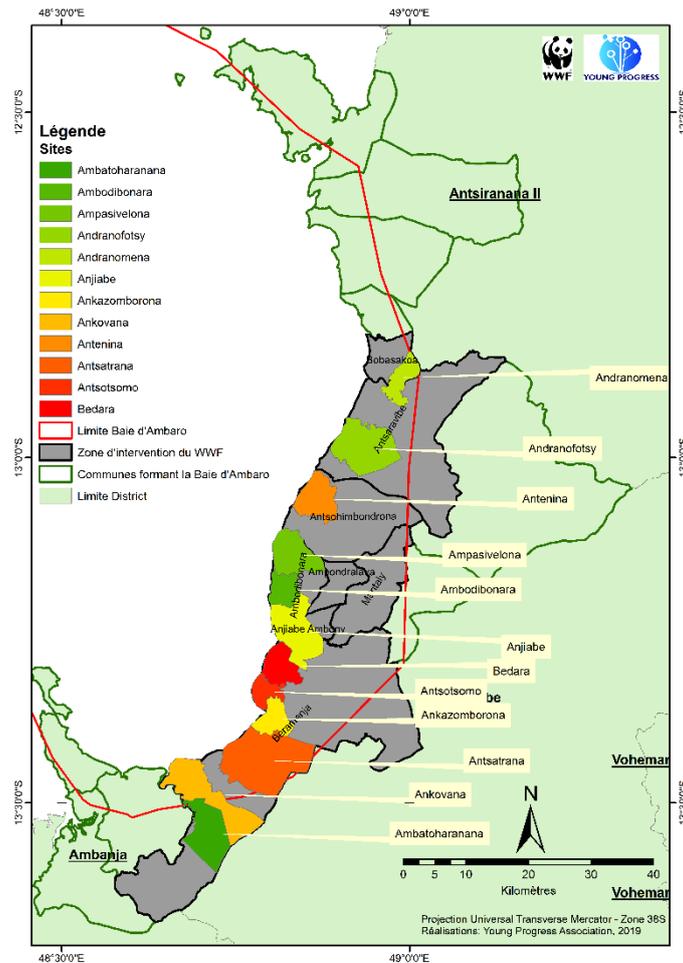
Afin d'entreprendre les actions de conservation et de développement au niveau de la Baie d'Ambaro, le WWF a mis en place des sites prioritaires ou des sites phares un peu partout au niveau du paysage. Dans le cadre de cette étude, douze (12) sites prioritaires ont été choisis pour la collecte de données sur le terrain durant la descente. Le choix des sites repose à la fois sur les aspects socio-économiques et écologiques du milieu.

A cet effet, dans la partie extrême Nord du paysage d'Ambaro, on observe une déforestation importante aussi bien en aval qu'en amont. Ainsi, à l'aval des déforestations, des pertes en alluvions dû à l'érosion en amont ont résulté une nette augmentation de volume de sol alluvionnaires le long des fleuves et à leurs alentours (principalement le fleuve d'Antafiabe et de Mananjeba). Résultant de cette menace, les caractères écologiques des mangroves se dégradent. Ainsi, le rabougrissement des mangroves, ainsi que la tendance à la monospécificité des espèces des mangroves s'observent au niveau d'Andranomena, et d'Andranofotsy (sites se trouvant dans la partie Nord).

Pour le cas d'Antenina, Ampasivelona, Ambodibonara, Anjiabe et de Bedara, sous l'effet combiné et continu du changement climatique et de l'Agriculture surtout la culture de canne à sucre, l'écosystème de mangrove se dégradent de manière alarmante. Les impacts du changement climatique perçus notamment, la variation de l'inondation (Gilman et al., 2008), l'augmentation de la température de l'air et de la mer (Yanagisawa et al., 2009), l'augmentation de la salinité (Tostain, 2010) ainsi que la sédimentation (Semeniuk, 1994) entraînent à la réduction de la capacité d'adaptation des mangroves. Pour le cas de l'Agriculture, trois principales spéculations sont constatées d'après les résultats d'étude faite en 2010 par WWF, telles que la riziculture, la culture de manioc et la culture de canne à sucre. Ce dernier tend à s'élargir d'année en année du fait de la présence d'une grande usine de sucrerie au niveau de la zone. En plus, la culture de canne à sucre figure parmi les activités les plus rentables toujours d'après les résultats d'études antérieures et pouvant rapporter jusqu'à 80 000Ar/ Tonne (WWF, 2014). De part de cette dichotomie entre le besoin sans cesse des nouvelles terres pour l'agriculture et la

conservation de l'écosystème de mangrove, les zones, notamment l'arrière tanne sont transformées en rizière et en zone de culture de canne à sucre. De ce fait, une régression en termes de superficie des mangroves est constatée au niveau de ces sites.

Enfin dans la partie Sud regroupant Antsotsomo, Ankazomborona, Antsatrana, Ankovana et Ambatoharanana, étant donné que la majorité de la population sont des pêcheurs, de ce fait, les activités liées à la pêche constituent les principales menaces sur l'écosystème de mangrove à l'exception du site d'Ambatoharanana.



Carte 2 : Localisation des sites prioritaires pour l'étude

### 3. METHODOLOGIE D'APPROCHES

#### 3.1. Cadre d'analyse globale

##### 3.1.1. Approche d'analyse suivant la ligne directrice AR5

###### 3.1.1.1. Principe de l'approche

L'approche globale utilisée durant ce mandat sera axé sur les directives du GIEC dans le cinquième rapport (AR5) avec une légère adaptation. Ainsi, l'analyse sera axée sur l'évaluation des risques climatiques sur l'écosystème de mangrove causés par les aléas et les incidences climatiques (Cf. Figure 1).

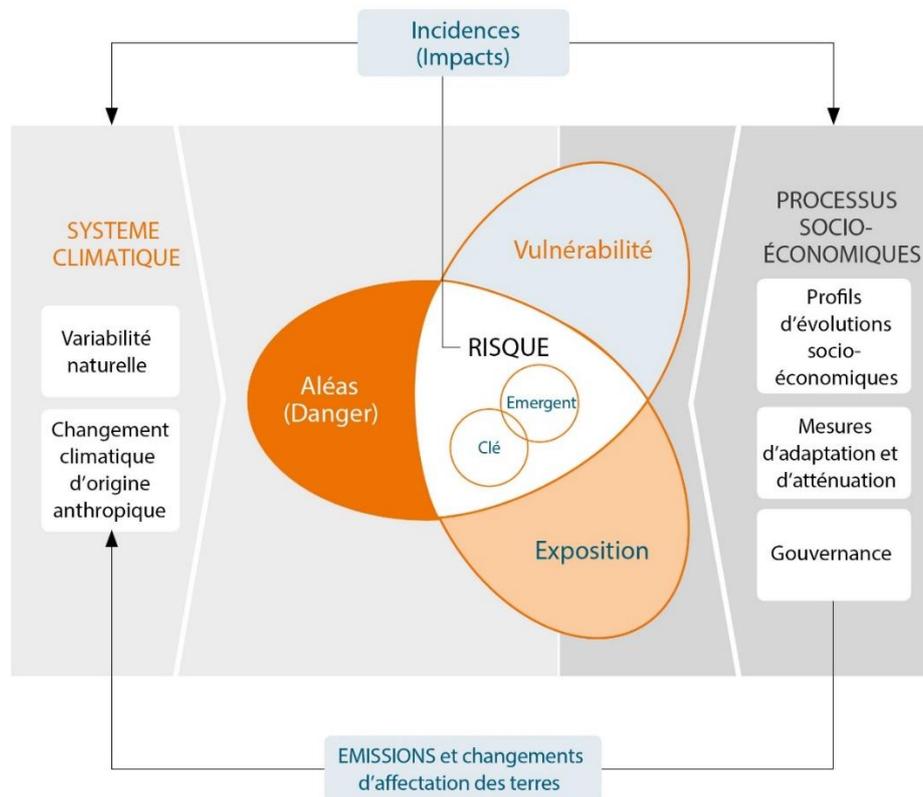


Figure 1: Illustration des notions essentielles du GTII dans l'AR5 (GIZ, 2014).

Le risque d'incidences liées au climat découle de l'interaction entre des aléas climatiques (y compris les tendances et les phénomènes dangereux) et la vulnérabilité et l'exposition des systèmes anthropiques et naturels. Les changements qui touchent à la fois le système climatique (à gauche) et les processus socio-économiques, y compris l'adaptation et l'atténuation (à droite), sont les principales causes des aléas, de l'exposition et de la vulnérabilité. (Source : GTII, AR5, 2014, p.3 in GIZ, 2014)

La première étape consiste à déterminer les relations de causes à effets entre les composantes de l'analyse de risque (danger, exposition, vulnérabilité et risque) en fonction de facteur et d'impact (Cf. Figure 2). Ainsi, par rapport aux dangers climatiques présents dans la zone d'étude, les risques climatiques potentiels seront hiérarchisés et priorisés et l'exposition ainsi que la vulnérabilité seront identifiées. Ensuite, des indicateurs permettant de quantifier ou de mesurer ces facteurs et impacts vont être identifiés. Des valeurs précises de ces indicateurs vont être estimées durant la descente sur le terrain, les analyses bibliographiques ainsi que les

échanges entre les parties prenantes. La détermination du niveau de risque climatique se fera par l'analyse de ces indicateurs.

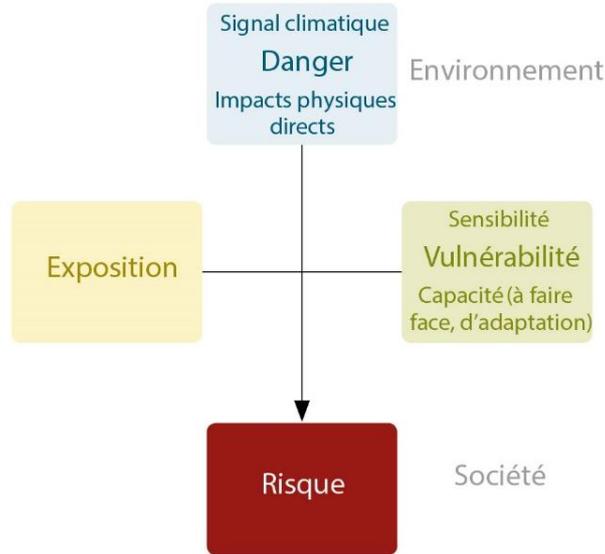


Figure 2 : Approche globale d'analyse du risque climatique (GIZ, 2017)

### 3.1.1.2. Traitement et analyse des données

Après la collecte des données plusieurs traitements de données sont nécessaires, à savoir :

#### a) Normalisation de données des indicateurs :

La normalisation se rapporte à la transformation des valeurs d'indicateurs mesurés sur des échelles différentes et à l'aide d'unités de mesures différentes, en valeurs sans unité sur une échelle commune (OCDE, 2008). Ici, on définit « 0 » comme « situation optimale, aucune amélioration nécessaire ou possible » et « 1 » comme « situation critique, le système ne fonctionne plus ». En ce qui concerne l'approche du risque et sa focalisation sur les états critiques, il est important de souligner que la normalisation n'est pas seulement une étape mathématique pour transformer les données en une échelle commune, sans unité, allant de 0 à 1. Un deuxième aspect important de la normalisation est d'attribuer un sens aux chiffres en évaluant à partir de quelle valeur un indicateur devient critique.

Pour les variables (indicateurs) quantitatives, la formule suivante sera utilisée :

$$X_{i, 0 \text{ to } 1} = \frac{X_i - X_{Min}}{X_{Max} - X_{Min}}$$

Où :

$X_i$  représente le point de données individuel à transformer,

$X_{Min}$  la valeur la plus faible pour cet indicateur,

$X_{Max}$  la valeur la plus élevée pour cet indicateur, et

$X_{i,0 \text{ to} 1}$  la nouvelle valeur que vous souhaitez calculer, c'est à dire les points de données normalisées à l'intérieur du champ de 0 à 1.

Pour les variables (indicateurs) qualitatives, la normalisation se fera en définissant les classes par des termes positifs ou négatifs, on attribuera également aux indicateurs des valeurs qui prennent du sens dans d'évaluation du risque. Un système en cinq classes est proposé avec les conditions les plus positives représentées par la classe la plus basse et les conditions les plus négatives représentées par la classe la plus élevée (Cf. *Tableau 1*).

**Tableau 1 : Transformation des variables qualitatives en un champ de valeur de 0 à 1 (GIZ, 2014)**

N° de classe	Description	Valeurs
1	Optimale, (pas d'amélioration nécessaire ou possible)	0.1
2	Plutôt positive	0.3
3	Neutre	0.5
4	Plutôt négative	0.7
5	Critique, (le système ne fonctionne plus)	0.9

La normalisation a transformé les valeurs des indicateurs vers un champ standardisé de valeurs allant de 0 à 1. L'étape suivante est la vérification du sens des valeurs des indicateurs, c'est-à-dire que les valeurs les plus faibles doivent refléter des conditions positives en termes de risque et les valeurs plus élevées des conditions plus négatives. En d'autres termes, « 0 » est définie comme « situation optimale, aucune amélioration nécessaire ou possible » et « 1 » comme « situation critique, le système ne fonctionne plus ».

#### b) Pondération et agrégation des indicateurs :

La pondération est appliquée lorsque l'on considère que certains des indicateurs ont une influence plus forte sur les composantes du risque par rapport à d'autres indicateurs. La littérature couvre de nombreuses techniques de pondération. Ces techniques vont de méthodes statistiques sophistiquées, telles que l'analyse factorielle et l'analyse en composantes principales, aux méthodes participatives. Les approches participatives sont un moyen pratique de déterminer les coefficients de pondération.

L'agrégation est employée pour combiner les informations des différents indicateurs en un indicateur composite qui représente le risque sous la forme d'une composante unique (Cf. *Figure 3*). Pour agréger des indicateurs individuels et obtenir des indicateurs composites, la méthode appelée « Agrégation arithmétique pondérée » sera utilisée. Il s'agit d'une méthode d'agrégation courante, simple et transparente. Pour calculer l'indicateur composite (IC), les indicateurs individuels sont multipliés par leurs coefficients respectifs, additionnés, puis divisés par la somme de l'ensemble de leurs coefficients, comme indiqué dans cela formule suivante :

$$IC = \frac{(I_1 * w_1 + I_2 * w_2 + \dots I_n * w_n)}{\sum_1^n w}$$

Où IC est l'indicateur composite, c'est à dire la sensibilité, I est un indicateur individuel et W est le coefficient de pondération assigné à l'indicateur.

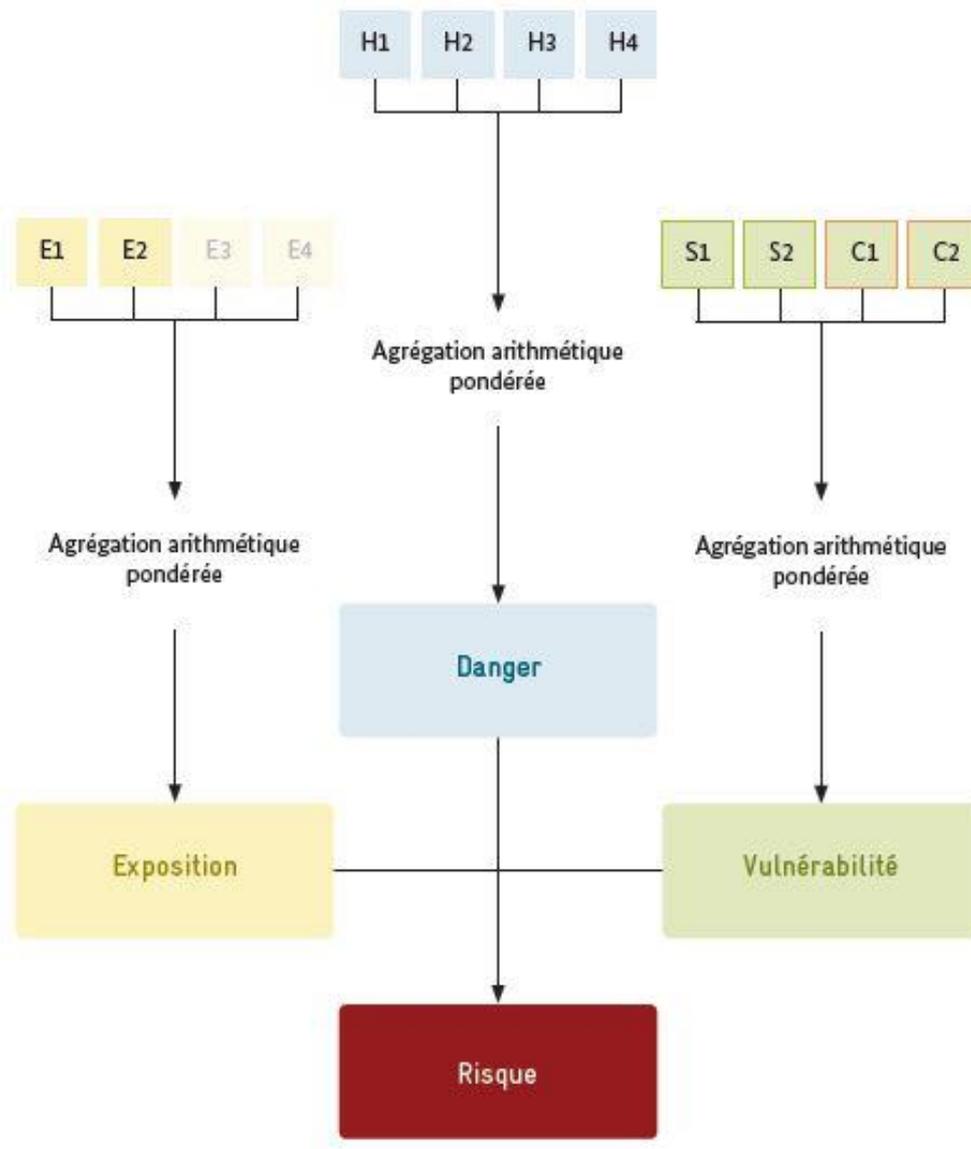


Figure 3 : Agrégation des facteurs des composantes du risques

**c) Agrégation des composantes du risque :**

Il n'y a pas une seule façon d'agréger les trois composantes du risque (danger, vulnérabilité et exposition) en un seul indicateur composite de risque. Nous proposons une approche en une seule étape conforme au concept de risque de l'AR5 du GIEC. L'avantage de cette approche réside dans sa simplicité. Pour cela, le calcul de la moyenne arithmétique pondérée pour combiner les trois composantes est proposé :

$$\text{Risque} = \frac{(\text{Danger} * W_D) + (\text{Vulnérabilité} * W_V) + (\text{Exposition} * W_E)}{W_D + W_V + W_E}$$

Où W est le coefficient de pondération attribué aux composantes du risque.

Ensuite le niveau du risque climatique peut être apprécié suivant la catégorisation suivante (Cf. Tableau 2) :

Tableau 2 : Catégories de risque.

Valeur de 0 à 1	Description
0 – 0,2	Très faible
> 0,2 – 0,4	Faible
> 0,4 – 0,6	Intermédiaire
> 0,6 – 0,8	Fort
> 0,8 – 1	Très fort

### 3.1.2. Approche « Climate Crowd »

Le « climate crowd » est un outil d'enquête et d'analyse développé par WWF afin d'évaluer les réponses et les adaptations de la population locale face aux impacts du changement climatique et les événements climatiques extrêmes. Il a été initialement développé pour répondre aux gaps sur la connaissance en matière de changement climatique et d'en apporter des solutions adéquates. Pour ce faire, un outil élaboré sur la base d'une approche communément appelé « crowdsourcing » a été mis en marche sur le site web de climate crowd (<https://www.wwfclimatecrowd.org/>) pour permettre aux étudiants, volontaires, professionnels de conservation et les populations vivant ou travaillant sur un lieu donné de collecter et partager les données sur les moyens de subsistance de la population, leurs adaptations et leurs réponses face au changement climatique. L'outil d'enquête suit une logique du processus d'adaptation : le changement observé sur le climat, leurs impacts sur les moyens de subsistance de la communauté locale, les réponses et adaptations à ces impacts et enfin, l'impact de ces adaptations sur l'écosystème, la biodiversité et le paysage.

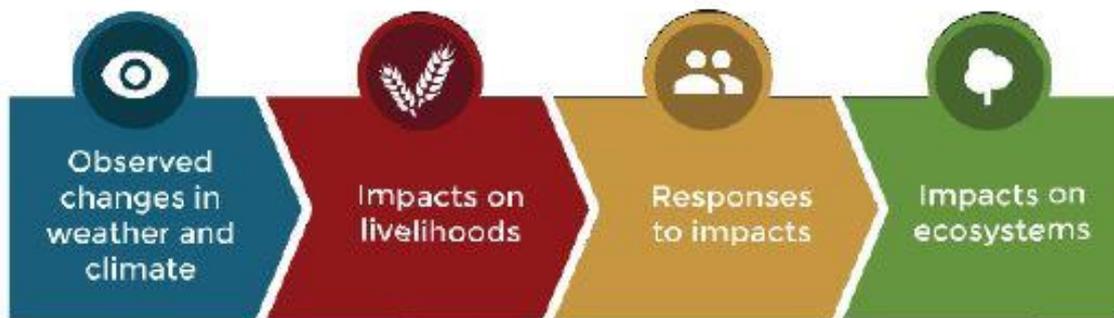


Figure 4 : Thématiques priorisée par le « Climate Crowd »

De ce fait, les informations à collecter sont structurées par rapport à ces thématiques et comprennent ainsi :

- L'information générale de l'enquêté : rôle et fonction sociale, principale activité, âge, ...
- Le changement observé et le climat : changement sur la température, période de pluie, la précipitation, l'inondation, la sécheresse, le vent, ...
- Les impacts de ces changements sur le climat et les adaptations à ces changements sur la production agricole, l'élevage, la pêche, la santé, les ressources naturelles...
- Les impacts de ces réponses sur la biodiversité : compétition entre l'homme et la biodiversité environnante, mortalité de la faune, disponibilité en eau... (Cf. Annexe)

Jusqu'en ce moment, l'utilisation de l'outil est encore limitée mais les perspectives sont prometteuses par rapport aux statistiques sommaires obtenues à travers le site web. Jusqu'à la fin de l'année 2018, 44 interviews, 4 observations et 03 récits de vie ont été validés et rapportent la situation du changement climatique, les impacts et les réponses apportées dans un certain nombre de régions du pays. Les statistiques actuelles obtenues à partir de cet outil montrent pour Madagascar que les principaux dangers climatiques sont la diminution de la précipitation, le changement de la saison, l'augmentation de la température, le changement du vent (réponse d'observation supérieure à la moitié du nombre des interviewés). Quant aux secteurs les plus touchés par le changement climatique, ce sont les types d'existence, la pêche et l'aquaculture, l'agriculture et l'élevage (valeur des réponses supérieure à la moitié du nombre d'interviewé n=44).

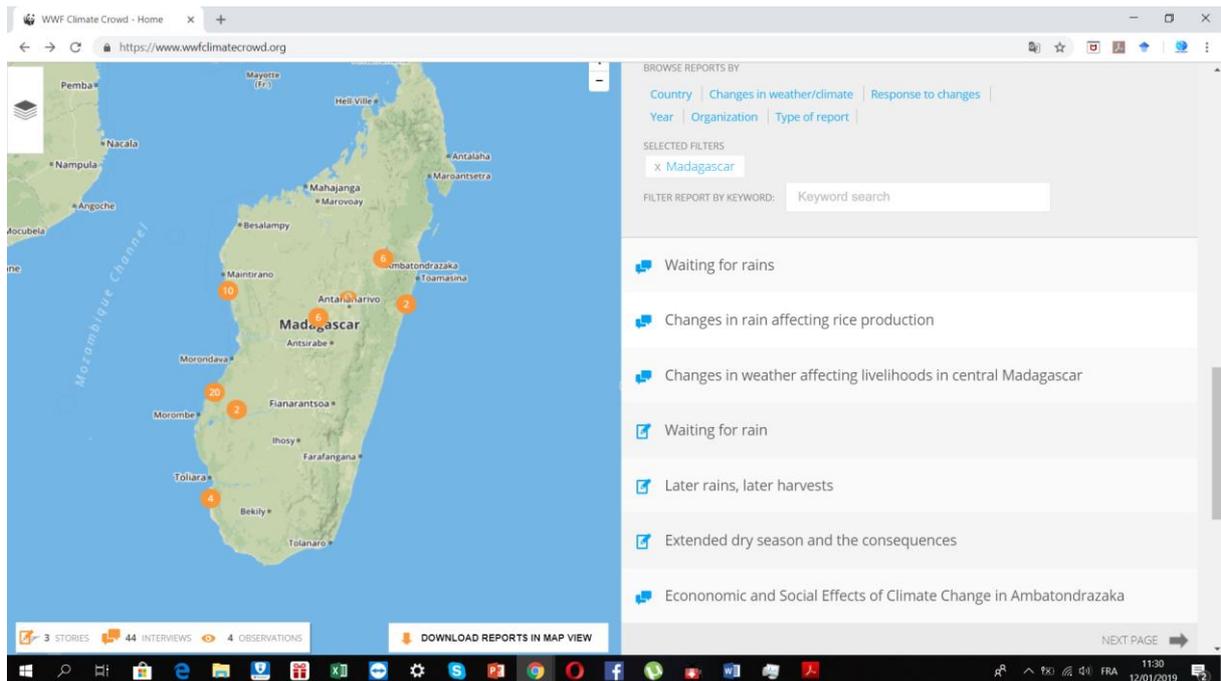


Figure 5 : Situation actuelle du remplissage de Climate Crowd à Madagascar

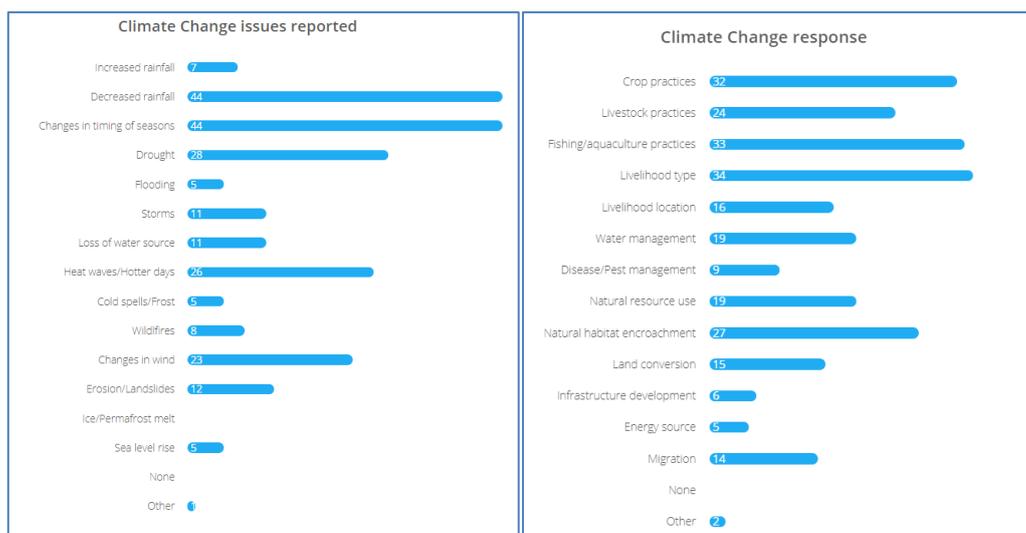


Figure 6 : Principaux dangers climatiques (à gauche) et les principaux secteurs touchés par le changement climatique (à droite) suivant les résultats actuels du Climate Crowd

(Les nombres correspondent à l'occurrence du nombre des réponses pour chaque indicateur)

Aucune information n'est encore disponible pour la zone d'étude à travers cet outil. Pourtant, l'outil a été adapté pour orienter l'analyse suivant les besoins spécifiques de l'étude notamment l'analyse des risques associées au climat et les stratégies d'adaptation à apporter. Plus particulièrement, l'utilisation de l'approche de l'outil a été axée sur l'évaluation des risques climatiques sur les moyens de subsistance de la population. Les différents indicateurs développés pour orienter l'étude a été ainsi à la fois axée sur les grandes thématiques intégrées au Climate Crowd et les différentes composantes d'analyse des risques suivant l'approche AR5.

### 3.2. Développement des indicateurs

#### 3.2.1. Indicateurs pour l'analyse des risques écologiques sur les mangroves

Les indicateurs sont des paramètres qui fournissent des informations sur des états ou des conditions spécifiques qui ne sont pas directement mesurables (Meyer 2011). L'objectif de l'utilisation d'indicateurs est d'utiliser ces informations quantifiées pour les comparer à des seuils critiques ou des mesures antérieures. Il est à rappeler qu'après validation auprès des responsables du projet, 04 risques climatiques sur l'écosystème de mangrove seront traités : i) le risque de mort sur pied des mangroves, ii) le risque d'ensablement des mangroves, iii) le risque d'appauvrissement spécifique des mangroves et iv) le risque de recul des mangroves. Ainsi, pour chaque facteur des composantes de l'analyse de risque, des indicateurs ont été identifiés. Étant donné que les dangers climatiques responsables des 04 risques considérés dans l'analyse ne sont pas totalement différents, il se peut qu'il y ait répétition des indicateurs. Les indicateurs identifiés ici vont être utilisés dans la construction des chaînes d'impacts.

##### a) Risque de mort sur pied des mangroves

Les impacts climatiques pouvant conduire à la mort des mangroves susceptible de se produire dans la Baie d'Ambaro sont : l'augmentation de la salinité, les vents violents et le débordement des rivières. Par rapport à ces impacts, les dangers climatiques pris en compte sont : la température, le vent, les cyclones et la précipitation. Les systèmes qui seront impactés par ces dangers sont : l'écosystème de mangrove et la population qui en dépende. Concernant la vulnérabilité, vu que nous ne pouvons pas intervenir directement sur la salinité de la mer, les facteurs pouvant aggraver l'effet du vent, le débordement des rivières et l'état actuel de la forêt de mangrove ont été considérés comme sensibilité et les capacités des mangroves et des gestionnaires à surmonter ces sensibilités ont été considérées comme capacité.

Tableau 3 : Indicateurs utilisés dans l'analyse de risque de mort sur pied des mangroves.

COMPOSANTE AR5	FACTEURS	INDICATEURS
Danger	Températures trop élevées	Tendance de 30 dernières années de la température maximale
		Maximum des anomalies de températures moyennes par rapport à la normale annuelle durant ces 30 dernières années
	Episodes pluvieux trop intenses	Tendance annuelle de 30

COMPOSANTE AR5	FACTEURS	INDICATEURS
		dernières années des intensités des précipitations journalières
	Passage de cyclone fréquent	Nombre moyen de cyclone des 10 dernières années
	Augmentation de la vitesse du vent	Vitesse moyenne annuelle du vent
Vulnérabilité-Sensibilité	Proportion élevée de bois mort sur pied	Pourcentage moyenne de bois mort sur pied
	Faible densité de la population de mangrove	Densité de la forêt de mangrove
		Production moyenne de graine
		Proportion de classe de mangrove très dense
	Déforestation au niveau des bassins versants	Couverture végétale au niveau des bassins versants
	Dominance d'espèce vulnérable	Densité d'espèces vulnérables
Erosion du sol	Fréquence de présence d'érosion et de « lavaka »	
Vulnérabilité-Capacité	Faible capacité d'organisation de campagne de restauration	Taux de réussite moyenne des campagnes de restauration
	Faible capacité d'aménagement forestier pour la production de BO et BE	Existence de plan d'aménagement relatif aux BO et BE
	Faible capacité en aménagement agricole	Existence d'aménagement agricole et d'infrastructure hydro-agricole
	Faible capacité en matière de défense et restauration du sol	Existence de plan de défense et restauration du sol
	Faible capacité de gestion de la forêt de mangrove	Taux de déforestation des mangroves
Age de la CLB		
Exposition	Superficie de la forêt de mangrove	Superficie de la forêt de mangrove
	Population dépendant de la mangrove	Pourcentage de population dépendant de la mangrove

### b) Risque d'ensablement des mangroves

Pour le risque d'ensablement des mangroves, les impacts climatiques retenus sont : l'érosion hydrique et l'érosion éolienne. Par rapport à ces impacts, les dangers climatiques pris en compte sont : la température, le vent et la précipitation. Les systèmes qui seront impactés par ces dangers sont : l'écosystème de mangrove et la population qui en dépende. Concernant la vulnérabilité, les facteurs d'érosion (hydrique et éolienne) et l'état

actuel de la forêt de mangrove ont été considérés comme sensibilité et les capacités des mangroves et des gestionnaires à surmonter ces sensibilités ont été considérées comme capacité.

Tableau 4 : Indicateurs utilisés dans l'analyse de risque d'ensablement des mangroves.

COMPOSANTE AR5	FACTEURS	INDICATEURS
Danger	Températures trop élevées	Tendance de 30 dernières années de la température maximale
		Maximum des anomalies de températures moyennes par rapport à la normale annuelle durant ces 30 dernières années
	Précipitations trop faibles	Maximum des anomalies de précipitations par rapport à la normale annuelle
	Episodes pluvieux trop intenses	Tendance annuelle de 30 dernières années des intensités des précipitations journalières
	Augmentation de la vitesse du vent	Vitesse moyenne annuelle du vent
Vulnérabilité-Sensibilité	Faible régénération des mangroves	Capacité de régénération des mangroves
	Niveau élevé de la dégradation de la forêt de mangrove	Proportion des mangroves dégradées
	Faible densité de la population de mangrove	Densité de la forêt de mangrove
		Production moyenne de graine
		Proportion de classe de mangrove très dense
	Déforestation au niveau des bassin versant	Couverture végétale au niveau des bassins versants
Taux de déforestation de la forêt de mangrove élevé	Taux de déforestation moyen des mangroves	
Sol très vulnérable à l'érosion	Fréquence de présence d'érosion et de « lavaka »	
Vulnérabilité-Capacité	Faible capacité d'organisation de campagne de restauration	Taux de réussite moyenne des campagnes de restauration
	Faible capacité d'aménagement forestier pour la production de BO et BE	Existence de plan d'aménagement relatif aux BO et BE
	Faible capacité en aménagement agricole	Existence d'aménagement agricole et d'infrastructure hydro-agricole
	Faible capacité en matière de	Existence de plan de défense et

COMPOSANTE AR5	FACTEURS	INDICATEURS
	défense et restauration du sol	restauration du sol
	Faible capacité de gestion de la forêt de mangrove	Taux de déforestation des mangroves Age de la CLB
Exposition	Superficie de la forêt de mangrove	Superficie de la forêt de mangrove
	Population dépendant de la mangrove	Pourcentage de population dépendant de la mangrove

### c) Risque d'appauvrissement spécifique des mangroves

Les impacts climatiques responsables de l'appauvrissement spécifique des mangroves susceptibles de se produire dans la Baie d'Ambaro sont : l'augmentation de la salinité et l'ensablement des mangroves. En effet, chaque espèce présente dans la Baie d'Ambaro n'a pas les mêmes réponses face à ces impacts de la variabilité des paramètres climatiques. Par rapport à ces impacts, les dangers climatiques pris en compte sont : la température, le vent et la précipitation. Les systèmes qui seront impactés par ces dangers sont : l'écosystème de mangrove et la population qui en dépende. Concernant la vulnérabilité, vu que nous ne pouvons pas intervenir directement sur la salinité de la mer, les facteurs pouvant aggraver l'ensablement des mangroves ont été considérés comme sensibilité et les capacités des mangroves et des gestionnaires à surmonter ces sensibilités ont été considérées comme capacité.

Tableau 5 : Indicateurs utilisés dans l'analyse de risque d'appauvrissement spécifique des mangroves.

COMPOSANTE AR5	FACTEURS	INDICATEURS
Danger	Températures trop élevées	Tendance de 30 dernières années de la température maximale
		Maximum des anomalies de températures moyennes par rapport à la normale annuelle durant ces 30 dernières années
	Précipitations trop faibles	Maximum des anomalies de précipitations par rapport à la normale annuelle
	Episodes pluvieux trop intenses	Tendance annuelle de 30 dernières années des intensités des précipitations journalières
	Augmentation de la vitesse du vent	Vitesse moyenne annuelle du vent
Vulnérabilité-Sensibilité	Faible richesse spécifique des régénérations	Richesse spécifique des régénérations
		Production moyenne de graine des espèces vulnérables
	Faible diversité spécifique	Indice de Shannon

COMPOSANTE AR5	FACTEURS	INDICATEURS
	Dominance des espèces les plus vulnérables	Densité des espèces vulnérables
	Faible richesse spécifique des portes graines	Richesse spécifique des portes graines
	Déforestation au niveau des bassins versants	Couverture végétale au niveau des bassins versants
	Sol très vulnérable à l'érosion	Fréquence de présence d'érosion et de « lavaka »
Vulnérabilité-Capacité	Faible capacité de gestion de la forêt de mangrove	Taux de déforestation des mangroves
		Age de la CLB
	Faible capacité d'aménagement forestier pour la production de BO et BE	Existence de plan d'aménagement relatif aux BO et BE
	Faible capacité en aménagement agricole	Existence d'aménagement agricole et d'infrastructure hydro-agricole
Exposition	Faible capacité en matière de défense et restauration du sol	Existence de plan de défense et restauration du sol
	Superficie de la forêt de mangrove	Superficie de la forêt de mangrove
	Population dépendant de la mangrove	Pourcentage de population dépendant de la mangrove

#### d) Risque de recul des mangroves

Les analyses bibliographiques ont montré que le recul des mangroves est un phénomène principalement causé par l'élévation du niveau de la mer et aggravé par l'augmentation de la salinité de la mer. Ainsi, par rapport à ces impacts, les dangers climatiques pris en compte sont : la température et l'élévation du niveau de la mer. Les systèmes qui seront impactés par ces dangers sont : l'écosystème de mangrove et la population qui en dépende. Concernant la vulnérabilité, vu que nous ne pouvons pas intervenir directement sur l'élévation du niveau de la mer et la salinité de la mer, les facteurs entraînant la dégradation des mangroves influençant la vitesse de recul des mangroves ont été considérés comme sensibilité et les capacités des mangroves et des gestionnaires à surmonter ces sensibilités ont été considérées comme capacité.

Tableau 6 : Indicateurs utilisés dans l'analyse de risque de recul des mangroves

COMPOSANTE AR5	FACTEURS	INDICATEURS
Danger	Elévation du niveau de la mer	Elévation moyenne du niveau de la mer
		Tendance de 30 dernières années de la température maximale
	Augmentation de la température	Maximum des anomalies de

COMPOSANTE AR5	FACTEURS	INDICATEURS
		températures moyennes par rapport à la normale annuelle durant ces 30 dernières années
Vulnérabilité-Sensibilité	Important recul de la forêt de mangrove	Taux de recul annuel de la forêt de mangrove
	Faible régénération des mangroves	Capacité de régénération des mangroves
	Niveau élevé de la dégradation de la forêt de mangrove	Proportion des mangroves dégradées
	Faible densité de la population de mangrove	Densité de la forêt de mangrove Production moyenne de graine
Vulnérabilité-Capacité	Faible capacité d'organisation de campagne de restauration	Taux de réussite moyenne des campagnes de restauration
	Faible capacité d'aménagement forestier pour la production de BO et BE	Existence de plan d'aménagement relatif aux BO et BE
	Faible capacité de gestion de la forêt de mangrove	Taux de déforestation des mangroves Age de la CLB
Exposition	Superficie de la forêt de mangrove	Superficie de la forêt de mangrove
	Population dépendant de la mangrove	Pourcentage de population dépendant de la mangrove

### 3.2.2. Indicateurs des risques sociaux et économiques

L'analyse des risques sur les moyens de subsistance de la population a été effectuée à travers une approche sectorielle afin de mieux appréhender les effets du changement climatique sur les activités prioritaires de la population et de pouvoir ainsi en proposer ultérieurement une stratégie d'adaptation plus appropriée sur chaque secteur à risque. Compte tenu des principales occupations des populations locales riveraines de la Baie d'Ambaro, l'agriculture, la pêche et l'élevage ont été les principaux secteurs étudiés. La démarche d'analyse a consisté à définir des risques hypothétiques par rapport aux différents risques déjà reconnus par la littérature mais surtout, par rapport aux dangers potentiels auxquels la zone est exposée et au contexte socio-économique de la région.

Pour le secteur agricole, face au constat de la diminution continue de la production et du rendement agricole dû à l'insuffisance de la précipitation, les ménages qui vivent exclusivement de l'agriculture sont exposés à un risque d'insécurité alimentaire à moyen à long termes. Pour le secteur pêche, l'effet combiné de la diminution de la capture journalière et des dégâts dus à la surpêche pourrait occasionner une perte financière considérable pour les communautés de pêcheur dans la région. Enfin pour le secteur élevage, même si l'élevage bovin est considéré comme une forme d'épargne pour la plupart des éleveurs dans la région, l'intensification de la sécheresse et l'insuffisance des terrains de pâturage pourraient inciter les éleveurs à réduire de manière

progressive la taille de leur cheptel. A partir des trois risques sus-cités, plusieurs indicateurs ont été développés pour évaluer chaque composante du risque (dangers, exposition, sensibilité et capacité d'adaptation). Les principaux facteurs de vulnérabilité concernent notamment, le rendement agricole pour le secteur agricole, les captures journalières et le revenu ménager pour le secteur pêche et, la présence de zone de pâturage pour le secteur élevage. Le tableau ci-après détaille les indicateurs utilisés pour l'évaluation des risques associés à chaque secteur étudié.

Tableau 7 : Indicateurs utilisés dans l'analyse des risques sociales et économiques

COMPOSANTES DU RISQUE	INDICATEURS
<b>Risque 1 : Risque d'insécurité alimentaire pour les ménages qui vivent exclusivement de l'agriculture</b>	
Dangers	- Maximum des anomalies de précipitations par rapport à la normale annuelle - Saisonnalité des précipitations (Bio15)
Exposition	- Proportion des ménages agriculteurs
Vulnérabilité-sensibilité	- Rendement agricole - Superficie cultivée - Besoin en eau des cultures - Mode d'acquisition des terres (mode de faire valoir)
Vulnérabilité-capacité	- Proportion de la population cultivant des cultures résilientes au changement climatique - Proportion de la population cultivant de nouvelles cultures
<b>Risque 2 : Risque de perte financière pour les communautés de pêcheur</b>	
Dangers	- Maximum de la vitesse moyenne du vent par rapport à la normale annuelle - Elévation moyenne du niveau de la mer par rapport à la normale
Exposition	- Proportion des pêcheurs
Vulnérabilité-sensibilité	- Capture journalière - Prix des produits - Distance moyenne des zones de pêche actuelles - Revenu ménager
Vulnérabilité-capacité	- Proportion de la population pratiquant d'autres activités pour combler les pertes - Revenu issu des autres activités
<b>Risque 3 : Risque de réduction progressive de la taille du cheptel bovin</b>	
Dangers	- SPI (Standard Precipitation Index)
Exposition	- Proportion des éleveurs - Nombre de tête moyen par ménage
Vulnérabilité-sensibilité	- Niveau de tolérance à la sécheresse - Distance moyenne des zones de pâturage actuelles - Proportion des éleveurs ayant perçus des maladies de bovidés
Vulnérabilité-capacité	- Proportion de la population utilisant d'autres aliments de substitution - Proportion de la population utilisant un système d'abreuvoir - Proportion de la population recourant à d'autres types d'élevage plus adaptés à la sécheresse



### 3.3. Analyse cartographique et spatiale

L'analyse cartographique et spatiale représente une composante d'analyse inéluctable dans l'implémentation d'une étude de la sorte. Elle permet à la fois de localiser les impacts que ce soit écologique ou social, d'analyser les processus spatiaux démontrant la manifestation de ces impacts, de localiser les réponses en matière d'organisation spatiale des moyens de subsistance de la communauté mais surtout de spatialiser les actions à entreprendre en vue de l'adaptation au changement climatique. Dans le cadre de cette étude, cette partie d'analyse se scinde en deux parties bien distinctes : celle basée sur la collecte de données sur le terrain et celle basée sur le traitement des images satellites et des données cartographiques de référence auxiliaires.

#### 3.3.1. Protocole d'analyse

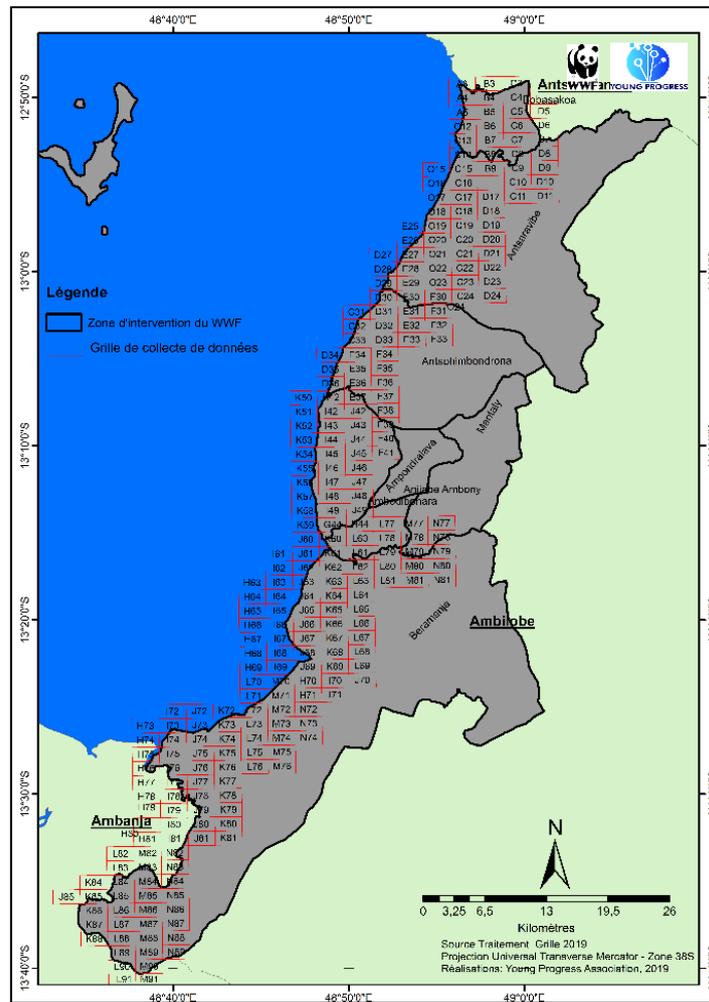
##### 3.3.1.1. Cartographie participative et retraçage sur fonds d'image Google Earth

La cartographie participative figure parmi les approches de collecte de données sur le terrain. Elle se caractérise par une représentation mentale du paysage ou d'une thématique permettant, à travers le travail d'un groupe, de dépasser l'apparence objective de la cartographie euclidienne et de comprendre un espace ou un terroir donné (Lefebvre et al. 2017). Elle a été implémentée dans le cadre de cette étude pour délimiter ou redélimiter le terroir de des sites échantillonnés, de caractériser la répartition spatiale des différentes ressources notamment les différentes classes des mangroves et les différentes classes d'occupation du sol au niveau du terroir, de localiser les différents changements globaux et ceux liés au changement climatique, localiser les différents processus spatiaux de ces changements et des réponses et adaptations écologiques et sociales et enfin, de situer les zones de restaurations antérieures et futures.

Pour mieux situer la cartographie obtenue à partir de cette approche participative suivant une approche de spatialisation cartésienne, elle a été couplée avec le retraçage des données acquises dans un fonds de carte avec fonds d'images à très haute résolution préétablie. En effet, avant la réalisation de la descente sur le terrain, des cartes avec un fonds d'image Google Earth (Photos 1) ont été élaborées et découpées suivant une grille matricielle (Photos 2) pour facilitation de lecture et d'usage sur le terrain. Sur le terrain, la méthode consiste dans un premier temps, à élaborer la cartographie participative avec les communautés locales. Elle aboutit à la disposition d'un croquis figurant les représentations spatiales du terroir avec les différentes thématiques discutées (Photo 3). Dans un second temps, toutes ces informations sont rapportées, toujours avec la communauté, dans les fonds d'image à très haute résolution (Photo 4).



Photo 1 : Exemples de carte préétablie et imprimée avant la descente sur le terrain



Carte 3 : Grille matricielle établie de la zone d'étude

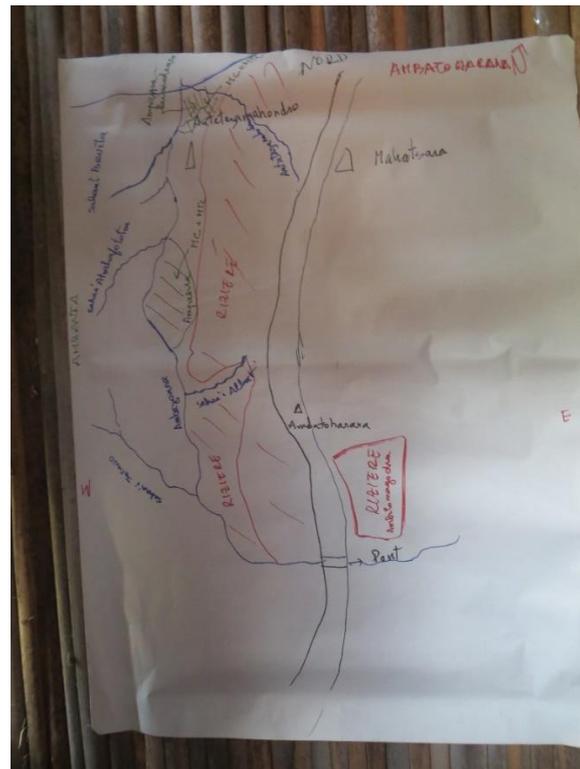


Photo 2 : Exemple de croquis obtenue à partir de la cartographie participative



Photo 3 : Retraçage des informations obtenues à partir de la cartographie participative avec la communauté sur un fonds d'image à très haute résolution

### 3.3.1.2. Relevé de points GPS

Les relevés de points GPS sur le terrain sont d'intérêt multiples pour cette étude. Ils servent dans un premier temps à localiser les différents entités administratives (Chefs-lieux des Communes, Chefs-lieux des Fokontany, Villages), à localiser les lieux de réalisation des inventaires (écologiques, floristiques) permettant de traiter spatialement les informations obtenues, à collecter les informations spatiales permettant de définir ultérieurement les zones d'entraînement, utiles dans la classification des mangroves et des autres occupations du sol, à localiser les zones de restauration antérieure, à valider les différentes cartographies (Classification, Modèle spatial de localisation des sites de restauration actuelle et future) et surtout de localiser spatialement les actions

d'adaptation à entreprendre. Un certain nombre de fiches de relevés a été ainsi établi pour permettre l'atteinte de chacun de ces objectifs (Annexe).

### 3.3.2. Traitement spatial

Plusieurs étapes de traitement d'images ont été conduites. Au préalable, des prétraitements ont été opérés afin de réajuster les valeurs radiométriques et spectrales et de minimiser les variabilités atmosphériques tenant compte la nature multi date des images utilisées. Les calibrations ont été ainsi appliquées sur les bandes multi spectrales afin de transformer les valeurs DN (*Digital Number*) en des unités radiance et ToA (*Top of Atmospheric*) réflectance. Pour les ajustements géométriques, les images ont été laissés telles qu'elles afin de réduire le biais du manipulateur qui pourrait influencer la superposition des images lors de l'analyse de détection de changement. Chaque image a été ensuite rassemblée ou mosaïquée pour avoir un fichier unique. Le résultat obtenu est donc une image multi spectrale unique pour tout l'ensemble de la Baie d'Ambaro mais ne donnant pas encore les informations sur les classes d'occupations du sol. Le prétraitement et le traitement ont été appliqués sur toutes les images à l'aide du logiciel de traitement d'image ENVI.

#### 3.3.2.1. Classification de l'occupation du sol et des mangroves

##### a) Classification orientée-objet

La classification d'images satellitaires est une étape utilisant les informations spectrales d'une image et moyennant de l'interprétation visuelle de l'analyste pour classer les caractéristiques d'une image et obtenir un fichier vecteur pouvant être analysé. Les méthodes traditionnelles de classification d'images d'observation terrestre sont essentiellement basées sur l'information spectrale associée à chaque pixel. Si l'approche classique de classification s'opère avec une classification « par pixel » des images, l'approche orientée-objet opère par des regroupements de pixels contigus en se basant sur la valeur spectrale, la forme, la taille, le rapport longueur sur largeur, etc., des objets à classer. Cette approche combine alors plusieurs paramètres après la segmentation des images et par l'analyste durant la sélection des ROI (*Regions Of Interests*) qui sont des classes d'occupation du sol rassemblées sous un même fichier. En somme, le principe de l'approche orientée-objet d'une image est de proposer à l'opérateur une automatisation de l'interprétation visuelle réalisée par le photo-interprète.

Après la sélection des bandes spectrales, les images ont subi une segmentation. C'est un processus de division d'une image en segments qui ont les mêmes caractéristiques (attributs). La segmentation consiste à fusionner les pixels avec leurs voisins pour créer des objets de plus en plus grands en respectant un seuil d'homogénéité (Benz et al., 2004). La valeur de chaque segment est calculée en fonction de plusieurs paramètres tels que la couleur (valeur spectrale) et la forme. Un critère d'échelle permet ensuite de déterminer la taille des objets. Plus ce paramètre est élevé plus les objets sont grands. Cette étape permet de calculer des attributs spatiaux, spectraux et texturaux qui ont pour but de décrire les propriétés physiques des objets. A la fin du processus de segmentation, des attributs des objets sont créés et sont prêts pour la classification supervisée. C'est seulement par la suite que l'analyste effectue une photo-interprétation qui est la classification supervisée.

La classification supervisée est la deuxième phase de la classification orientée-objet. C'est la classification proprement dite des attributs. C'est une classification par zone d'entraînement c'est-à-dire que cette méthode de classification nécessite la sélection des exemples, ou échantillons de l'image, représentatifs de chacune des classes d'objets. L'opérateur définit visuellement les zones d'entraînement. Pour cela les images Google Earth ont été utilisées. La méthode de classification supervisée a été par la suite appliquée en utilisant le Support Vector Machine (SVM) de par sa puissance à résoudre des problèmes complexes de la classification et dont les paramètres considérés sont formés par le type de Kernel, le Gamma et l'indice de pénalité. Cette méthode considère simultanément des attributs spectraux, spatiaux et texturaux.

## b) Validation de la classification

La validation de la classification permet d'évaluer les erreurs des classifications à partir des points de référence relevés sur le terrain ainsi que des points relevés sur Google Earth (la résolution spatiale des images satellitaires de celui-ci étant plus élevée donc plus précise que celle du Landsat). La validation concerne directement l'image 2018 qui représente l'époque actuelle. Par la suite, une matrice de confusion est élaborée à partir de ces données de référence et des résultats de classification. La matrice de confusion est un tableau à double entrée dans lequel sont confrontés la réalité sur le terrain et le résultat de la classification. Il permet d'évaluer l'intensité de la liaison entre des données de référence et le résultat de la classification.

Au niveau des mangroves, les points de références ont été prélevés sur terrain avec un GPS et un appareil photo pour l'observation à différentes échelles (Cf. Fiche de relevé en Annexe). Quant aux écosystèmes continentaux, l'image Google Earth a été le principal outil de référence à être utilisé.

Sur le tableau de la matrice de confusion, les erreurs de classifications sont totalisées. Il existe deux types d'erreurs :

- ✓ Les erreurs d'omission dans le cas où des points de référence d'une catégorie sont attribués à une autre catégorie. Les erreurs d'omission sont un moyen de juger l'assignation (classification).
- ✓ Les erreurs de commission dans le cas contraire où les points d'une catégorie lui sont attribués par erreur. Les erreurs de commission sont un moyen d'améliorer l'assignation évoquée dans les erreurs d'omission.

En complément de ces deux types d'erreur, la valeur de l'indice KIA (Kappa Index of Agreement ou tout simplement appelé l'indice Kappa) représente le niveau de précision de la classification. La comparaison des données collectées sur terrain et des données issues de la classification supervisée est possible grâce à la détermination de la concordance entre les résultats.

Tableau 8 : Calcul de l'indice Kappa

$K = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c}$	$P_0$ : Proportion de bonne classification (précision totale de classification)	$P_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^c n(i, i)$
	$P_c$ : Proportion de bonne classification due au hasard	$P_c = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^c n(., i)n(i, .)$

K : Indice Kappa

$n(., i)$  : Somme sur la i-ème colonne de la matrice de confusion

$n(i, .)$  : Somme sur la i-ème ligne de la matrice de confusion

C : Nombre de classe

N : Nombre de pixel (nombre de points GPS collectés sur terrain)

L'indice de Kappa est un indice qui permet de « retirer » la portion de hasard ou de subjectivité de l'accord entre les techniques de classification des images. L'indice KAPPA est excellent quand il est supérieur ou égal à 0,81 ; il est bon quand il est compris entre 0,61 – 0,80 ; il est modéré quand il est compris entre 0,21 – 0,60 ; il est mauvais quand il est compris entre 0,0 – 0,20 et il est considéré comme très mauvais quand il est inférieur à 0,0 (Landis et Koch, 1977). Ou encore, la classification de l'occupation du sol est valable et donc utilisable lorsque l'évaluation de l'indice de Kappa a donné une valeur comprise entre 50 et 75% (Pontius, 2000).

### 3.3.2.2. Analyse de la dynamique et changement de l'occupation du sol et des mangroves

L'analyse de la dynamique et changement de l'occupation du sol a été effectuée en deux étapes. Tout d'abord, les trois cartes des trois époques ont été comparées. La comparaison a été basée sur l'évolution de la superficie de chaque classe. Puis, une analyse de conversion d'une classe d'occupation de sol à une autre a été réalisée. Cette analyse ne donne non seulement des informations générales sur le paysage dans son ensemble mais également la détection de changement entre chaque classe. Elle consiste à établir une matrice de transition entre les trois époques à partir des cartes d'occupation du sol de 1997, 2007 et 2017 couplées avec des données chiffrées issues des tables attributaire.

Plus précisément, la matrice de transition permet de mettre en évidence les changements d'occupation du sol entre deux époques. Les cellules de la matrice contiennent la valeur d'une variable ayant passé d'une classe initiale à une classe finale pendant la période considérée. Les valeurs des colonnes représentent les proportions des superficies occupées par chaque classe d'occupation du sol à l'époque initiale et celles des lignes à l'époque finale.

Les matrice de changements résultant du croisement entre la classification de 1997 et 2007 celle de 2007 à 2017 permettent d'identifier deux types de changements :

- Conversion : changements d'une catégorie d'occupation des terres à une autre
- Non changement : classe non affectée par des modifications ou des conversions entre deux dates

Plus spécifiquement, une analyse de la déforestation a été conduite. Cette analyse consiste en la soustraction entre la superficie initiale et la superficie restante par classe. Le résultat peut monter soit un gain, quand la superficie initiale d'une classe est inférieure à la superficie de l'époque suivante ; soit une perte lorsqu'il s'agit du cas inverse. Le premier cas pourrait concerner les savanes et les terrains de cultures tandis que le second cas illustre le plus souvent le recul des écosystèmes forestiers.

Pour l'analyse du taux de déforestation au niveau des mangroves, la formule suivante sera appliquée :

$$\text{Taux de déforestation} = \left[ \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^{1/t} - 1 \right] * 100$$

$A_2$  : Superficie des mangroves en année 2007

$A_1$  : Superficie des mangroves en année 1997

T : nombre d'années entre 1997 et 2007

#### a) Prétraitement des images

Pour chaque image utilisée, une série de prétraitement sera successivement abordée à savoir les corrections atmosphériques et les corrections géométriques. La correction radiométrique tend à rectifier les anomalies issues des irrégularités du capteur. Les premières corrections radiométriques qui consistent en une mesure de la radiance ont été déjà effectuées sur les images collectées auprès d'USGS. De suite, le logiciel ENVI de l'opérateur actionnera les prochaines corrections radiométriques dit « mesure de la radiance effective » afin de redéfinir les images multi-dates en images comparables. Par contre, la correction atmosphérique tend à pallier les erreurs de modifications des signaux issues des différentes perturbations dans l'atmosphère tels que la diffusion des aérosols et diverses particules atmosphériques. En effet d'une part, la lumière solaire éclairant les objets sont perturbés et n'atteignent pas tous les objectifs sous un même angle. D'autre part, la lumière réfléchie par l'objet traversant l'atmosphère est également perturbée par les distorsions au niveau de cette atmosphère.

## b) Classification de chaque image utilisant la méthode orientée-objet

La classification d'images satellitaires est une étape utilisant les informations spectrales d'une image et moyennant de l'interprétation visuelle de l'analyste pour classer les caractéristiques d'une image et obtenir un fichier vecteur pouvant être analysé. Les méthodes traditionnelles de classification d'images d'observation terrestre sont essentiellement basées sur l'information spectrale associée à chaque pixel. Si l'approche classique de classification s'opère avec une classification « par pixel » des images, l'approche orientée-objet opère par des regroupements de pixels contigus en se basant sur la valeur spectrale, la forme, la taille, le rapport longueur sur largeur, etc., des objets à classer. Cette approche combine alors plusieurs paramètres après la segmentation des images et par l'analyste durant la sélection des ROI (Regions Of Interests) qui sont des classes d'occupation du sol rassemblées sous un même fichier. En somme, le principe de l'approche orientée-objet d'une image est de proposer à l'opérateur une automatisation de l'interprétation visuelle réalisée par le photo-interprète.

Après la sélection des bandes spectrales, les images ont subi une segmentation. C'est un processus de division d'une image en segments qui ont les mêmes caractéristiques (attributs). La segmentation consiste à fusionner les pixels avec leurs voisins pour créer des objets de plus en plus grands en respectant un seuil d'homogénéité (Benz et al., 2004). La valeur de chaque segment est calculée en fonction de plusieurs paramètres tels que la couleur (valeur spectrale) et la forme. Un critère d'échelle permet ensuite de déterminer la taille des objets. Plus ce paramètre est élevé plus les objets sont grands. Cette étape permet de calculer des attributs spatiaux, spectraux et texturaux qui ont pour but de décrire les propriétés physiques des objets. A la fin du processus de segmentation, des attributs des objets sont créés et sont prêts pour la classification supervisée. C'est seulement par la suite que l'analyste effectue une photo-interprétation qui est la classification supervisée.

La classification supervisée est la deuxième phase de la classification orientée-objet. C'est la classification proprement dite des attributs. C'est une classification par zone d'entraînement c'est-à-dire que cette méthode de classification nécessite la sélection des exemples, ou échantillons de l'image, représentatifs de chacune des classes d'objets. L'opérateur définit visuellement les zones d'entraînement. Pour cela les images Google Earth ont été utilisées. La méthode de classification supervisée a été par la suite appliquée en utilisant le Support Vector Machine (SVM) de par sa puissance à résoudre des problèmes complexes de la classification et dont les paramètres considérés sont formés par le type de Kernel, le Gamma et l'indice de pénalité. Cette méthode considère simultanément des attributs spectraux, spatiaux et texturaux.

## c) Méthodes d'analyse de la dynamique

L'analyse de la dynamique consiste en l'analyse rétrospective des changements entre les différentes classes considérées durant les classifications. Elle sera ainsi basée sur la comparaison deux classifications relevant des références temporelles différentes. Pour le cas de cette étude, deux séries d'analyse seront ainsi entreprises : la dynamique entre 1997 et 2007 et celle entre 2007 et 2017. Cette approche spatiale permet ainsi:

- De calculer les taux de perte et de gains pour chaque unité d'occupation du sol traduits en taux de déforestation pour les cas des mangroves et les forêts présentes dans le paysage
- De spatialiser l'occurrence de ces pertes et de ces gains.

Pour l'analyse du taux de déforestation au niveau des mangroves, la formule suivante sera appliquée :

$$\text{Taux de déforestation} = \left[ \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^{1/t} - 1 \right] * 100$$

$A_2$  : Superficie des mangroves en année 2007

$A_1$  : Superficie des mangroves en année 1997

T : nombre d'années entre 1997 et 2007

### **3.3.2.3. Identification des zones prioritaires pour la restauration**

#### **a) Zones de restaurations actuelles**

La spatialisation des zones de restauration actuelle a été établie sur la base de l'inventaire des zones restaurées au niveau des sites échantillonnés durant la descente sur le terrain. Un recensement des sites de restauration a été effectivement réalisé avec les communautés suivant l'approche participative. Elle a été couplée par la suite par un relevé de points GPS contournant ces différents sites. Le traitement consiste par la suite à l'affinement sous SIG de ces relevés pour en ressortir la carte des restaurations actuelles.

#### **b) Zones de restauration potentielles à l'issu des modèles**

Pour le cas de la zone de restauration potentielle, un modèle a été établi pour ressortir par ordre de priorités les zones qui sont susceptibles d'être restaurées. Ces zones de restauration dépendent de plusieurs facteurs, environnementaux, climatiques et socio-économiques. Ces facteurs permettent aussi de différencier les types de restauration qui doivent être entrepris comme la restauration passive et/ou la restauration active. Le traitement des images satellitaires, l'analyse combinées des différents paramètres suscités dont principalement les paramètres climatiques ont donné comme résultat des modèles et des cartes où la restauration de mangroves pouvant être conduite. La carte du modèle obtenue a été par la suite validée sur la base de la perception locale de l'affectation et la réaffectation des terres pour la restauration, conduite suivant une approche MARP. Des cartes pré imprimées sur Google Earth ont été rassemblées et montrées à tous les participants. De là, en reconnaissant spatialement les endroits stratégiques de restaurations, les types d'espèces les plus abondantes, les participants font des marques sur ces zones à vocation de restauration ou déjà actuellement en cours de restauration. En plus des enquêtes menées auprès des COBA, les zones potentiellement restaurables ont également été identifiés lors des descentes.

## **3.4. Analyse des risques sur les écosystèmes de mangroves**

### **3.4.1. Protocole d'inventaire**

#### **3.4.1.1. Dispositif d'inventaire et système d'échantillonnage**

L'inventaire floristique a été réalisé dans des placettes de 10 m x 10 m, le long d'un transect perpendiculaire aux chenaux ou à la mer à des intervalles de 50 m. À l'intérieur des placettes, tous les arbres dont la circonférence à hauteur de poitrine (CHP) est supérieure ou égale à 7 cm ont été inventoriés. Les jeunes arbres ayant une circonférence (CHP) strictement inférieure à 7 cm ont été considérés comme régénération naturelle et ont été dénombrés dans une sous-placette de 5 m x 5 m (Cf. Figure 7). Dans chaque village le choix de l'emplacement des placettes d'inventaire est basé sur un échantillonnage à 2 étapes : i) échantillonnage aléatoire pour le choix du transect et ii) échantillonnage raisonné basé sur la classe de dégradation des mangroves pour le choix de l'emplacement des placettes dans le transect.

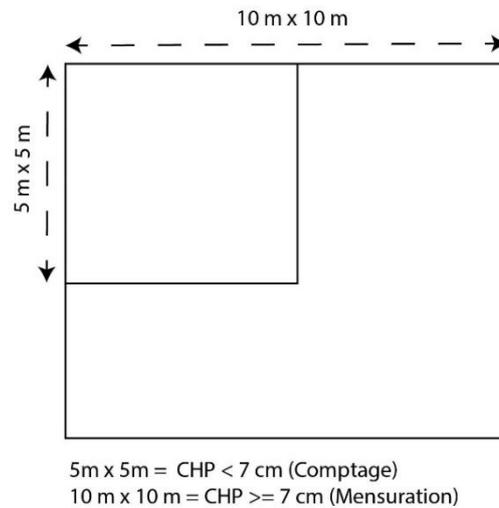


Figure 7 : Dispositif d'inventaire

### 3.4.1.2. Réalisation et collecte des données sur le terrain

Dans chaque placette et pour tous les individus, le nom de l'espèce, la CHP, la hauteur du fut, la hauteur totale et l'état de développement des arbres ont été enregistrés. À part les mensurations dendrométriques, les caractéristiques de la placette ont été aussi enregistrées. Ces caractéristiques concernent la localisation de la placette (Village et coordonnées géographiques), l'état général de la végétation (classe de dégradation de la mangrove et taux de recouvrement), les indicateurs de santé de la mangrove (nombre de bois mort, nombre de porte-graine et nombre de trous de crabe), l'indicateur de pression anthropique (nombre de bois coupé), les indicateurs pédologiques (texture du sol, compacité du sol et couleur du sol).



Photo 4 : Matérialisation du dispositif d'inventaire



Photo 5 : Mesure dendrométrique des mangroves

### 3.4.1.3. Inventaire de la production de graine

Pour chaque placette, des portes-graines ont été sélectionnées afin d'estimer la production de graine des mangroves. Ainsi, les graines ont été comptées sur les portes-graines jugées être performants. Pour permettre des traitements statistiques, le nombre de portes-graine à inventorier a été fixé à  $n > 30$  pour chaque village.



Photo 6 : Graine de *Ceriops tagal*



Photo 7 : Porte graine *Ceriops tagal*

#### 3.4.1.4. Enquêtes de collecte d'informations secondaires

À part l'inventaire floristique proprement dit, des informations supplémentaires sur les indicateurs d'analyse de la vulnérabilité de l'écosystème des mangroves face au changement climatique sont nécessaires. Ces informations sont en général basées sur la perception paysanne et les savoirs locaux sur les caractéristiques des mangroves. Ainsi, des questions sur la richesse spécifique, la superficie des mangroves gérées par la communauté locale de base (CLB), les principales pressions et menaces de l'écosystème, la capacité d'adaptation des mangroves et de la population face aux menaces climatiques et la perception locale de la santé globale de la forêt de mangrove ont été posées lors des focus groups. Durant la réalisation des inventaires, ces questions ont été aussi posées aux guides et les mains-d'œuvre locales.

### 3.4.2. Méthode de traitement des variables floristiques et écologiques

#### 3.4.2.1. Estimation de la richesse spécifique

La richesse floristique est exprimée par le nombre total d'espèces présentes sur une surface inventoriée. La richesse spécifique est ainsi appréhendée à travers la liste floristique inventoriée dans chaque placette d'inventaire et par classe de mangrove. Ainsi, pour chaque placette d'inventaire, le nombre d'espèces de palétuviers présentes a été dénombré.

#### 3.4.2.2. Estimation de la densité relative

La densité du peuplement renseigne le nombre de tiges à l'hectare (N/ha). La densité relative exprime le pourcentage d'une espèce par rapport au nombre total de tiges. Sa valeur est donnée par la formule suivante :

$$N\% = \frac{N_i}{N} \times 100$$

Avec :

- $N_i$  : Nombre de tige pour l'espèce et
- $N$  : Nombre de tige total

#### 3.4.2.3. Estimation de la densité des régénérations naturelles

L'analyse de la régénération consiste à étudier notamment la composition floristique, l'abondance ou le nombre de tiges à l'hectare des régénérations naturelles et le nombre de régénérations naturelles moyennes par placette

pour chaque village. Cela permet de voir d'une part l'état des peuplements d'avenir, et d'autre part l'importance relative des différentes espèces dans les milieux. Pour chaque placette d'inventaire, la densité des régénérations naturelles et la richesse spécifique de ces régénérations ont été calculées.

#### 3.4.2.4. Estimation de la productivité en graine

Le comptage des graines a été réalisé sur des échantillons de porte-graine. Ainsi, afin d'estimer la production de graine au niveau des placettes d'inventaires, un modèle de prédiction des graines a été élaboré. Pour cela la méthode de modélisation utilisant la régression linéaire multiple a été choisie (MLR). Pour la construction du modèle, les portes graines inventoriées ont été partitionnées en deux suivant la méthode de Kennard & Stone (1969) en lot de calibration et en lot de validation. La performance des modèles a été appréciée en fonction du root mean square error of calibration (RMSEC), la variabilité expliquée par le modèle (% var exp), le coefficient de corrélation de prédiction ( $R^2$  prediction) et le ratio of performance deviation (RPD). L'équation du modèle s'écrit :

$$\text{Nombre de graine} = f(\text{Espèce} + \text{CHP} + \text{Ht})$$

- Nombre de graine : Quantité de graine pour un porte graine
- Espèce : l'espèce d'appartenance du porte graine
- CHP : Circonférence à hauteur de poitrine du porte graine
- Ht : Hauteur totale du porte graine

#### 3.4.2.5. Analyse descriptive des variables floristiques

Afin d'apprécier la variabilité inter-classe de mangrove et inter-village, des statistiques descriptives ont été réalisées. Pour cela les paramètres de position (moyenne et médiane) et les paramètres de dispersion (quartile et écart-type) ont été estimés pour toutes les variables floristiques considérées. Des statistiques descriptives des variables floristiques suivant les variables explicatives (villages et classe de mangrove) ont été réalisées. Aussi, pour faciliter la visualisation de la variabilité de ces variables floristiques par village, des box plot ont été construits.

#### 3.4.2.6. Calcul de l'indice de Shannon

L'indice de Shannon est un indice permettant de mesurer la biodiversité. Les appellations Shannon-Weaver ou Shannon-Wiener sont incorrectes : seul Claude Elwood Shannon est à l'origine de cet indice, qui est fondé sur la notion d'entropie (entropie de Shannon).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

- $H'$  : indice de biodiversité de Shannon
- $i$  : une espèce du milieu d'étude
- $p_i$  : Proportion d'une espèce  $i$  par rapport au nombre total d'espèces ( $S$ ) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :

$$p(i) = n_i / N$$

- où  $n_i$  est le nombre d'individus pour l'espèce  $i$  et  $N$  est l'effectif total (les individus de toutes les espèces).

Cet indice permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps. Cet indice varie toujours de 0 à  $\ln S$  (ou  $\log S$  ou  $\log_2 S$ , selon le choix de la base du logarithme). Cet indice est l'un des plus connus et des plus utilisés par les spécialistes.

### 3.5. Elaboration de l'état de référence sur la faune

La faune est un composant essentiel de la biodiversité dans un écosystème. La vulnérabilité d'un écosystème face aux changements climatiques se doit être considérée sur tous les angles, notamment de sa biodiversité. Pour une connaissance de la faune associée à un écosystème, un inventaire biologique doit être fait. Les écosystèmes non étudiés sont nombreux et le besoin de mettre en place une connaissance de base sur ces derniers est plus que nécessaire. La baie d'Ambaro et ses environs est un site dont la connaissance reste restreinte sur le point de vue de la biodiversité. La mise en place d'un état de référence sur la faune et la flore est donc une priorité pour la conservation des espèces et pour aider les gestionnaires dans les prises de décision (Baldwin, et al., 2005; Kindberg, et al., 2011; Primack. RB, 2008).

La mise en place d'une connaissance de référence d'une population animale doit se faire sur la base d'un inventaire méthodique pour obtenir des échantillons représentatifs (Gerville-Réache & Couallier, 2011) avec lesquels la diversité biologique de l'écosystème pourra être mesurée (Meine, et al., 2006; Wilson & Peter, 1988). C'est la connaissance de la biodiversité et des autres ressources biologiques qui permettent de valoriser un écosystème (Brahic & Terreaux, 2010). Les mangroves forment un écosystème d'une grande importance pour la conservation (Van Bochove, et al., 2014). C'est pour cette raison qu'une étude sérieuse sur la faune et la flore de la Baie d'Ambaro doit être faite pour mettre à jour les connaissances.

#### 3.5.1. Protocole d'inventaire

Dans le but d'obtenir un échantillon représentatif de la faune de la mangrove dans la baie et en concordance avec les ressources disponibles, les taxa qui feront l'objet d'un inventaire seront ceux qui présentent un grand intérêt écologique, conservation et dont le recensement est possible avec les moyens à disposition et dans le temps imparti. Ainsi donc, quatre classes feront l'objet d'un inventaire durant cette intervention : Mammifères (Lémuriens et Carnivores), Oiseaux, Reptiles (terrestre et aquatique), Amphibiens.

Pour pouvoir faire un inventaire rationnel des espèces animales présentes, le site d'étude a été divisé en trois grandes zones : le nord, le centre et le sud. Dans chacun de ces zones quatre sites ont été choisis pour installer des transects pour accomplir le recensement.

Le but final de l'inventaire étant de collecter des informations sur la faune intégrée dans l'écosystème de mangrove, les transects ont été mis en place au sein même de cet écosystème. Tous les habitats présents dans le milieu ont été considérés de la périphérie jusqu'au plus profond de la forêt de palétuvier. Ainsi donc, les lignes d'échantillonnage ont été installées suivant les chantiers qui donnent accès à la forêt de mangrove et ses bordures. Les chenaux qui traversent serpentent dans le noyau dur de la mangrove ont aussi été utilisés comme transect d'inventaire (Annexe 9).

Des méthodes précises et répliquables ont été utilisées pour obtenir des données standards dans chaque site. Durant les recensements que ce soit sur les chantiers ou dans les chenaux, pendant le jour ou la nuit, les principes des méthodes d'inventaire ne change pas.

### 3.5.1.1. Méthodes d'inventaire

Dans les trois zones d'étude, trois sites d'inventaire ont été choisis. La topographie des différents sites n'étant la même, le nombre de transect n'est pas le même aussi bien pour les chantiers que pour les chenaux (Annexe 9). Toutefois, le but étant de collecter des informations pertinentes pour mettre en place un état de référence de la faune, la méthode d'inventaire utilisée reste la même.

#### a) Concept

Les quatre taxa à inventoriés sont groupes de vertébrés constitués par plusieurs espèces avec des mœurs très variés. Pour cette raison, les inventaires ont été faits sur terre, suivant les réseaux fluviaux, le jour et la nuit, pour être sûre de recenser toutes les espèces présentent indépendamment de leurs mœurs : terrestre, aquatique, nocturne ou bien diurne. L'inventaire se fait sur une ligne d'échantillonnage dit "Transect" (Whitesides, et al., 1988) le long de laquelle un observateur cherche les animaux. A chaque rencontre, plusieurs notes sont prises mais les plus pertinentes sont:

- Nom de l'espèce rencontrée
- Nombre d'individus de l'espèce rencontrée
- Distance d'observation
- Longueur du transect
- Coordonnées GPS

La collecte de ces données relatives à chaque rencontre est enregistrée sur une fiche de donnée à enregistrement multiple (Annexe 11) pour toutes les espèces. Cette fiche permet d'obtenir toutes les informations nécessaires pour caractériser la biodiversité dans un site d'étude.

Pour les Mammifères, les Reptiles et les Amphibiens cette fiche est remplie systématiquement. Alors que pour les Oiseaux, le relevé de chaque rencontre suit la méthode mise au point par MacKinnon & Phillipps (1993) qui ne s'applique qu'à cette classe animale uniquement. Cette méthode consiste à faire plusieurs listes de dix espèces sans redondance suivant le transect.

#### b) Application

Durant le trajet sur un transect, un observateur est accompagné par un guide local pendant les inventaires sur les chantiers et assisté par un navigateur pour les recensements dans les chenaux. Deux sessions d'inventaire sont effectuées par jour, une diurne et une nocturne. Les inventaires diurnes durent en moyenne 5 heures commençant à 5h30 du matin et se terminant selon les conditions les conditions (marée, pluie, nombre d'animaux rencontrés...). La durée des inventaires nocturnes est sensiblement la même que pour les diurne commencent à 18h00 et se termine selon la longueur du transect choisi

Les lignes d'inventaire doivent mesurer plus de 1,5 km pour couvrir tous les habitants du milieu et une vitesse moyenne de 1 à 1,2 km/h doit être maintenu pour ne rater aucune occurrence possible avec les animaux. Les chantiers sont utilisés pour inventorier les espèces terrestres comme les Carnivores, les Rongeurs, les Lémuriens, les Serpent et les Oiseaux forestier. Les chenaux ont pour but de recenser les Oiseaux et les Reptiles à mœurs aquatique ainsi que toutes les espèces animales qui fréquentent le noyau dur des mangroves.

Durant les inventaires diurnes, une jumelle est utilisée pour s'assurer de l'identification de l'animale et dans le cas où le nom de l'espèce est incertain, des photos sont prises pour une identification ultérieure. Pendant la nuit, l'observateur utilise une lampe frontale pour aider dans l'identification. Les animaux rencontrés sur le trajet retour d'un même transect ne sont pas comptés.

### 3.5.1.2. Enquêtes pour la collecte d'informations secondaires

La durée de l'inventaire dans chaque site étant limité, des enquêtes auprès des habitants locaux ont été faites pour compléter les informations collectées sur le terrain. Le but de cette opération est de collecter des informations sur la richesse spécifique et d'avoir un historique sur la faune de chaque site. Les données collectées ne seront pas utilisées pour les analyses de la dynamique de la faune mais constitueront des connaissances directrices sur l'évolution de la population animale.

Les informations recherchées sont surtout les espèces animales exploitées par la population locale. La présence d'espèce cryptique dans la détection est très improbable sans l'utilisation de méthode très spécifique et de matériels de recherche spéciaux. Tel est le cas de la plupart des espèces de Carnivore endémique de Madagascar et de certaines espèces de Serpent et de Lézards fouissement

### 3.5.2. Méthode de traitement des variables faunistiques

Les données récoltées sur le terrain sont des relevés démographiques avec lesquels les indices de diversité d'une population peuvent être calculés (Begon, et al., 1996; Magurran, 1988). Les indices de diversité sont des mesures mathématique permettant d'avoir une estimation sur la distribution et la qualité de la biodiversité dans un milieu donnée (Beals, Gross, & Harrell, 2000 ). Pour les quatre taxa présent en considération durant l'inventaire, les indices de diversité suivants seront calculer:

#### a) Richesse spécifique:

Nombre d'espèce présente dans un milieu

#### b) Abondance relative:

Cet indice correspond au nombre d'individus d'une espèce donnée dans un milieu. L'obtention de l'abondance absolue rarement possible dans la nature, c'est pour cette raison que dans la dynamique des population, l'abondance relative est le plus souvent utilisée. Pour les Mammifères, le Reptiles et les Amphibiens, cette indice de diversité est exprimé par le taux de rencontre (Annexe 14).

$$T_i = n_i/N$$

Avec

$T_i$ : Taux de rencontre de l'espèce  $i$

$n_i$ : Nombre d'individus rencontré

$N$ : Nombre de transect parcouru

#### c) Indice de dominance de Simpson

Cet indice permet d'évaluer rapidement, en un seul chiffre, la biodiversité d'un peuplement. Il renseigne sur la qualité et le fonctionnement des peuplements.

$$D_s = 1 - \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

L'indice de diversité de Simpson varie de 0 à 1.

$D_s$  tend vers 0, la diversité est faible

$D_s$  tend vers 1, la diversité est forte.

$D_s$ : indice de diversité de Simpson

$n_i$ : nombre d'individus d'une espèce ou d'une famille

*N*: nombre total d'individus dans l'échantillonnage

#### d) Indice d'équitabilité et de Shannon-Wiener

Cet indice de diversité permet d'analyser la distribution de l'abondance des différentes espèces dans plusieurs milieux d'étude. L'indice de Shannon  $H$  est interprété par la valeur de l'équitabilité  $E_H$ .

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Avec

$H$ : indice de biodiversité de Shannon

$i$ : une espèce du milieu d'étude

$p_i$ : Proportion d'une espèce  $i$  par rapport au nombre total d'espèces ( $S$ ) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante:

$$p_i = n_i/N$$

Avec

$n_i$ : Nombre de l'espèce de rond  $i$  dans le milieu

$N$ : Nombre total d'espèce dans le milieu

$$E_H = H / H_{\max} = H / \ln S$$

$S$ : Nombre total d'espèce dans le milieu

La valeur de  $E_H$  varie de 0 à 1; la valeur maximum signifie un équilibre parfait de la distribution des effectif des différentes espèces dans un milieu.

### 3.6. Analyse des risques sur les moyens de subsistance de la population

#### 3.6.1. Dispositif d'enquêtes

##### 3.6.1.1. Focus group

La collecte de données socio-économiques pour l'analyse des risques et de la vulnérabilité des moyens de subsistance de la population a été effectuée à travers un focus et une enquête ménage. Plus particulièrement pour le focus group, bien que le dispositif de collecte de données utilisé ait été inspiré du « climate crowd » pour mieux appréhender la chaîne d'impact de tous les secteurs d'activités, il a également servi de collecter les données globales et les données secondaires au niveau de chaque Fokontany qui n'ont pas été abordées durant les enquêtes ménages.

L'approche adoptée a consisté à organiser une réunion avec les personnes ressources au niveau de chaque localité regroupant en moyenne 10 à 15 individus. Bon nombre d'informations ont été collectées durant ces séances de focus group à savoir : les activités prioritaires de la population, la perception de l'état de la ressource et du changement climatique actuel, les impacts globaux du changement climatique sur les secteurs d'activités de la population, le flux migratoire, les associations et les projets œuvrant dans chaque zone et enfin, les connaissances locales en matière d'espèces les plus adaptées pour la restauration des mangroves. Les données

collectées durant ces focus group serviront ainsi de référence pour les données socio-économiques, lesquelles seront par la suite confrontées avec les résultats des enquêtes ménages.



Photo 8 : Organisation de focus group à Andranofotsy

### 3.6.1.2. Questionnaire

Comme mentionné plus haut, des enquêtes ménages ont été également réalisées au niveau des 12 localités cibles pour alimenter les données issues des focus group. Cette approche a principalement pour objectif d'évaluer de manière plus précise la vulnérabilité des moyens de subsistance de la population et les risques climatiques associés. Même si les questionnaires utilisés ont été également basés sur l'outil « climate crowd », contrairement au focus group, les informations collectées au niveau ménage ont été beaucoup plus détaillées.

Par rapport à l'approche d'analyse « chaîne d'impact », les données collectées se rapportent plus particulièrement aux : informations générales sur les ménages enquêtés et leurs principales occupations, changements les plus significatifs ressentis durant ces dernières années, dépendance de la population aux ressources naturelles (utilisateurs, quantités prélevées), principaux dangers susceptibles d'affecter les moyens de subsistance de la population et enfin, impacts du changement climatique sur les secteurs d'activités de la population et leurs stratégies d'adaptation en réponse des stress climatiques. La démarche utilisée pour la conduite des enquêtes présente ici un double avantage du fait que les ménages ont été choisis de manière aléatoire et que les impacts d'un aléa ont été quantifiés pour chaque secteur d'activité.



Photo 9 : Enquête ménage

## 3.6.2. Méthodes de traitement des variables sociales et économiques

Les indicateurs socio-économiques retenus pour l'évaluation des risques sur les moyens de subsistance de la population ont été quantifiés succinctement afin d'attribuer une valeur à chaque composante du risque étudié. Néanmoins, le traitement diffère selon le type d'indicateur au vu des types de données collectées sur le terrain. Pour le danger, les données quantifiées concernent plus particulièrement les données climatiques telles que la pluviométrie, la température, etc. lesquelles ont été évaluées à partir des bases de données climatiques fournies par la DGM. Pour l'exposition, les indicateurs retenus concernent en grande partie la proportion des ménages concernés par l'activité. Il en est de même pour la capacité d'adaptation vu que les indicateurs définis concernent notamment la proportion de la population recourant à d'autres types d'activités en réponse au stress climatique ressenti ou du moins, la proportion des ménages commençant à diversifier leurs activités. Pour la sensibilité, une pondération ou un scoring a été directement procédé pour les indicateurs à caractère qualitatif tels que le besoin en eau des cultures, etc. Par ailleurs, pour les données quantitatives, les moyennes au niveau de chaque Fokontany ont été calculées avant la pondération. Pour les données quantitatives, les moyennes annuelles ont été retenues pour chaque indicateur. Plus spécifiquement pour le revenu ménager, il correspond à la valeur monétaire de la production annuelle d'un ménage.

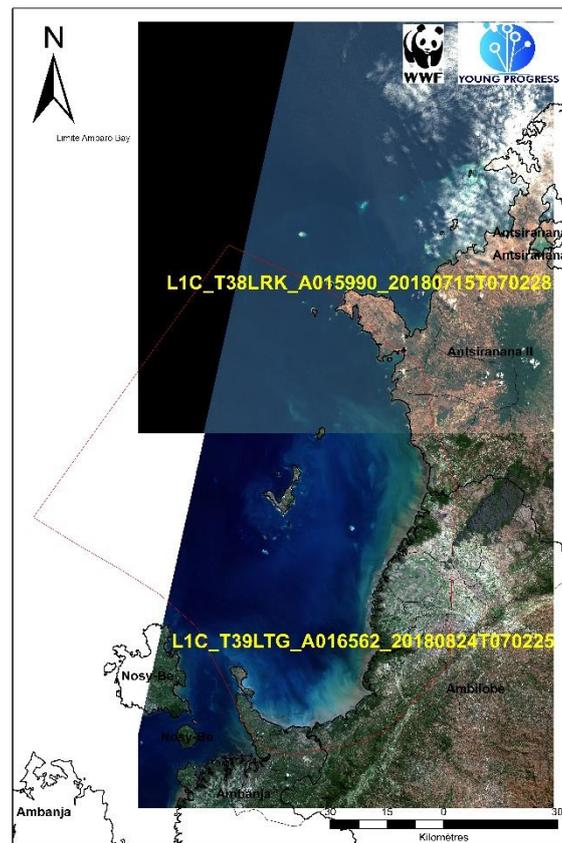
## 4. RESULTATS

### 4.1. Synthèse descriptive des informations de référence utilisées

#### 4.1.1. Baseline sur la situation spatiale et la dynamique des mangroves

##### 4.1.1.1. Cartographie de l'occupation du sol à l'échelle paysage

L'analyse de la Baseline sur la situation spatiale des mangroves et des écosystèmes continentaux au niveau de la Baie d'Ambaro repose sur une analyse descriptive de la carte d'occupation du sol. Pour ce faire, l'utilisation d'image satellitaire récente et à haute résolution spatiale s'avère nécessaire. Aussi, dans le cadre de l'analyse de la situation de l'occupation du sol, l'image Sentinel 2 ayant une résolution de 10m et datant de 2018 a été téléchargée depuis le site de la NASA. Les images utilisées sont majoritairement prises durant la période sèche. En effet, l'utilisation d'images acquises pendant la saison sèche permet d'avoir des images dont la nébulosité est fortement réduite et de limiter ainsi les biais atmosphériques (Hountondji, 2008 ; Oszwald *et al.*, 2010). Ainsi, les images prises durant les saisons humides sont seulement utilisées à défaut de l'absence d'images disponibles durant la période sèche pour la même scène ou de l'importance de la nébulosité couvrant l'image.



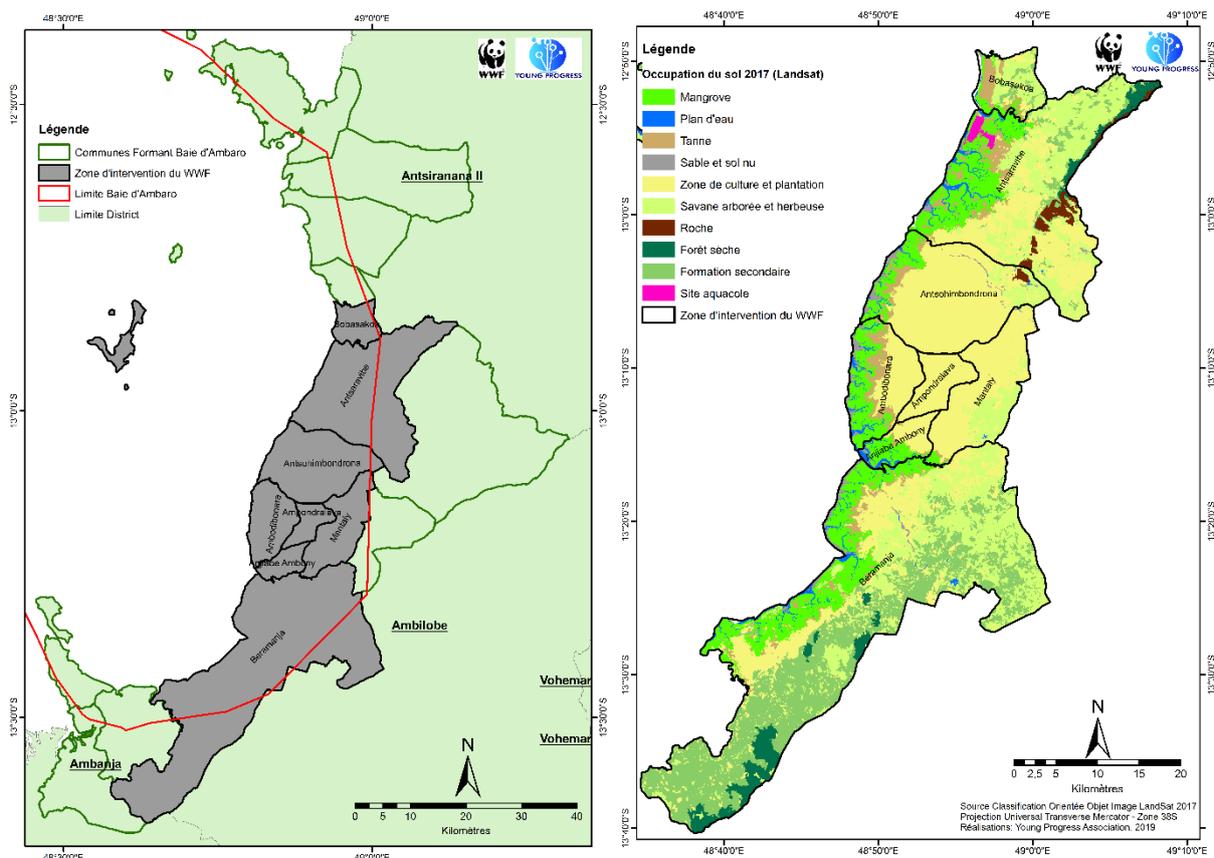
Carte 4 : Images Sentinel 2A utilisées pour la cartographie de l'occupation du sol de la Baie d'Ambaro

Ainsi, pour le cas de, l'analyse descriptive de l'occupation du sol à l'échelle du Paysage de la Baie d'Ambaro, les différentes catégories de classes suivantes ont été ressorties :

- **Classe Mangrove** : Cette classe regroupe les mangroves très denses, denses, claire et très claire.
- **Classe Tanne** : cette classe est constituée par des espaces nus se trouvant en arrière mangrove.
- **Classe Forêt** : Les classes de Forêt dense humide et de Forêt dense sèche sont regroupées dans cette classe de forêt à cause de la similarité des informations spectrale de couleur rouge foncé. Les forêts naturelles comprenant les aires protégées de la partie Nord constituent globalement cette classe.
- **Classe Savane Arborée et herbeuse** : Cette classe regroupe les formations avec ligneuses ayant des caractéristiques arbustives et arbustes, sont aussi rapportées dans cette classes les plantations d'eucalyptus et d'autres espèces à vocations bois énergies. Entre autres, les prairies herbeuses et les jachères anciennes sont aussi incluses dans cette classe. Autrement dit, les espaces qui diffusent une réflectance autre que le rouge, et qui sont localisées essentiellement sur les reliefs accidentés de la zone.
- **Classe Zone de culture et des plantations** : Cette classe regroupe notamment les rizières, les cultures de canne à sucre, l'agroforesterie et les bas-fonds ainsi que les mosaïques de cultures proches des villages.
- **Classe Sable et sol nu** : Ce sont des sols dénudés avec une faible proportion de végétation au-dessus ainsi que les sables longeant généralement les côtes et les fleuves.

- **Classe Formation rocheuse** : Cette classe regroupe les zones rocheuses ainsi que les formations des roches calcaires dans la partie plus particulièrement les roches dans le Parc National d'Ankarana et ses alentours.
- **Classe Formation secondaire** : Cette classe est constituée essentiellement par des formations végétales secondaires, dont la composition floristique et la structure évoluent au fil du temps, pouvant progressivement s'enrichir en espèces arbustives à des formes boisées, et aboutir à des formations forestières secondaires. C'est aussi une formation forestière secondaire qui repousse après le tavy ou culture sur brûlis.
- **Classe Plan d'eau** : Cette classe regroupe les rivières, les lacs et la mer.

Dans l'ensemble, le Paysage est dominé par la zone de culture et les plantations qui représentent 34,60% de la surface de l'ensemble du Paysage. Ce type d'occupation du sol se concentre surtout au niveau des communes d'Antsohimbondrona, d'Ambodibonara, d'Ampondralava, d'Anjiabe Ambony de Mantaly et dans la partie Sud de la Commune d'Antsaravibe (cultures de canne à sucre et rizières). Ensuite, la classe de savane arborée et herbeuse occupe une proportion de 20,94% suivie de la classe de formation secondaire qui est de l'ordre de 18,47%. Ces deux types de classe se sont surtout localisés dans la partie Sud de la zone d'étude, plus précisément dans la Commune de Beramanja qui est limitrophe du District d'Ambilobe avec le District d'Ambanja. Enfin, 13,64% de la zone sont occupés par des mangroves. Le tableau ci-après donne la superficie de chaque classe d'occupation du sol, ainsi que celle de la proportion au niveau de la zone d'étude.



Carte 5 : Carte d'occupation du sol de la Baie d'Ambaro

Tableau 9 : Superficie des différentes classes d'occupation du sol dans la Baie d'Ambaro

CLASSES	SUPERFICIE (HA)
Mangrove	23 078
Eau	3 568
Tanne	7 530
Sable et Sol nu	2 514
Zone de culture et plantation	58 561
Savane arborée et herbeuse	35 445
Formation rocheuse	1 764
Forêt	5 015
Formation secondaire	31 258
Site aquacole	505

#### 4.1.1.2. Cartographie des mangroves

##### a) Répartition spatiale des différentes classes de mangroves

Durant le traitement et après la concertation de l'équipe de WWF, il a été retenu quatre (4) catégories des classes des mangroves :

**Mangrove très dense** : Caractérisée par des espèces de palétuviers ayant un recouvrement de plus de 85% et atteignant plus de 8m de hauteur.

**Mangrove dense** : Caractérisée par des espèces de palétuviers ayant un recouvrement entre 50% à 85% et atteignant plus de 8m de hauteur.

**Mangrove claire** : Caractérisée par des espèces de palétuviers ayant un taux de recouvrement compris entre 25% à 50% et dont la hauteur varie suivant les espèces de 3m à 5 m.

**Mangrove très claire et rabougrie** : Caractérisée par des espèces de palétuviers très éparses ayant un taux de recouvrement inférieur à 25% et dont la hauteur ne dépasse pas de 3m. Elle colonise généralement la partie intérieure près de la formation des tannes et constitue en générale par la formation d'espèces d'*Avicennia marina*.



Photos 1: Mangrove très dense



Photos 2: Mangrove dense



Photos 3: Mangrove claire



Photos 4: Mangrove très claire et rabougrie

Dans l'ensemble de la Baie d'Ambaro, la cartographie de l'occupation du sol a montré que la superficie des mangroves s'élève à 23 078Ha répartie en quatre classes de mangrove. Le résultat du traitement avance que la classe de mangrove claire occupe une superficie très importante dans la zone soit 40,21% de l'ensemble de la classe de mangrove, suivi de la classe de mangrove dense (30,30%). Les caractéristiques de la superficie de l'occupation du sol par classe de mangrove sont données par le tableau ci-après.

Tableau 10 : Superficie des différentes classes des mangroves

CLASSES	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION (%)
Mangrove très dense	2 913	12,62
Mangrove dense	6 992	30,30
Mangrove claire	9 280	40,21
Mangrove très claire et rabougrie	3 892	16,87
<b>Total</b>	<b>23 078</b>	<b>100,00</b>

La répartition spatiale des mangroves à l'échelle Paysage au niveau de la Baie d'Ambaro est représentée par la carte suivante.



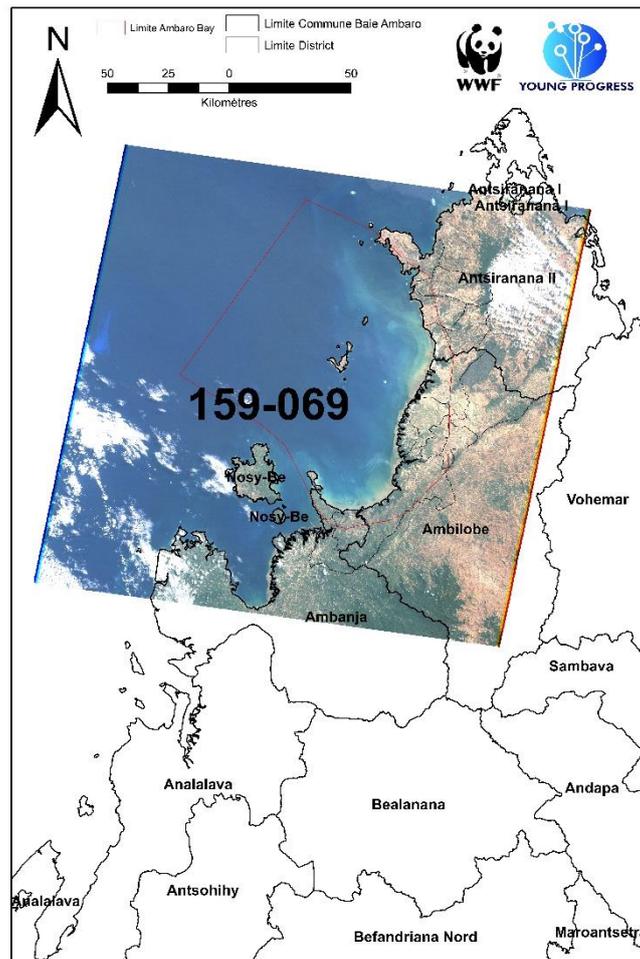
Quant à l'indice de Kappa qui permet de « retirer » la portion de hasard ou de subjectivité de l'accord entre les techniques de classification des images. Selon Landis et Koch (1977), cet indice est excellent quand il est supérieur ou égal à 0,81; il est bon quand il est compris entre 0,61 – 0,80; il est modéré quand il est compris entre 0,21 – 0,60; il est mauvais quand il est compris entre 0,0 – 0,20 et il est considéré comme très mauvais quand il est inférieur à 0,0. Après calcul à partir du tableau de matrice de confusion, l'indice Kappa est de 0,77. Cela permet de conclure que le résultat des classifications est statistiquement bon et ce d'après les critères d'évaluation de Landis et Koch en 1977 cité précédemment et qui est confirmé par Pontius en 2000.

**Tableau 11 : Matrice de confusion pour l'évaluation de la précision de la classification**

		Point de contrôle sur le terrain						Total	Erreur de commission	Précision globale (%)	
		Mangrove Très dense	Mangrove dense	Mangrove claire	Mangrove très claire et rabougrie	Tanne	Eau				
Classification	Mangrove Très dense	25	4	2	0	0	0	31	19,35	80,65	
	Mangrove dense	5	31	5	1	0	0	42	26,19	73,81	
	Mangrove claire	2	8	42	2	0	2	56	25,00	75,00	
	Mangrove très claire et rabougrie	1	3	5	53	2	1	65	18,46	81,54	
	Tanne	0	0	0	7	48	0	55	12,73	87,27	
	Eau	0	0	0	1	0	40	41	2,44	97,56	
Total		33	46	54	64	50	49	296	-	100,00	
Erreur d'omission		24,24	32,61	22,22	17,19	4,00	18,37	239	296	0,81	
Précision globale de la classification											80,74%

#### 4.1.1.3. Cartographie de la dynamique d'occupation du sol à l'échelle paysage

Pour l'analyse de la dynamique au niveau de la zone, les images issues du capteur Landsat ont été utilisées en raison de leur disponibilité temporelle et de par sa résolution spatiale moyenne de 30m qui cadre parfaitement pour une étude spatio-temporelle au niveau de la Baie d'Ambaro c'est-à-dire une étude au niveau régionale. Ainsi, deux séries d'images ont été téléchargées, l'image datant de 1997 provenant du capteur Landsat 5 TM et l'image 2017 provenant de Landsat 8 OLI. Ces images ont subi des prétraitements avant la classification proprement dite. Ces prétraitements concernent la correction atmosphérique et radiométrique. La correction atmosphérique permet de corriger les effets de la modification des signaux dus aux absorptions par les gaz et la diffusion des aérosols et molécules dans l'atmosphère. La correction radiométrique vise à pallier les anomalies propres aux capteurs. Elle comprend la normalisation et la correction des erreurs de dérayage des différents détecteurs composant le capteur.



Carte 7 : Extrait de l'image Landsat utilisé pour l'analyse de la dynamique

Ensuite, pour le traitement proprement dite, l'analyse de la dynamique et changement de l'occupation du sol a été effectuée en deux étapes. Tout d'abord, les deux cartes des deux époques ont été comparées. La comparaison a été basée sur l'évolution de la superficie de chaque classe. Puis, une analyse de conversion d'une classe d'occupation de sol à une autre a été réalisée. Cette analyse ne donne non seulement des informations générales sur le paysage dans son ensemble mais également la détection de changement entre chaque classe. Elle consiste à établir une matrice de transition entre les ces deux époques de référence à partir des cartes d'occupation du sol de 1997 et 2017 couplées avec des données chiffrées issues des tables attributaire.

Plus précisément, la matrice de transition permet de mettre en évidence les changements d'occupation du sol entre deux époques. Les cellules de la matrice contiennent la valeur d'une variable ayant passé d'une classe initiale à une classe finale pendant la période considérée. Les valeurs des colonnes représentent les proportions des superficies occupées par chaque classe d'occupation du sol à l'époque initiale et celles des lignes à l'époque finale.

Ainsi, la matrice de changement résultant le croisement entre la classification de l'occupation du sol de 1997 et 2017 permet d'identifier deux types de changements :

- Conversion : changements d'une catégorie d'occupation des terres à une autre ;
- Non changement : classe non affectée par des modifications ou des conversions entre deux dates

Plus spécifiquement, une analyse de la déforestation a été conduite. Cette analyse consiste en la soustraction entre la superficie initiale et la superficie restante par classe. Le résultat peut monter soit un gain, quand la superficie initiale d'une classe est inférieure à la superficie de l'époque suivante ; soit une perte lorsqu'il s'agit du cas inverse. Le premier cas pourrait concerner les savanes et les terrains de cultures tandis que le second cas illustre le plus souvent le recul des écosystèmes forestiers.

#### a) Evolution de l'occupation du sol

Les résultats ont montré qu'en termes d'évolution, on observe une diminution en termes de superficie des classes de Formation secondaire, Forêt et Mangrove au niveau de la Baie d'Ambaro. Par contre, les classes de Tanne, de Savane arborée et herbeuse ainsi que celle de la Zone de culture et plantation ont considérablement augmenté.

Spécifiquement pour le cas de l'écosystème continentaux, la couverture forestière au niveau de la Baie d'Ambaro, observée en 1997 est de 6 167Ha. En 2017, elle est estimée à 5 015Ha, soit 1 152 Ha de Forêt ont été perdues durant ces deux périodes d'observation. Cette proportion représente 13,41% de la superficie totale de la Forêt initiale.

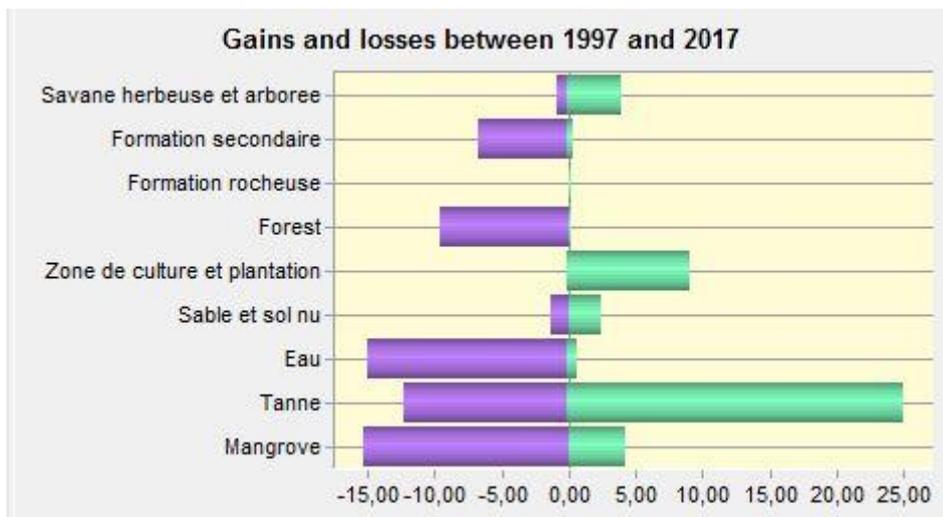


Figure 8 : Dynamique des mangroves

#### b) Conversion de l'occupation du sol

Pour le cas de conversion d'occupation du sol, le matrice de transition issu de ces deux dates d'observations au niveau de la zone d'étude a permis de ressortir les résultats suivants.

Au total, 1,32% des mangroves ont été transformées notamment en Tanne, Zone de culture et plantation durant ces vingt dernières années au niveau de la zone. En termes de superficie, cette proportion concerne environ 3 432Ha de mangrove. Une partie des Forêts sont aussi également converties en Formation secondaire (0,11%) et en Savane arborée et herbeuse (0,15%). Enfin, une partie des Formations secondaires ont été aussi transformées en Savane arborée et herbeuse (1,18%) et en Zone de culture et plantation (0,63%). Par contre, le taux de régénération des Forêts est très faible car elle est de l'ordre de (0,03%), signifiant que seulement 0,03% des (24,98%) des Formations secondaires ont été converties en Forêt.



Tableau 12 : Matrice de transition entre 1997 et 2017

		OCCUPATION DU SOL EN 1997									Total
		MANG	Tanne	E.	SSN	ZC et PI	Forêt	FR	FS	SA et H	
OCCUPATION DU SOL EN 2017	MANG	7,27	0,05	0,22	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,59
	T.	0,66	2,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,73
	E.	0,01	0,00	1,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,81
	SSN	0,03	0,01	0,09	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,84
	ZC et PI	0,62	0,23	0,00	0,00	17,24	0,00	0,00	0,62	0,28	18,99
	F.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	0,00	0,03	0,00	2,45
	FR	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	3,08	0,00	0,00	3,09
	FS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	24,98	0,06	25,15
	SA et H	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,15	0,00	1,18	30,96	32,35
	Total	8,59	2,33	2,11	5,79	17,31	2,68	3,08	26,81	31,30	100,00

Mang : Mangrove

T. : Tanne

E. : Eau

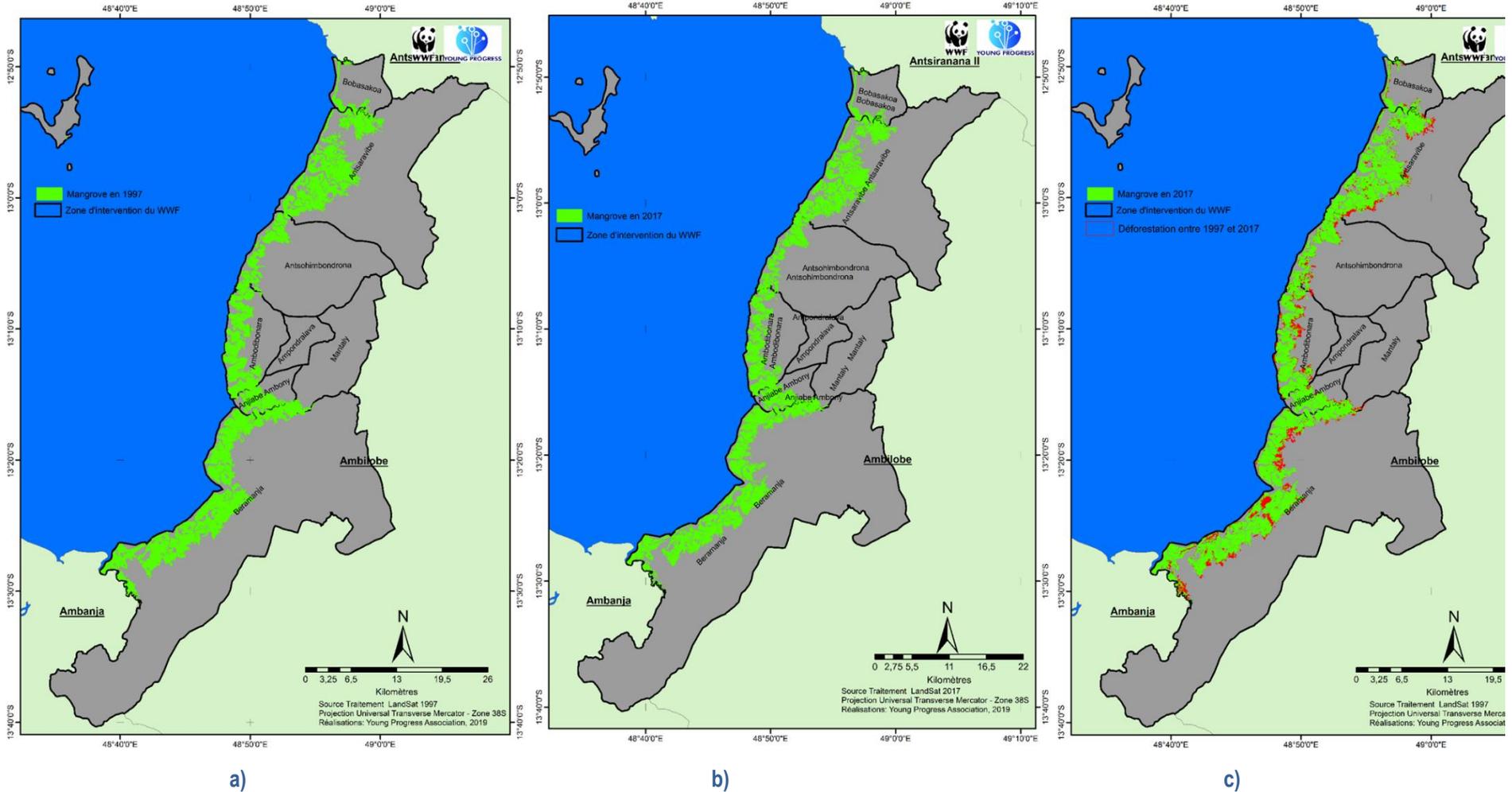
F. : Forêt

ZC et PI : Zone de culture et Plantation

FR : Formation Rocheuse

FS : Formation Secondaire

SA et H : Savane Arborée et Herbeuse



Carte 8 : Occupations du sol en 1997 (à droite) et 2017 (à gauche)

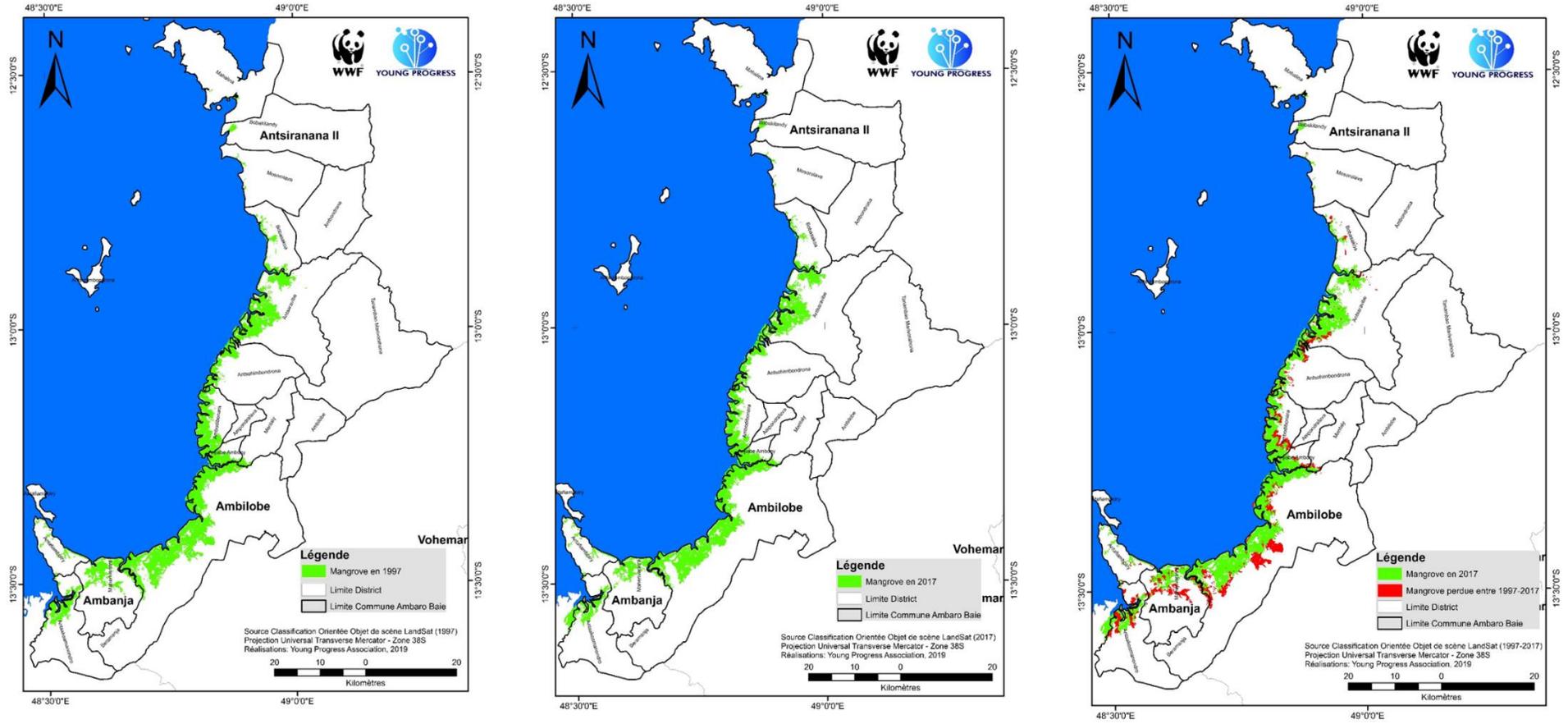
#### 4.1.1.4. Cartographie de la dynamique des mangroves

En termes d'évolution, la superficie des mangroves régresse à un rythme assez faible pendant ces vingt dernières années. La couverture occupée par les mangroves est évaluée à 25 068 Ha en 1997 contre 23 078 Ha en 2017. Les superficies de mangrove entre 1997 et 2017 ont montré une perte de 3 432 Ha de mangrove pour l'ensemble du paysage de la zone d'étude. Cette diminution de superficie représente un taux annuel de déforestation de 0,68%. En termes de proportion, ce taux de déforestation représente 13,69% de la surface de mangrove en 1997. Malgré cela, les mangroves figurent parmi les écosystèmes les plus dynamiques, des nouvelles formations des zones de mangrove se forment aussi durant ces deux périodes d'observation en termes de gain en superficie. Aussi, entre 1997 et 2017, 1 959 Ha de mangroves se sont formées au niveau de la zone d'intervention. Ce taux représente à 7,82% de la superficie initiale (1997). En somme, au niveau de la zone d'intervention, le bilan de la formation des mangroves entre 1997 et 2017 est négatif de l'ordre de 1 473 Ha. Ce bilan de déforestation représente donc un taux annuel de 0,29% qui est inférieure à 0,32% (taux annuel moyen national observé en 2015 par l'ONE).

Toutefois, quelques villages au niveau de la zone ont connu un recul important en termes de superficie de mangrove durant ces vingt dernières années. Ces sites comprennent entre autres le site d'Ambatoharanana dont le taux de déforestation a été évalué à 62,89%, Ampasivelona avec un taux de 20,86%, de Bedara et d'Antsotsomo avec un recul respectif de 17,77% et de 16,69%. Pour le cas d'Ambatoharanana, les causes directes de la déforestation sont les coupes du bois de palétuviers pour la carbonisation et la transformation des zones de mangroves en rizières. Dans cette zone, plusieurs Hectares de forêt de mangroves ont été coupées pour être transformées en rizière. Ceci s'explique au fait que dans ce village, les zones favorables pour l'agriculture sont insuffisantes alors que la demande en termes de production vivrière augmente parallèlement au nombre de la population. Ainsi, les populations sont obligées de trouver d'autres terres favorables et propices pour l'agriculture. Mais pour les autres sites, les causes de la déforestation sont surtout liées au prélèvement des bois de palétuviers pour la construction et à des fins énergétiques.



Photo 10 : Conversion des mangroves en rizière (à gauche) et carbonisation des mangroves (à droite)



b) b) c)  
 Carte 9 : a) Cartographie des mangroves en 1997, b) Cartographie de mangrove en 2017 et c) Déforestation des mangroves entre 1997 et 2017

## 4.1.2. Baseline sur les caractéristiques écologiques et floristiques des mangroves

### 4.1.2.1. Récapitulatif des réalisations sur le terrain

Durant la descente sur le terrain, l'inventaire des mangroves a été réalisé sur 241 placettes réparties dans les 12 villages d'intervention et les 4 classes de dégradation des mangroves. En termes de superficie, l'inventaire des mangroves d'une superficie de 24 100 m<sup>2</sup> ou 2,41 ha. Suivant les 4 classes de dégradations des mangroves, les superficies inventoriées avoisinent les 6 000 m<sup>2</sup> ou 0,6 ha par classe. Concernant l'inventaire de la production de graine, la quantité de graine ont été comptées sur 181 portes-graines. Durant la descente sur terrain (mois d'octobre) 5 espèces existantes dans la zone sont en période de fructification. La période de fructification des autres espèces est entre le mois de février et avril.

### 4.1.2.2. Richesse spécifique

Sur les 241 placettes d'inventaire et pour les 12 villages d'intervention, 08 espèces de palétuviers ont été recensées. Ces espèces appartiennent à 08 genres et à 06 familles et il est nécessaire de préciser que ce sont les mêmes espèces que celles trouvées en 2014 par RENIALA. Les nomenclatures et la classification sommaire de ces 08 espèces de palétuviers peuvent être consultées dans le tableau suivant.

Tableau 13 : Nomenclatures et classification sommaire des espèces inventoriées.

NOM VERNACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	GENRE	FAMILLE
Antalaotro	<i>Xylocarpus granatum</i>	Xylocarpus	MELIACEES
Farafaka	<i>Sonneratia alba</i>	Sonneratia	SONNERATIACEES
Honko lahy	<i>Rhizophora mucronata</i>	Rhizophora	RHIZOPHORACEES
Honko vavy	<i>Ceriops tagal</i>	Ceriops	RHIZOPHORACEES
Lovinjo	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Lumnitzera	COMBRETACEES
Moromony	<i>Heritiera littoralis</i>	Heritiera	STERCULIACEES
Mosotry	<i>Avicennia marina</i>	Avicennia	AVICENNIACEES
Tsitolonina	<i>Brugueria gymnorhiza</i>	Brugueria	RHIZOPHORACEES

La richesse spécifique varie de 5 à 7 d'un village à un autre. Les espèces *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal* et *Avicennia marina* sont présentes dans tous les villages, si l'espèce *Sonneratia alba* n'est présente que dans 3 villages (Ambatoaranana, Anjiabe et Ankazomborona). Par rapport aux classes de dégradation des mangroves, la richesse spécifique ne suit pas une tendance particulière, mais la variabilité de cette richesse spécifique est en relation avec la localisation (village d'intervention). La richesse spécifique varie de 5 à 6 suivant les classes de dégradation des mangroves. Dans les mangroves très dense, dense et claire, 5 espèces de palétuvier ont été recensées, si c'est 6 espèces pour la classe très claire. Cette richesse spécifique élevée pour la classe très claire est surtout localisée dans le village d'Anjiabe et de Ankovana.

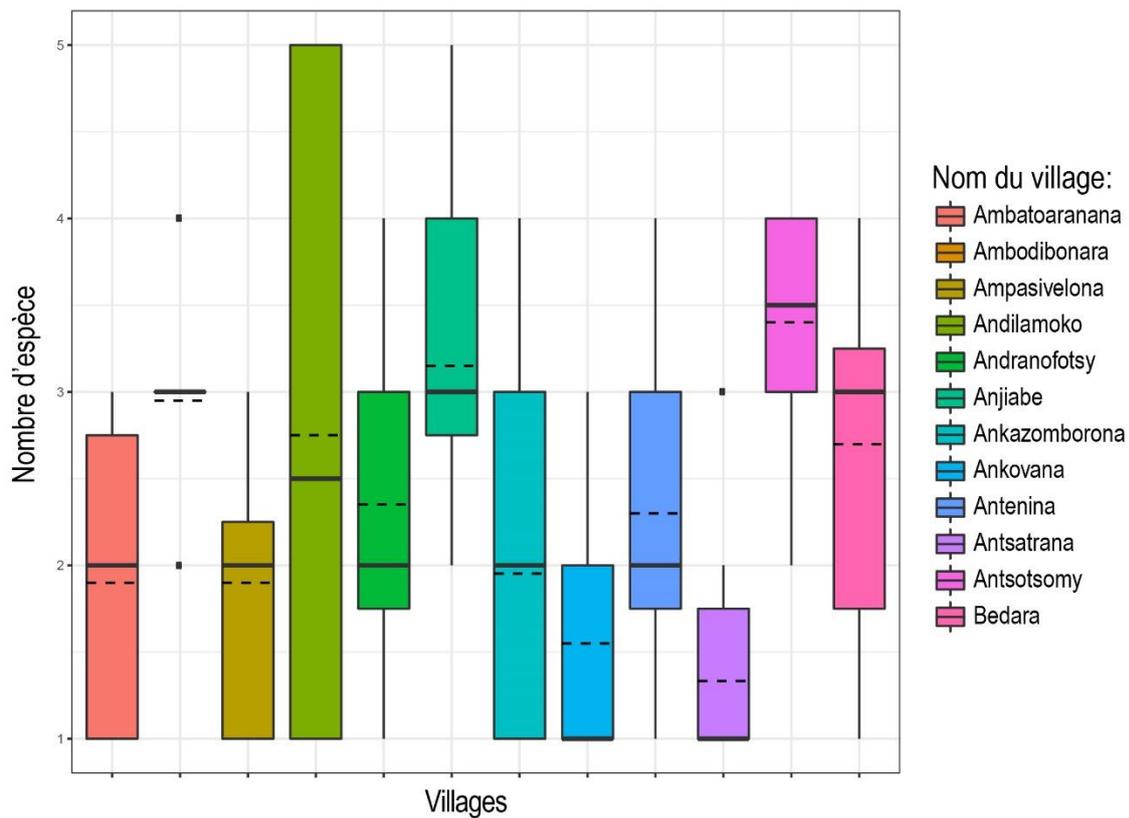


Figure 9 : Nombre d'espèce moyenne par placette pour chaque village

#### 4.1.2.3. Densité relative

Globalement dans les 241 placettes, la densité de la forêt de mangrove de la Baie d'Ambaro est de 3188 tiges/ha. Toutefois, cette densité est très variable suivant la classe de dégradation des mangroves. Cette densité peut aller jusqu'à 5630 tiges/ha pour la classe très dense à 1013 tiges/ha pour très claire. La diminution de la densité des mangroves est surtout liée aux pressions d'origine naturelle et anthropique. La densité connaît aussi une grande variabilité par rapport à l'état de développement des arbres inventoriés. La densité des arbres en phase de croissance atteint les 1288 tiges/ha, celle des arbres en floraison est de 1188 tiges/ha et celle des arbres atteignant l'état de fructification n'est que de 713 tiges/ha. Ainsi, le peuplement de mangroves dans la Baie d'Ambaro est relativement jeune. La densité relative par village varie de 7 tiges/ 100 m<sup>2</sup> pour le village d'Ambatoaranana à 42 tiges/ 100 m<sup>2</sup> pour Antenina.

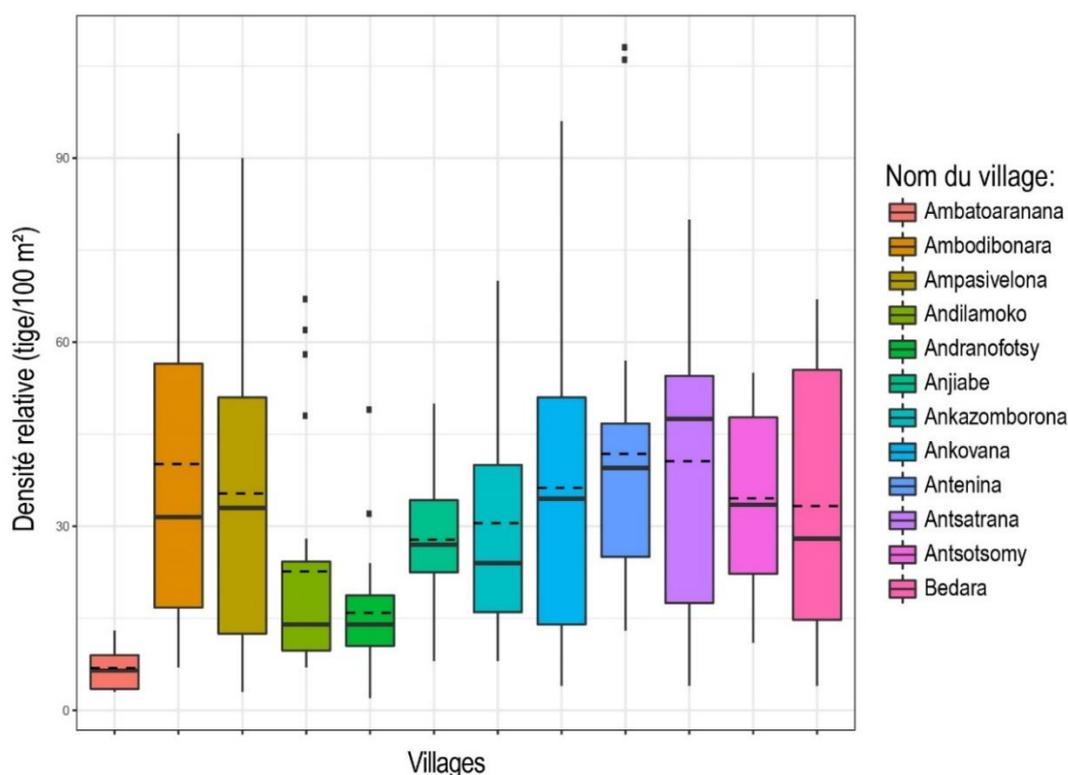


Figure 10 : Densité moyenne par placette pour chaque village (tige/100 m<sup>2</sup>)

#### 4.1.2.4. Analyse descriptive des portes graines

Selon l'espèce, les mensurations dendrométriques des portes-graines sont différentes. Par exemple, les portes-graines de *Brugueria gymnorhiza* ont une circonférence moyenne de 30,20 cm et une hauteur moyenne de 3,40 m. Tandis que, *Rhizophora mucronata* a une circonférence plus petite de 24,17 cm, mais avec une hauteur plus grande de 6,32 m. Ainsi, la maturité de l'arbre ne dépend pas forcément de ses mensurations, mais se réfère à l'âge, c'est-à-dire que deux individus d'espèce différentes n'auront pas les mêmes mensurations mêmes s'ils ont les mêmes âges.

Tableau 14 : Mensurations dendrométriques des portes graines en fonction de l'espèce.

NOM VERNACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	CHP (cm)		Ht (m)		Hf (m)	
		MOYENNE	ECART-TYPE	MOYENNE	ECART-TYPE	MOYENNE	ECART-TYPE
Antalaotro	<i>Xylocarpus granatum</i>	24,88	7,76	3,00	0,77	1,15	0,59
Farafaka	<i>Sonneratia alba</i>	20,80	7,01	6,34	2,70	3,30	1,30
Honko lahy	<i>Rhizophora mucronata</i>	24,17	10,98	6,32	4,14	3,24	2,02
Honko vavy	<i>Ceriops tagal</i>	21,33	10,34	4,00	2,47	1,84	1,39
Tsitolonina	<i>Brugueria gymnorhiza</i>	30,20	9,39	3,40	0,55	2,80	0,45

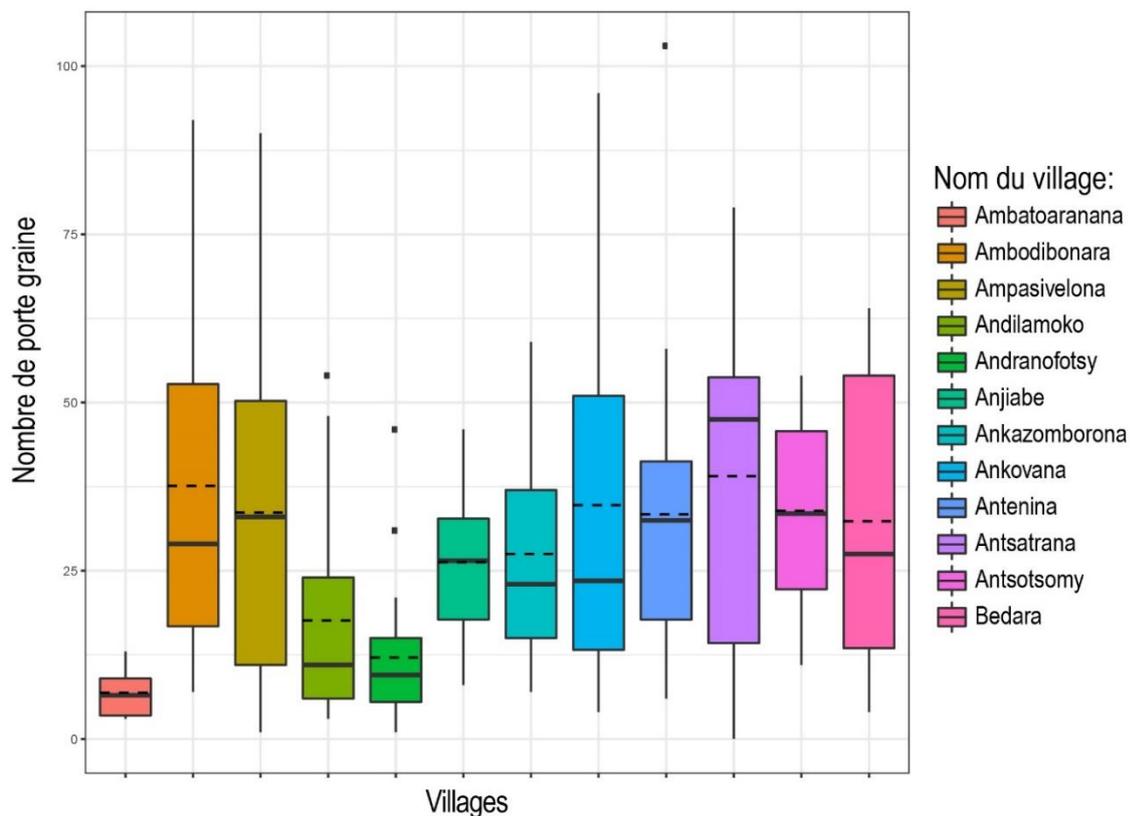


Figure 11 : Nombre de porte-graine moyenne par placette pour chaque village

#### 4.1.2.5. Analyse descriptive des régénérations naturelles

La capacité de régénération globale estimée par le nombre de régénérations moyennes par placette est de 21 régénérations/placette. Cette capacité de régénération varie énormément en fonction des villages d'interventions. La capacité de régénération moyenne par village varie de 58 régénérations/placette pour le village d'Antsotsomy à 6 régénérations/placette pour Andranofotsy et Bedara. Suivant l'espèce de palétuvier et dans les 241 placettes d'inventaire, les espèces *Rhizophora mucronata* et *Ceriops tagal* ont respectivement des régénérations naturelles au nombre de 2310 et 1992. Les espèces *Sonneratia alba* (9), *Brugueria gymnorhiza* (6) et *Lumnitzera racemosa* (5) a le nombre de régénérations les plus faibles. Par rapport à la classe de dégradation des mangroves, la capacité de régénération suit la tendance de dégradation, c'est-à-dire qu'il y a plus de régénération naturelle dans les mangroves très denses que dans les mangroves très claires. Cependant, deux grands groupes peut être identifiés : i) le groupe des mangroves très dense et dense qui ont une densité de régénération supérieure à 12000 tiges/ha et ii) le groupe des mangroves claire et très claire qui ont une densité de régénération à 5050 tiges/ha.

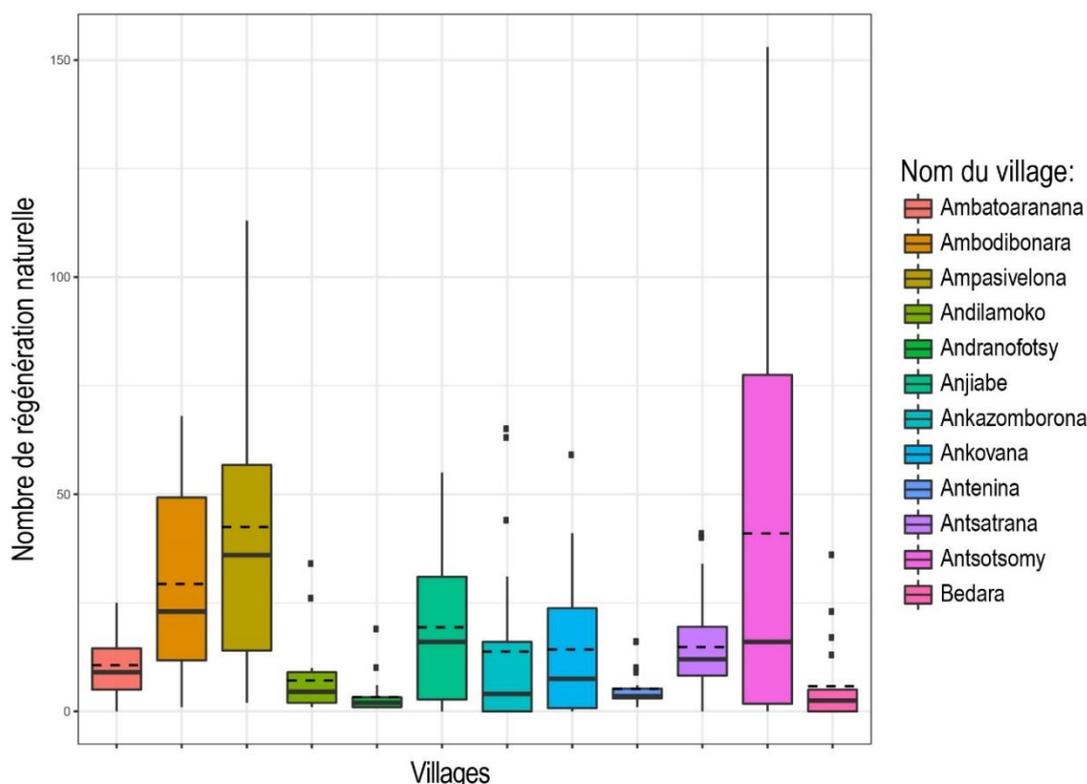


Figure 12 : Nombre de régénération naturelle moyenne par placette pour chaque village

#### 4.1.2.6. Estimation de la productivité en graine

##### a) Résultats de l'inventaire sur le terrain

Durant la descente sur le terrain, les graines de 181 porte-graines ont été comptées pour les 12 villages considérés. La période de descente sur terrain (octobre 2018) n'a coïncidé qu'avec la fructification de 05 espèces : *Xylocarpus granatum*, *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal* et *Brugueria gymnorhiza*. La production de graine pour ces 5 espèces connaît une grande variabilité. Cette variabilité va de 39 graines (pour *Ceriops tagal*) à 12 graines (pour *Rhizophora mucronata*).

Tableau 15 : Production moyenne de graine par espèce

NOM VERNACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	NOMBRE MOYEN DE GRAINE
Antalaotro	<i>Xylocarpus granatum</i>	22
Farafaka	<i>Sonneratia alba</i>	24
Honko lahy	<i>Rhizophora mucronata</i>	12
Honko vavy	<i>Ceriops tagal</i>	39
Tsitolonina	<i>Brugueria gymnorhiza</i>	22

##### b) Résultats de la modélisation de la production de graine

Sur les 181 porte-graines inventoriés, les données sur les 145 porte-graines ont été utilisées pour la calibration (échantillon de calibration) du modèle et les données sur les 36 porte-graines ont permis la validation (échantillon de validation) du modèle. La variabilité expliquée par le modèle est de 46 %, c'est-à-dire que les variables prédictives utilisées (Nom de l'espèce, CHP et Ht) sont responsables de 46 % de la variabilité de production de

graine. L'effet de ces variables prédicteurs est statistiquement très significatif d'après le test de Fisher avec un p-value < 2.2e-16. L'erreur de calibration (RMSEC) est de 16 graines et le RPD est de 1.36. L'utilisation du modèle sur l'échantillon de validation a donné un coefficient de corrélation ( $R^2$  de prédiction de 0.66). D'après ces indicateurs de performance du modèle, il peut être déduit que le modèle élaboré a une précision moyenne. Mais, cette précision du modèle est acceptable par rapport à l'objectif lié à l'analyse de risque climatique sur les mangroves.

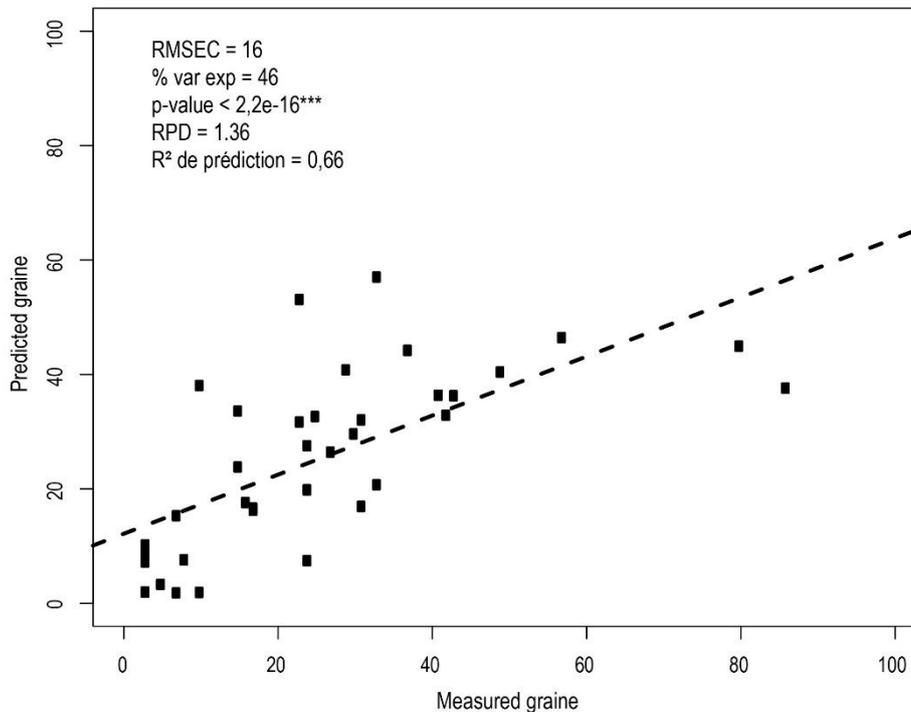


Figure 13 : Corrélation entre les valeurs prédites par le modèle et les valeurs mesurées sur le terrain

Lorsque le modèle a été utilisé pour l'estimation de la production de graine sur les porte-graines aux niveaux des 241 placettes d'inventaires, le nombre de graine par placette (100 m<sup>2</sup>) varie de 0 à 3748 avec une moyenne de 895 graines. Par village, Antsatrana a la production de graine la plus importante avec une moyenne par placette de 1472 et Ambatoaranana a la plus faible production de graine avec une moyenne par placette de 275.

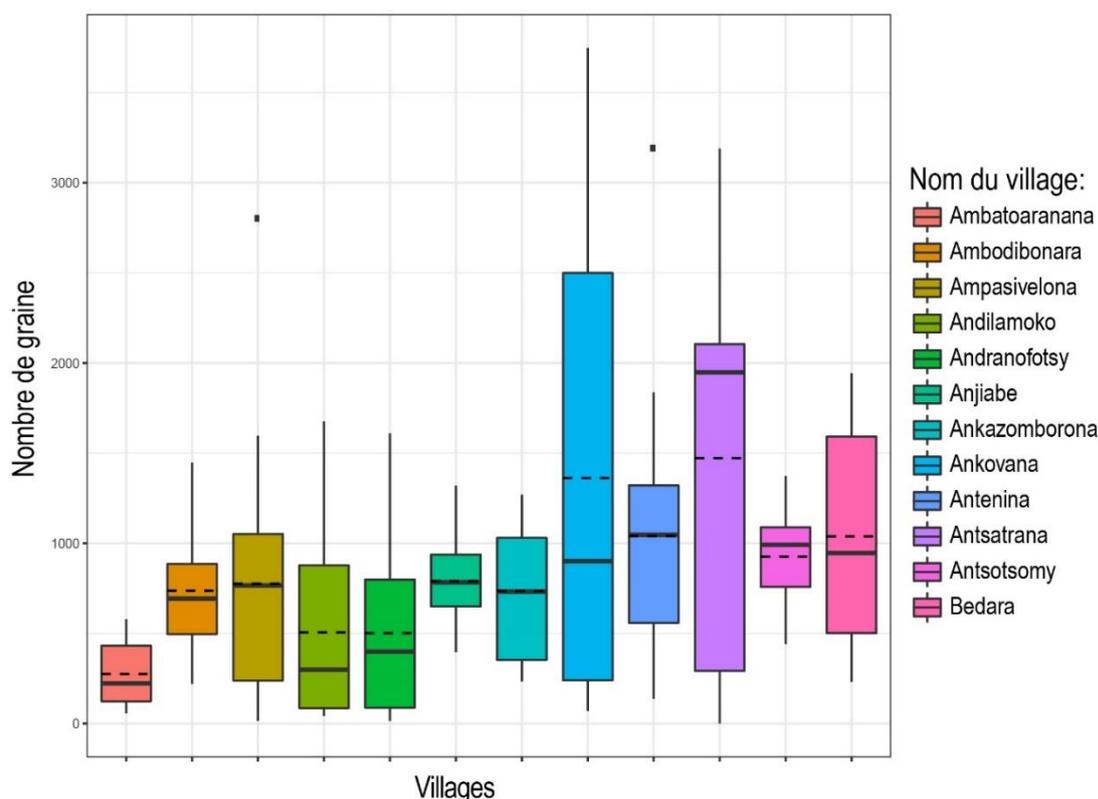


Figure 14 : Production moyenne de graine par placette pour chaque village

Par village et suivant la classe de dégradation des mangroves, les mangroves très claire d'Antsatrana sont les moins productifs avec une production moyenne de 4420 graines/ha, si les mangroves très dense d'Ankovana sont les plus productifs avec une production moyenne de 287400 graines/ha. En général, les mangroves très denses sont les plus productifs avec une production moyenne de 124209 ; tandis que les mangroves très claires ont une production moyenne de graine de 25693 graines/ha.

Tableau 16 : Production de graine moyenne par village et suivant la classe de dégradation des mangroves par ha.

VILLAGE	Nombre moyenne de graine par ha			
	TRES DENSE	DENSE	CLAIRE	TRES CLAIRE
Ambatoaranana	0	0	41700	13440
Ambodibonara	112820	81780	60180	39840
Ampasivelona	83800	142400	78340	5980
Andilamoko	118040	66300	10540	7260
Andranofotsy	64800	115660	15320	5080
Anjiabe	89720	80800	93060	52620
Ankazomborona	103300	95620	68450	28060
Ankovana	287400	181260	59820	16400
Antenina	118000	129020	126400	42380
Antsatrana	248010	186422	39450	4420
Antsotsomy	114860	104680	90900	59780
Bedara	149760	173780	58520	33060

### 4.1.3. Baseline sur la faune

Des études antérieures ont déjà été faites dans la baie d'Ambaro incluant un inventaire faunistique. Les travaux de recherche ont été menés dans les environs de quatre villages: Antsatrana, Ankazomborona, Antenina et Ampasivelona. Durant ces études, plusieurs espèces animales ont été identifiées (Annexe 11) notamment: 13 espèces d'Oiseaux marins et côtiers, 20 espèces d'Oiseaux terrestres, 02 espèces de Reptiles et 02 espèces de Mammifères (Reniala, 2015).

Ces résultats sont importants mais ne donnent aucune information quantitative ni qualitative pour étudier sérieusement la faune intégrée à l'écosystème de mangrove de la baie d'Ambaro et n'aide donc pas les gestionnaires dans la prise de décision pour la conservation de la biodiversité (Baldwin, et al., 2005).

La biodiversité dans un milieu est en constante évolution. Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques influencent sur la dynamique même de la population. Ainsi, la natalité, la mortalité et les mouvements des peuplements sont des facteurs intrinsèques qui font changer la richesse spécifique et l'abondance dans un milieu. Les facteurs extrinsèques tels que l'habitat, le climat et la pression anthropique influencent aussi la dynamique des populations. L'évaluation et le suivi de l'évolution de la biodiversité d'un site peuvent se mesurer par plusieurs méthodes.

Pour les populations animales la méthode de suivi la plus rapide et la plus efficace réside dans l'analyse des indices de diversité. Pour ce qui est de la baie d'Ambaro, les indices de diversité des quatre taxa étudiés ont été calculés. Ces indices peuvent être pris comme point de référence pour le suivi de l'évolution du peuplement animal au cours du temps.

#### 4.1.3.1. Mammifères

Les données collectées pour cette classe animale ont permis de mettre à jour que la baie d'Ambaro héberge neuf espèces mammaliennes réparties dans cinq Ordres : Lémuriens, Rongeur, Félin, Chiroptère et Tenrec.



Photo 10 : Photo de *Setifera setosus*



Photo 11: Photo d'une espèce de chauve-souris

Tableau 17 : Richesse spécifique de la baie d'Ambaro

<b>Lemuridae</b>	<b>2</b>
<i>Eulemur macaco</i>	
<i>Microcebus mambiratra</i>	
<b>Rodentia</b>	<b>1</b>
<i>Eliurus sp.</i>	
<b>Felidae</b>	<b>1</b>
<i>Felis catus</i>	
<b>Chiroptera</b>	<b>3</b>
<i>Pteropus rufus</i>	
<i>Kananavy*</i>	
<i>Ramanavy*</i>	
<b>Tenrecidae</b>	<b>2</b>
<i>Setifer setosus</i>	
<i>Tenrec ecaudatus</i>	
* Espèces non identifiées	

Les résultats obtenus montrent que deux sites d'inventaire (Ampasivelona et Antenina) n'hébergent aucune espèce de Mammifère. Ces deux sites ne sont pas représentés dans la courbe d'abondance (Figure 15) qui montre que c'est *Microcebus mambiratra* (Lémurien) dans le site d'Ankovana est l'espèce la plus abondante dans la baie d'Ambaro.

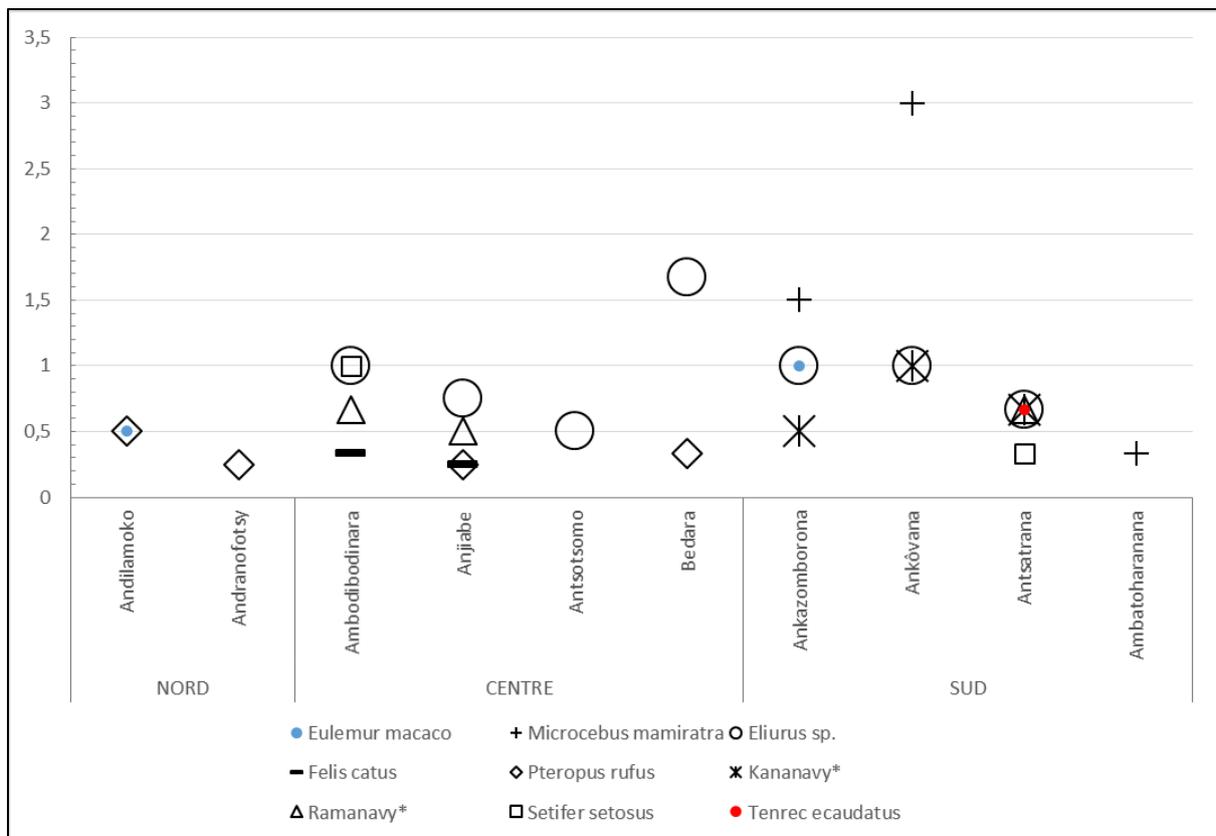


Figure 15 : Abondance relative des différentes espèces de Mammifère dans les sites d'inventaires.

Le Tableau 18 donne les résultats du calcul des indices de diversité. Les sites dont l'indice de Simpson est égal à 0 notamment Ambatoharanana, Andranofotsy et Antsotsomo sont des milieux avec une diversité spécifique très faible. Le site d'Andilamoko est l'exemple d'un milieu dont la biodiversité est en équilibre. Ce site héberge deux espèces de Mammifère représentées chacune par deux individus, la valeur de  $D_s$  dans ce site est donc une valeur exceptionnelle due au manque d'occurrence.

Dans les sites où les occurrences sont suffisantes, en outre Ambodibodinara, Anjiabe, Ankazomborona, Antsatrana et Bedara une interprétation correcte des indices de diversité peut être faite. Parmi ces cinq sites, c'est Antsatrana qui présente la diversité la plus élevée ( $D_s \approx 0,889$ ) et c'est à Bedara que la diversité est la plus faible ( $D_s \approx 0,333$ ) ce qui soutient les résultats dans le Tableau 18. La distribution des individus dans les sites montre aussi une variation, et c'est dans les sites d'Antsatrana et de Bedara que les extrêmes se rencontrent avec respectivement  $E \approx 0,982$  et  $E \approx 0,465$ ; ce qui veut dire que c'est dans le site d'Antsatrana que la distribution du peuplement se rapproche le plus de l'équilibre et à Bedara la distribution des individus des différentes espèces sont très inégales. Pour les Mammifères, plus l'indice de Simpson augmente, plus l'équitabilité tend vers 1. En d'autres termes, plus la diversité dans un milieu est grande plus le peuplement tend vers l'égalité des effectifs.

**Tableau 18: Indice de diversité des Mammifères dans les sites d'inventaire**

Site	$D_s$	$H$	$E$
Ambatoharanana	0,00	0,00	0,00
Ambodibodinara	0,81	1,31	0,95
Andilamoko	1*	0,69	1*
Andranofotsy	0,00	0,00	0,00
Anjiabe	0,81	1,28	0,92
Ankazomborona	0,82	1,32	0,95
Ankôvana	0,70	0,95	0,86
Antsatrana	0,89	1,58	0,98
Antsotsomo	0,00	0,00	0,00
Bedara	0,33	0,32	0,46

\* Valeur exceptionnelle

#### 4.1.3.2. Reptiles

La baie d'Ambaro abrite une diversité spécifique assez importante, 12 espèces de Reptile ont été trouvées dans les trois zones d'étude. Les Ophidiens (Serpent) sont les plus représentés avec cinq espèces suivi des Geckos avec trois espèces et la famille des Chamaeleonidae, Crocodylidae, Gerrhosauridae et Scincidae sont respectivement représentées par une espèce (Tableau 19).



Photo 13: photo de *Madagascarophis colibrinus* (Serpent)



Photo 12: Photo de *Hemidactylus mercatorius* (Gecko)

Tableau 19: Richesse spécifique des Reptiles dans la baie d'Ambaro

<b>Chamaeleonidae</b>	<b>1</b>
<i>Furcifer pardalis</i>	
<b>Crocodylidae</b>	<b>1</b>
<i>Crocodylus niloticus</i>	
<b>Gekkonidae</b>	<b>3</b>
<i>Hemidactylus mercatorius</i>	
<i>Phelsuma abbotti</i>	
<i>Phelsuma cochii</i>	
<b>Gerrhosauridae</b>	<b>1</b>
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	
<b>Scincidae</b>	<b>1</b>
<i>Trachylepis elegans</i>	
<b>Ophidiens</b>	<b>5</b>
<i>Leioheterodon madagascariensis</i>	
<i>Acrantophis madagascariensis</i>	
<i>Dromicodryas cf. quadrilienatus</i>	
<i>Madagascarophis colibrinus</i>	
<i>Sanzinia madagascariensis</i>	

Les Reptiles sont très présents dans la baie d'Ambaro, leurs présences ont été relevées dans les 12 sites d'inventaire. Toutefois la distribution de la richesse spécifique dans les sites n'est la même. Dans le site de Bedara, 11 espèces de Reptile ont été recensées alors que le village d'Ampasivelona et ses environs ne compte que trois espèces. L'abondance des différentes espèces montre aussi une variation. Comme dans le cas de *Zonosaurus laticaudatus* qui une des espèces la plus commune dans la baie d'Ambaro, est très abondant dans les sites d'Antsatrana, Ankovana, Ankazomborina et Ambatoharanana alors que dans le site d'Andranofotsy et d'Ambodibonara cette espèce est en nombre très réduit (Figure 16).

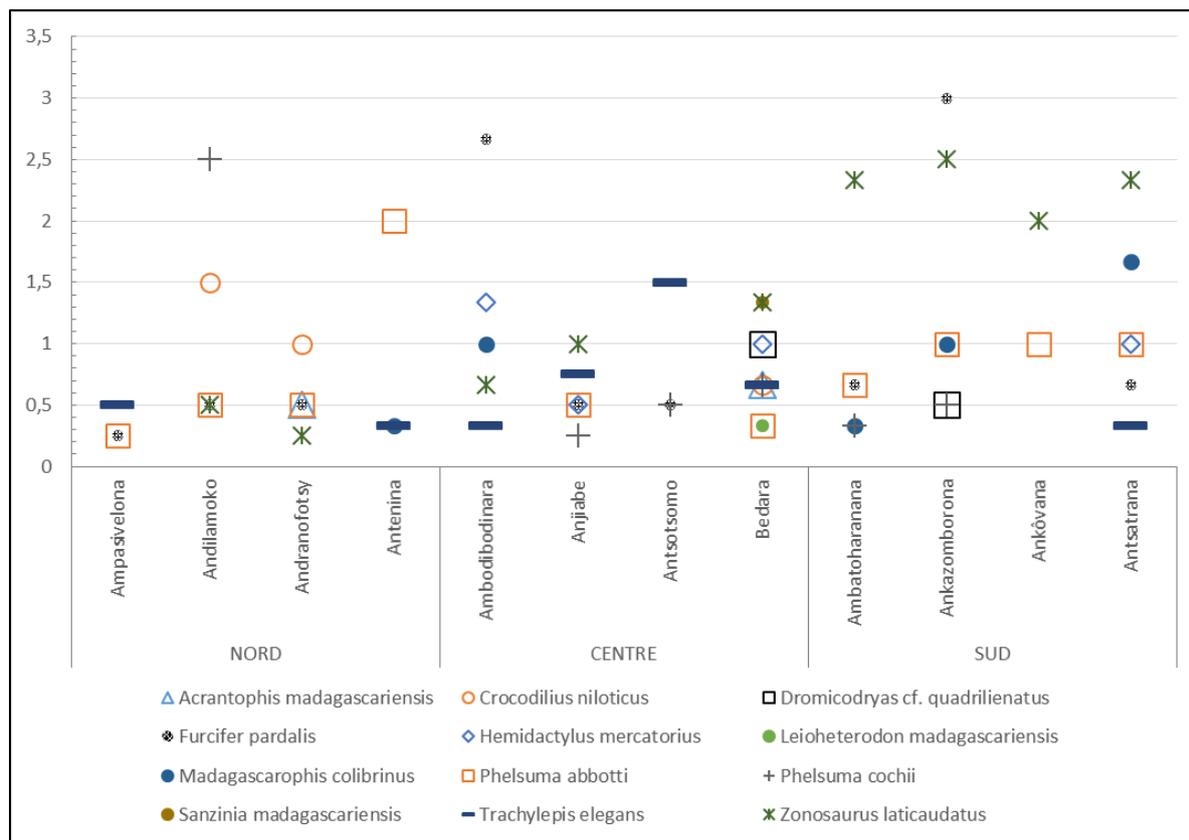


Figure 16 : Abondance relative des espèces de Reptiles dans les sites d'inventaire

L'analyse de l'indice de Simpson et de l'équitabilité montre que c'est dans le site de Bedara qui possède la diversité spécifique la plus élevée et dont la distribution des individus de chaque espèce s'approche le plus de l'équilibre ( $D_s \approx 0,92$  et  $E \approx 0,95$ ). Le site d'Antenina est l'opposé du précédent avec une diversité assez faible et une distribution des effectifs inégale avec  $D_s \approx 0,464$  et  $E \approx 0,669$  (Tableau 20). Pour la communauté de Reptiles dans la baie d'Ambaro, l'augmentation de la diversité ne signifie pas toujours une tendance vers l'équilibre de l'abondance des espèces. En illustration, le site d'Andilamoko avec  $D_s \approx 0,763$  et  $E \approx 0,849$  et le site d'Antsotsomo avec  $D_s \approx 0,7$  et  $E \approx 0,864$ . Pour l'indice de Simpson, le premier site possède un indice plus élevé ; alors que pour l'indice d'équitabilité, c'est le second qui se rapproche plus de l'unité donc de l'équilibre.

Tableau 20: Indice de diversité des Reptiles dans les sites d'inventaire

Site	$D_s$	$H$	$E$
Ambatoharanana	0,71	1,30	0,81
Ambodibodinara	0,75	1,40	0,87
Ampasivelona	0,83	1,04	0,95
Andilamoko	0,76	1,37	0,85
Andranofotsy	0,84	1,52	0,94
Anjiabe	0,87	1,71	0,95
Ankazomborona	0,80	1,56	0,87
Ankôvana	0,67	0,64	0,92
Antenina	0,46	0,74	0,67

Site	$D_s$	$H$	$E$
Antsatrana	0,82	1,63	0,91
Antsotsomo	0,70	0,95	0,86
Bedara	0,92	2,21	0,96

#### 4.1.3.3. Amphibiens

La richesse spécifique des Amphibiens de la baie d'Ambaro est assez faible. Dans les trois zones d'inventaire, trois espèces d'Amphibiens seulement ont été trouvées. Les trois espèces recensées appartient toutes à l'ordre des Anoures et deux sont des espèces introduites : *Hoplobatrachus tigerinus* et *Ptychadena mascareniensis*.



Photo 14 : Photo de *Boophis tephraeomystax* (Amphibien)

Tableau 21 : Richesse spécifique des Amphibiens dans la Baie d'Ambaro

Anoure	3
<i>Boophis tephraeomystax</i> <i>Hoplobatrachus tigerinus</i> <i>Ptychadena mascareniensis</i>	

La présence d'Amphibien a été relevée dans la plupart des sites d'inventaire sauf à Antenina et Andilamoko. La majorité des sites n'hébergent qu'une seule espèce, mise à part Antsatrana, Bedara et Ampasivelona. Les deux premiers sites abritent tout deux les trois espèces d'Amphibien identifié alors que le dernier n'en compte que deux. Dans les sites d'Ampasivelona et de Bedara, l'abondance des individus des différentes espèces est la même et assez faible. Tandis qu'à Antsatrana les trois espèces sont très abondantes et montre une différence de nombre (Figure 17).

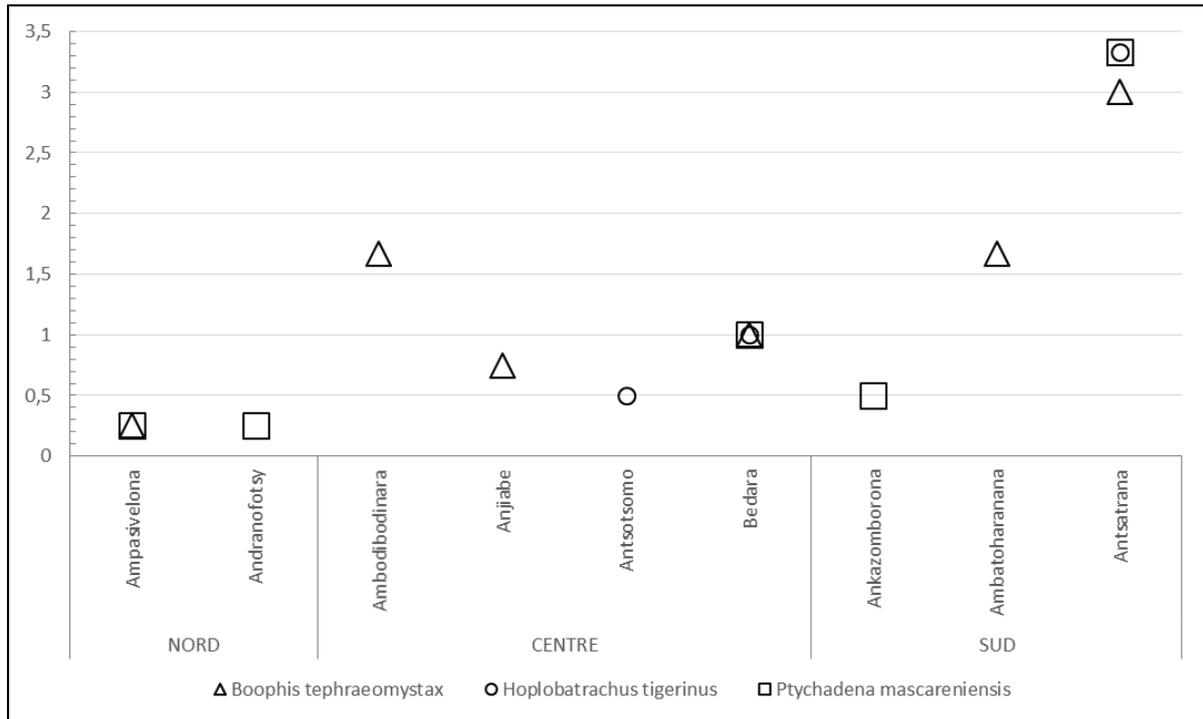


Figure 17 : Abondance relative des Amphibiens dans les sites d'inventaire

L'analyse des indices de diversité n'est pas nécessaire pour les Amphibiens de la baie d'Ambaro, à cause de la faible richesse spécifique et du nombre réduit des individus trouvés. Cela ne fournirait pas des informations cohérentes et pourrait entraîner de fausses interprétations.

#### 4.1.3.4. Oiseaux

Les Oiseaux font partie des vertébrés les plus nombreux et les plus présents dans un écosystème. Plusieurs espèces ont été identifiées dans la baie d'Ambaro, ces espèces appartiennent à des familles très nombreuses et variées. De ce fait, les Oiseaux ont été classés selon leurs mœurs (aquatique ou forestier) pour pouvoir faire une analyse plus détaillée et plus cohérente. Ainsi, la baie d'Ambaro compte 30 espèces aquatiques et 45 espèces forestières (Tableau 22).

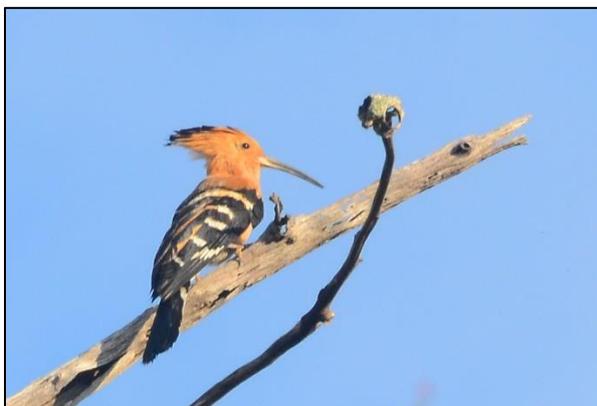


Photo 16 : Photo de *U. marginata* (Espèce forestière)



Photo 15 : Photo de *N. phacopus* (espèce aquatique)

Tableau 22: Richesse spécifique des Oiseaux de la baie d'Ambaro : classés selon leurs mœurs

Mœurs	
Aquatique	29
Forestier	47

L'abondance des espèces aquatique dans la baie d'Ambaro montre une très grande variation. Certaines espèces sont très abondantes alors que d'autres sont en nombre très réduit. Les espèces les plus abondantes et qui se démarquent les plus sont : *Numenius phaeopus*, *Corythornis vintsioides* et *Actitis hypoleucos*.

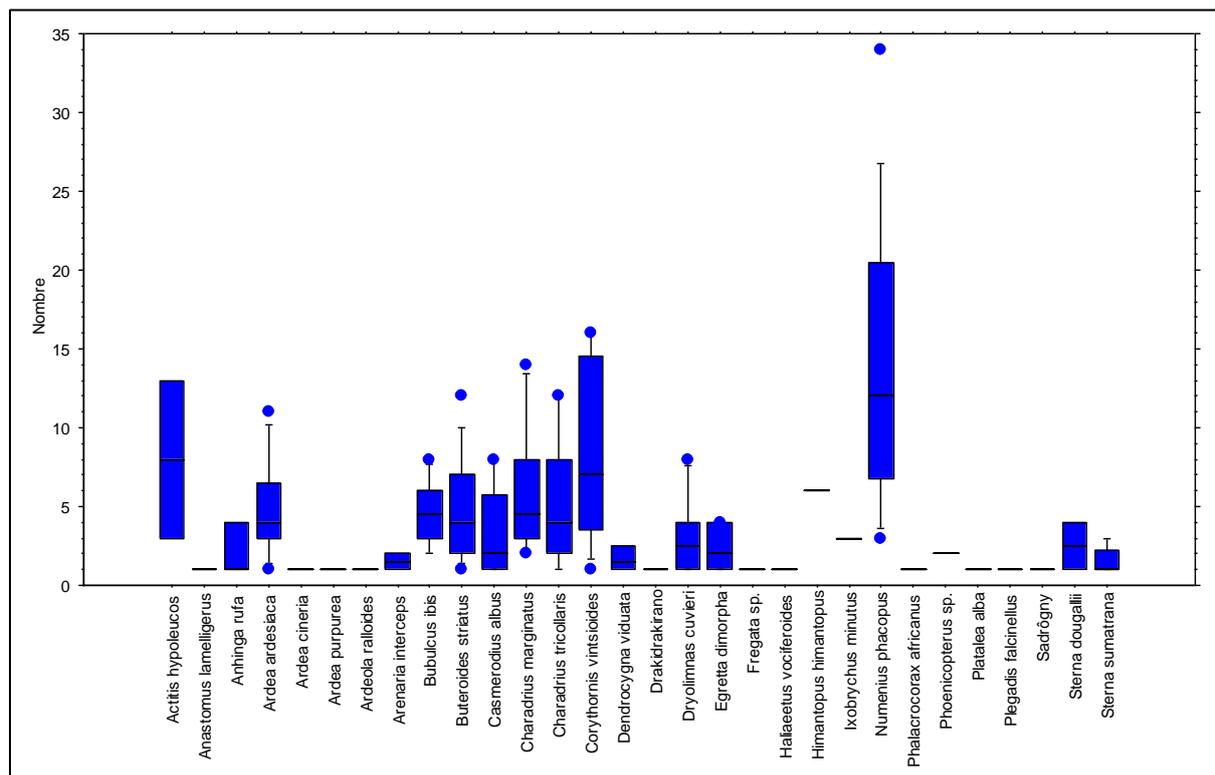


Figure 18: Abondance relative des espèces d'Oiseaux aquatiques dans la baie d'Ambaro

Pour les Oiseaux, une diversité élevée ( $D_s$ ) ne signifie pas forcément un peuplement qui tend vers l'équilibre. Un site peut avoir un indice de Simpson élevée par rapport à un autre mais son indice d'équitabilité peut être inférieur, comme dans le cas d'Antsatrana ( $D_s \approx 0,839$  et  $E \approx 0,807$ ) et d'Ankazomborona ( $D_s \approx 0,814$  et  $E \approx 0,857$ ). Le peuplement des Oiseaux aquatique est très différent d'un site à l'autre. Néanmoins, l'analyse des indices de diversité démontre que le site d'Ambodibonara possède la plus grande diversité spécifique  $D_s \approx 0,889$  et Ambatoharanana héberge la communauté qui se rapproche le plus de l'équilibre avec  $E \approx 0,96$  (Tableau 23).

Tableau 23: Indice de diversité des Oiseaux aquatiques dans les sites d'inventaire

Site	$D_s$	$H$	$E$
Ambatoharanana	0,80	1,05	0,96
Ambodibonara	0,89	2,21	0,89
Ampasivelona	0,84	2,06	0,83
Andilamoko	0,89	2,42	0,85
Andranofotsy	0,83	1,86	0,85

Site	$D_s$	$H$	$E$
Anjiabe	0,83	2,04	0,79
Ankazomborona	0,81	1,67	0,86
Ankôvana	0,77	1,40	0,72
Antenina	0,83	2,09	0,81
Antsatrana	0,84	1,93	0,81
Antsotsomo	0,88	2,20	0,88
Bedara	0,85	2,01	0,84

Les espèces forestières sont beaucoup plus nombreuses que les espèces aquatiques. La plupart des Oiseaux forestier ont tous une abondance notable sauf certaines espèces qui se rencontrent rarement dans la baie d'Ambaro. Au total huit espèces peuvent être considérées comme rares: *Accipiter francesiae*, *Polyboroides radiatus*, *Coua coquerelli*, *Asio madagascariensis*, *Cyprius parvus*, *Numida melagris* et *Scopus umbretta* (Figure 19).

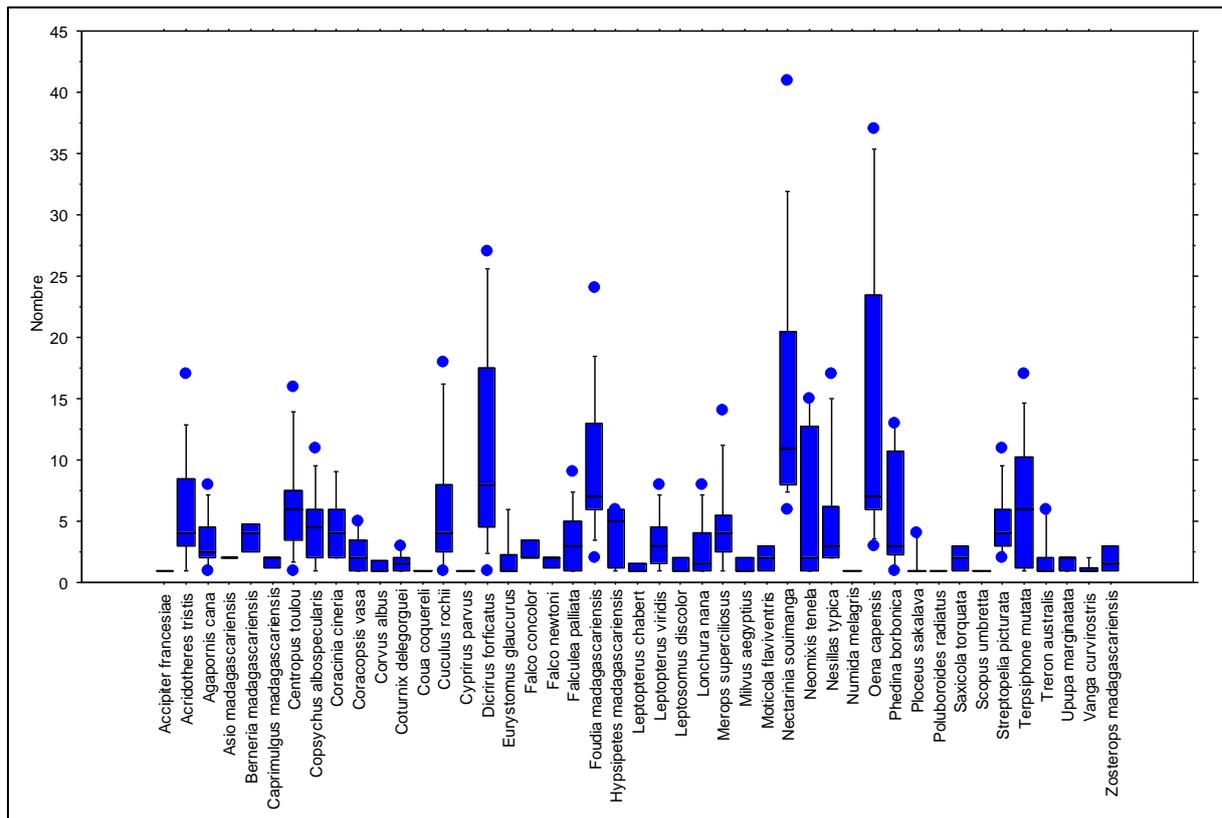


Figure 19: Abondance relative des espèces d'Oiseaux forestière de la baie d'Ambaro

L'analyse des indices de diversité révèle que la diversité la plus élevée est enregistrée dans le site d'Ambodibonara ( $D_s \approx 0,953$  et  $E \approx 0,926$ ) et d'Andilamoko ( $D_s \approx 0,953$  et  $E \approx 0,912$ ) toutefois le peuplement dans le premier site est plus en équilibre que dans le second. Et c'est dans ce même site à Ambodibonara que la distribution des individus dans le peuplement d'Oiseaux est la plus équitable dans la baie d'Ambaro.

Tableau 24: Indice de diversité des espèces forestières dans les sites d'inventaire

Site	$D_s$	$H$	$E$
Ambatoharanana	0,89	2,16	0,90
Ambodibodinara	0,95	3,02	0,93
Ampasivelona	0,94	2,92	0,88
Andilamoko	0,95	3,13	0,91
Andranofotsy	0,94	2,88	0,91
Anjiabe	0,89	2,71	0,81
Ankazomborona	0,88	2,03	0,88
Ankôvana	0,83	1,99	0,83
Antenina	0,93	2,95	0,86
Antsatrana	0,93	2,74	0,92
Antsotsomo	0,91	2,60	0,87
Bedara	0,93	2,89	0,88

#### 4.1.3.5. Limite des inventaires faunistiques

Les résultats de l'inventaire faunistique menées dans la baie d'Ambaro sont assez concluants surtout pour les Oiseaux. Grâce à ces informations, une connaissance de base sur la faune de la baie a pu être établie. Toutefois, pour les autres taxa, tel que les Mammifères et les Reptiles, les résultats obtenus ne sont pas peuvent être considérés comme complets car les ressources utilisées durant l'inventaire n'ont pas permis de collecter des données suffisant pour faire des analyses concrètes sur ces espèces animales.

Pour pouvoir collecter des données quantitative et qualitative sur les Mammifères par exemple, un protocole d'inventaire doit être mise en place suivant des méthodes précises pour faire une estimation efficace de la population dans un site d'étude. Le plus souvent, la méthode de transect est le plus utilisé. C'est cette même méthode qui a été utilisé durant les inventaires dans la baie d'Ambaro, mais plusieurs paramètres n'ont pas été pris en compte à cause des restrictions logistiques et de la durée de la mission.

Pour conduire correctement un inventaire suivant la méthode de la ligne de transect, plusieurs paramètres doivent être pris en considération (Peres, 1999; Whitesides, *et al.*, 1988) :

- Nombre des transects : Représentatif des différents milieu
- La longueur des transects : entre 4 et 5 km
- Visite des transects : Même nombre pour toutes les lignes
- Saisonnalité des visites : Les espèces actives diffères d'une saison à une autre
- Taxon focal : L'étude doit se focalisé sur un taxon précis pour assuré la véracité des données

Pour les Amphibiens et les Reptiles aussi, certaines méthodes sont plus appropriée que d'autre. Pour ces espèces animales l'utilisation de la méthode de "Pit-fall" est le plus utilisé pour collecter des données pertinants sur leurs populations dans un milieu d'étude (Ellis, 2013).

#### 4.1.4. Baseline sur les moyens de subsistance de la population

##### 4.1.4.1. Ressources naturelles

Les populations locales riveraines de la baie d'Ambaro sont fortement dépendantes des ressources naturelles compte tenu des produits prélevés dans les mangroves. Les communautés locales font notamment usage des bois issus de ce type de formation forestière comme bois de construction et bois de feu. Pour les bois de construction, 79% de la population font la collecte avec une moyenne de 38 pieds de palétuviers prélevés tous les quatre ans. Contrairement à la localité d'Ambatoaranana où les communautés locales ne font pas la collecte de bois issus des mangroves, la majorité des ménages enquêtés font le prélèvement au niveau des fokontany d'Ampasivelona, d'Anjiabe, d'Antsotsomo et de Bedara. Pour les bois à vocation énergétique, environ 46% de la population font le prélèvement, lequel s'effectue six fois par mois et avec une quantité prélevée de 10 pieds par prélèvement. Sur les 12 localités faisant l'objet d'enquête, les Fokontany d'Ankazomborona et d'Ambatoaranana sont les seuls à ne pas faire usage des bois issus des mangroves à des fins domestiques. Pour les produits forestiers non ligneux, très peu de ménage pratiquent la collecte de Raphia et de Satrana. Même si ces produits sont utilisés notamment pour la confection de case, seulement quatre localités sont concernés par cette pratique à savoir : Andilamoko, Antsatrana, Ampasivelona et Andranofotsy. En moyenne, un ménage prélève jusqu'à 55 tiges de raphia et 10 tiges de Satrana par prélèvement.

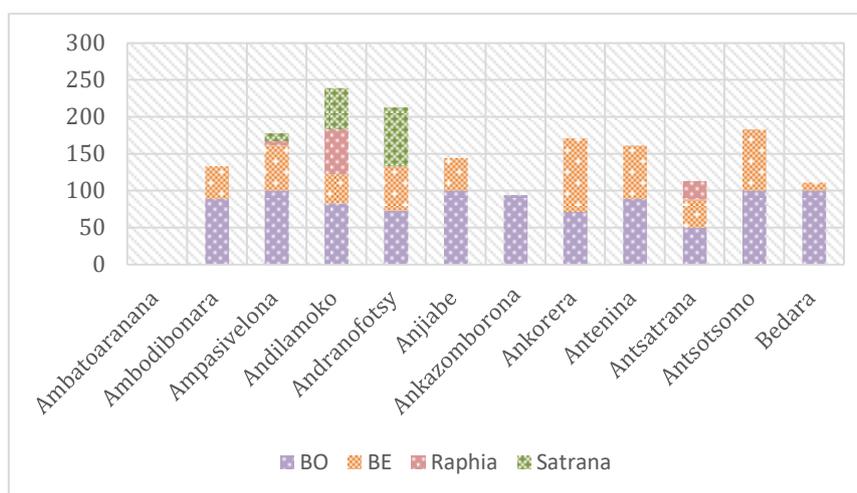


Figure 20 : Proportion des ménages par Fokontany pratiquant le prélèvement de produits forestiers

Tableau 25 : Baseline sur le niveau de dépendance de la population sur les ressources naturelles

INDICATEURS	BOIS DE CONSTRUCTION	BOIS DE CHAUFFE	RAPHIA	SATRANA
% des ménages pratiquant le prélèvement	79	46	8	12
Fréquence de prélèvement (Nb/an)	0,25	72	9	5
Quantité prélevée (Pied/an)	38	720	55	10

##### 4.1.4.2. Secteur agricole

Comme dans toutes les zones rurales à Madagascar, le secteur agricole demeure l'activité de subsistance de la population dans la région avec 75% de pratiquant et dont le riz constitue la principale spéculacion. Sur tous les

sites visités, la majorité de la population s'adonnent à cette activité excepté les localités d'Ankazomborona et d'Ankovana. A part la riziculture, la zone de la baie d'Ambaro est largement reconnue par la culture de canne à sucre grâce à une importante étendue propice à cette culture et la présence de la société SIRAMA. Selon les estimations, 10% de la population sont concernées par cette activité et dont les localités d'Ampasivelona, d'Antenina et d'Andranofotsy constituent les principaux producteurs. Par ailleurs, face à l'insuffisance de la précipitation, les populations locales commencent à diversifier leurs activités en cultivant des cultures plus adaptées à la sécheresse comme le maïs, le manioc et la patate douce. Pour le Maïs et le manioc, les localités d'Andilamoko, d'Ampasivelona et d'Antenina figurent parmi les principaux producteurs et les Fokontany d'Andranofotsy et de Bedara pour la patate douce. D'autres ménages pratiquent par contre des cultures d'appoint comme les cultures maraîchères et les jardins de case pour combler les pertes occasionnées par cette perturbation climatique. Bien que peu de ménage s'intéressent actuellement à ces types de culture, la production se révèle très prometteuse.

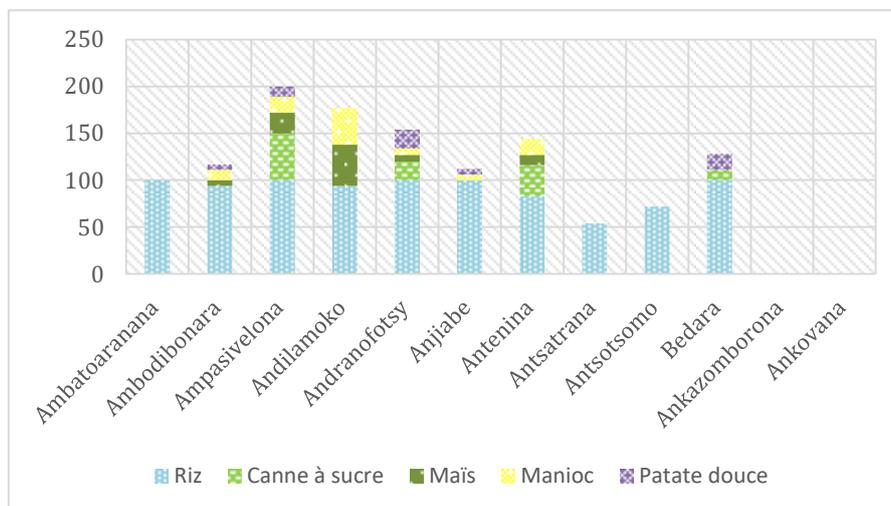


Figure 21 : Taux d'adoption des cultures par Fokontany

En termes de superficie, moins d'un hectare de terrain est dédié à chaque culture à l'exception de la culture de canne à sucre. Plus spécifiquement, pour la riziculture, la superficie moyenne annuelle cultivée est de l'ordre de 0,96ha. Quant à la productivité, le rendement est assez modeste avec un rendement moyen annuel de 1,03 tonne/ha pour la riziculture et 22,54 tonne/ha pour la culture de canne à sucre. En comparant la production rizicole au niveau des 12 localités faisant l'objet d'enquête, le rendement maximal est répertorié au niveau de la localité d'Anjiabe (2,14 tonne/ha) et le rendement minimal à Andranofotsy (0,41 tonne/ha). Pour la culture de canne à sucre, le fokontany d'Antenina figure parmi les localités les plus productifs avec un rendement moyen annuel de 53 tonne/ha. Pour les autres types de culture, le rendement calculé est assez élevé malgré la perte de fertilité du sol due à l'insuffisance de précipitation.

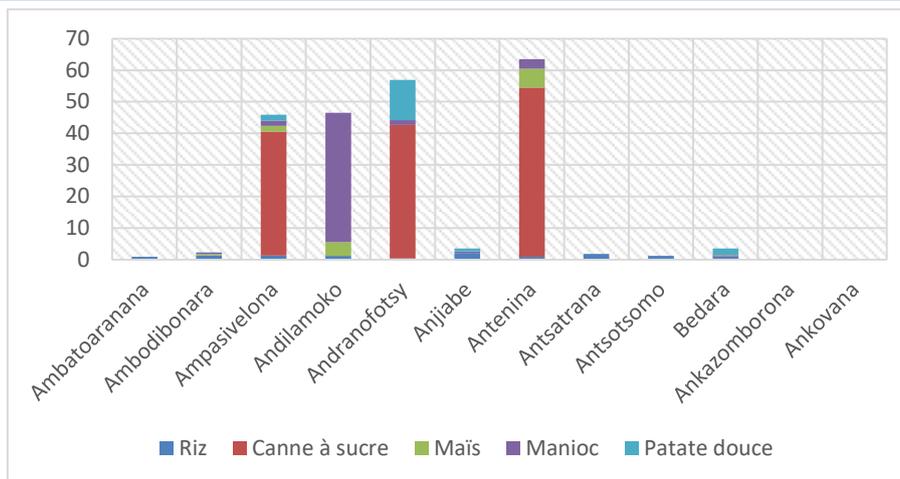


Figure 22 : Rendement moyen des cultures principales par Fokontany

Compte tenu de la production et des prix des différents produits sur le marché, la culture de canne à sucre et la riziculture constituent les activités les plus rentables, lesquelles peuvent rapporter respectivement jusqu'à 2 571 944Ar et 1 424 764 Ar. Même si les revenus issus des autres types de culture sont anodins comparés à ces cultures prioritaires, ils contribuent à un niveau non négligeable à assurer la sécurité alimentaire de la population surtout pendant les périodes sèches.

Tableau 26 : Baseline du secteur agricole

INDICATEURS	RIZICULTURE	CANNE A SUCRE	MAÏS	MANIOC	PATATE DOUCE
Proportion des pratiquants (%)	75	10	8	8	5
Surface cultivée (ha)	0,96	1,08	0,18	0,18	0,26
Production moyenne annuelle (kg)	943	35 428	254	178	238
Rendement (tonne/hectare)	1,03	22,54	1,79	6,01	2,54
Revenu issu de l'activité (Ar/an)	1 424 764	2 571 944	150 713	167 659	255 833



Photo 17 : Riziculture à Andilamoko

#### 4.1.4.3. Secteur pêche

Située sur la partie littorale de l'île, la pêche constitue d'ores et déjà l'une des activités prioritaires de la population de la baie d'Ambaro. Environ 61% de la population s'adonnent à cette activité et dont les localités d'Ankazomborona et d'Ankorera en sont les principaux pratiquants. Même si ce type d'activité constitue l'une des principales sources de revenu de la population, certains fokontany n'en pratiquent pas à l'instar de la localité d'Ambatoaranana. D'une manière générale, quatre types de produits sont pêchés par la population à savoir : le poisson, la crevette, le crabe et la chivaquine. Par ailleurs, les résultats d'enquête révèlent que le poisson et la crevette constituent les principaux produits pêchés avec respectivement 46% et 26% de pratiquants. La pêche de crabe et de chivaquine n'est considérée que comme une activité secondaire alternative de revenu pour les pêcheurs. Plus de 80% de la population pratique la pêche de poisson au niveau des Fokontany d'Antenina, d'Antsotsomo, d'Ankorera et d'Ankazomborona et plus de 50% pour la pêche de crevette à Ankorera, Antsatrana et Ankazomborona. Pour la pêche de crabe, elle est surtout rencontrée au niveau des localités d'Antenina et d'Andranofotsy avec respectivement 50% et 40% de ménage pratiquant.

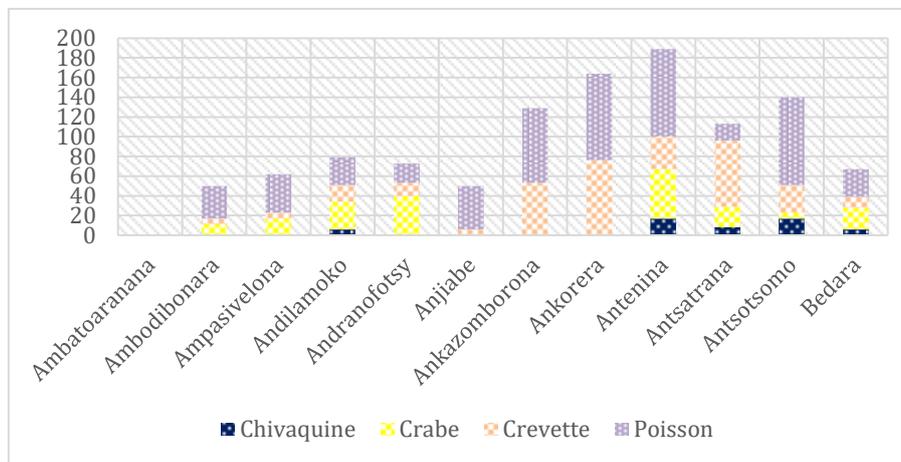


Figure 23 : Taux d'adoption du secteur pêche par Fokontany

En moyenne, les pêcheurs consacrent 20 jours/mois pour la pêche de poisson et de crevette et 16 à 17 jours/mois pour la pêche de crabe et de chivaquine. En termes de productivité, les captures moyennes mensuelles varient considérablement d'un site à un autre mais la moyenne calculée est de l'ordre de 108kg pour le poisson, 51Kg pour la crevette et 24Kg pour le crabe. Pour les poissons, les captures maximales sont enregistrées à Ankazomborona avec une prise mensuelle de 238kg. Pour les crevettes et les crabes, les captures maximales sont répertoriées respectivement au niveau des localités d'Anjiabe et d'Antsotsomo.

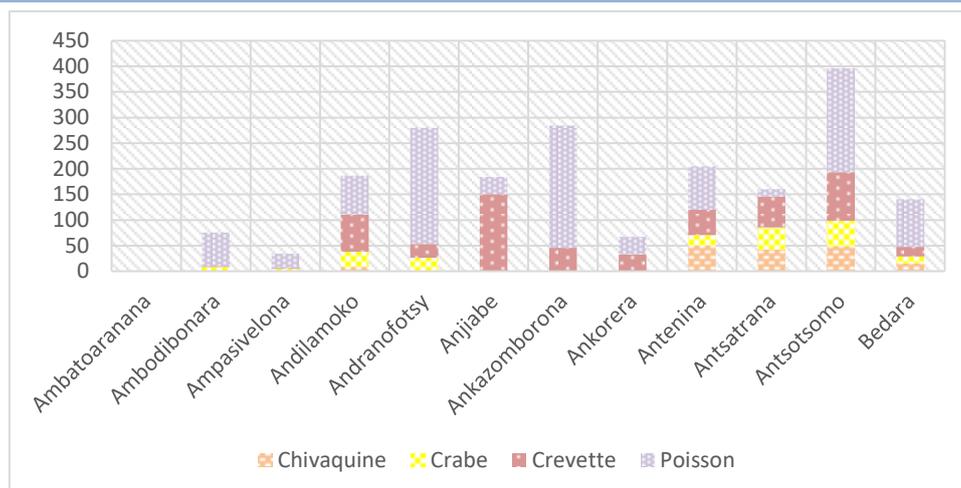


Figure 24 : Capture moyenne mensuelle des produits de pêche par Fokontany

Par rapport aux captures journalières et les prix des produits sur le marché local, la pêche de poisson et de crevette s'affichent au premier rang comme étant les filières les plus rentables, lesquelles peuvent générer chaque année jusqu'à plus de 3 000 000Ar/ménage. Viennent ensuite la pêche de crabe et la chivaquine qui peuvent rapporter respectivement jusqu'à 1 269 265Ar/an et 511 075Ar/an.

Tableau 27 : Baseline du secteur pêche

Indicateurs	Poisson	Crevette	Crabe	Chivaquine
Proportion des pratiquants (%)	46	26	16	5
Nombre de jour de pêche (Jour/mois)	20	20	16	17
Capture moyenne mensuelle (Kg/mois)	108	51	24	40
Revenu moyen annuel (Ar/an)	3 575 462	3 024 915	1 269 265	511 075

#### 4.1.4.4. Secteur élevage

Dans la plupart des localités visitées, le secteur élevage est devenu une activité courante pour les populations locales. Cette pratique constitue non seulement une source de revenu supplémentaire pour les communautés mais aussi, une forme de sécurisation financière et une épargne. Selon les estimations, 76% de la population pratiquent ce type d'activité et dont l'élevage avicole et l'élevage bovin prédominent avec respectivement 65% et 49% de pratiquants. Peu de ménages s'intéressent par contre aux autres types d'élevage comme l'élevage ovin, caprin et porcin. Bien que ces types d'élevage constituent une stratégie d'adaptation pour faire face à la sécheresse, ils ne sont rencontrés que dans quelques sites. L'élevage caprin est notamment répertorié au niveau des localités d'Andilamoko, d'Ambodibonara, d'Anjiabe et d'Ampasivelona, l'élevage ovin à Bedara, Ampasivelona et Antenina et l'élevage porcin à, Andranofotsy, Ambatoaranana et Bedara.

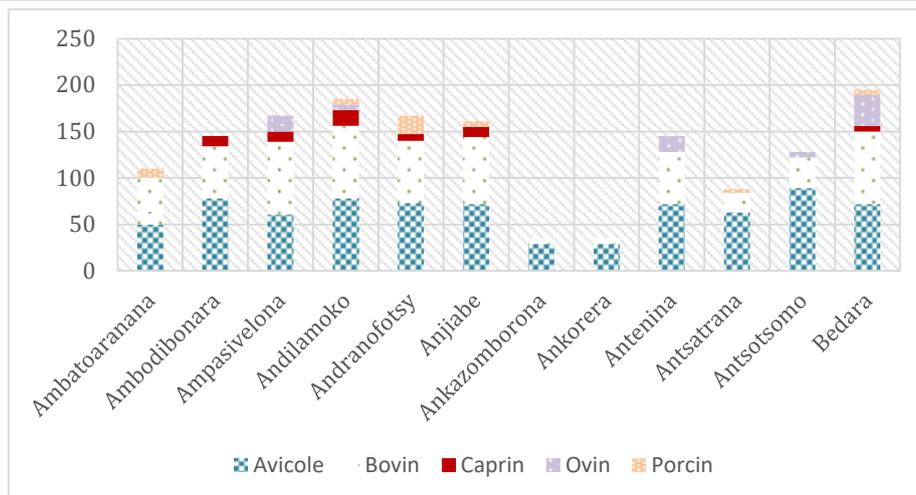


Figure 25 : Taux d'adoption du secteur élevage par Fokontany

En ce qui concerne la taille du cheptel, l'effectif élevé n'excède pas 10 têtes pour tous les types d'élevage excepté l'élevage avicole. Comme l'élevage est considéré comme une forme d'épargne, tous les produits sont rarement destinés à la vente sauf pour l'élevage avicole, dans le cas de besoin urgent en liquidité. Pour ce dernier, environ 66% des produits sont destinés à la vente et le reste destiné à l'autoconsommation. Compte tenu des prix des produits sur le marché, l'élevage bovin puis, l'élevage porcin rapportent le plus pour ce secteur d'activité.

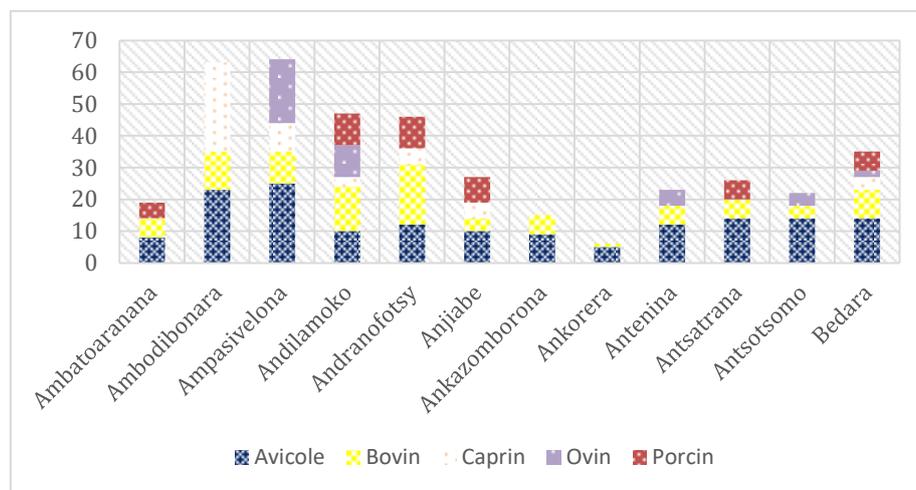


Figure 26 : Effectif de bétails élevés par Fokontany

Tableau 28 : Baseline du secteur élevage

INDICATEURS	BOVIN	AVICOLE	OVIN	CAPRIN	PORCIN
% des pratiquants (%)	49	65	7	5	4
Effectif élevé	9	14	7	9	8
% vendu	76	66	83	77	72
Prix unitaire (Ar/tête)	1 120 000	13 500	96 000	54 000	243 750



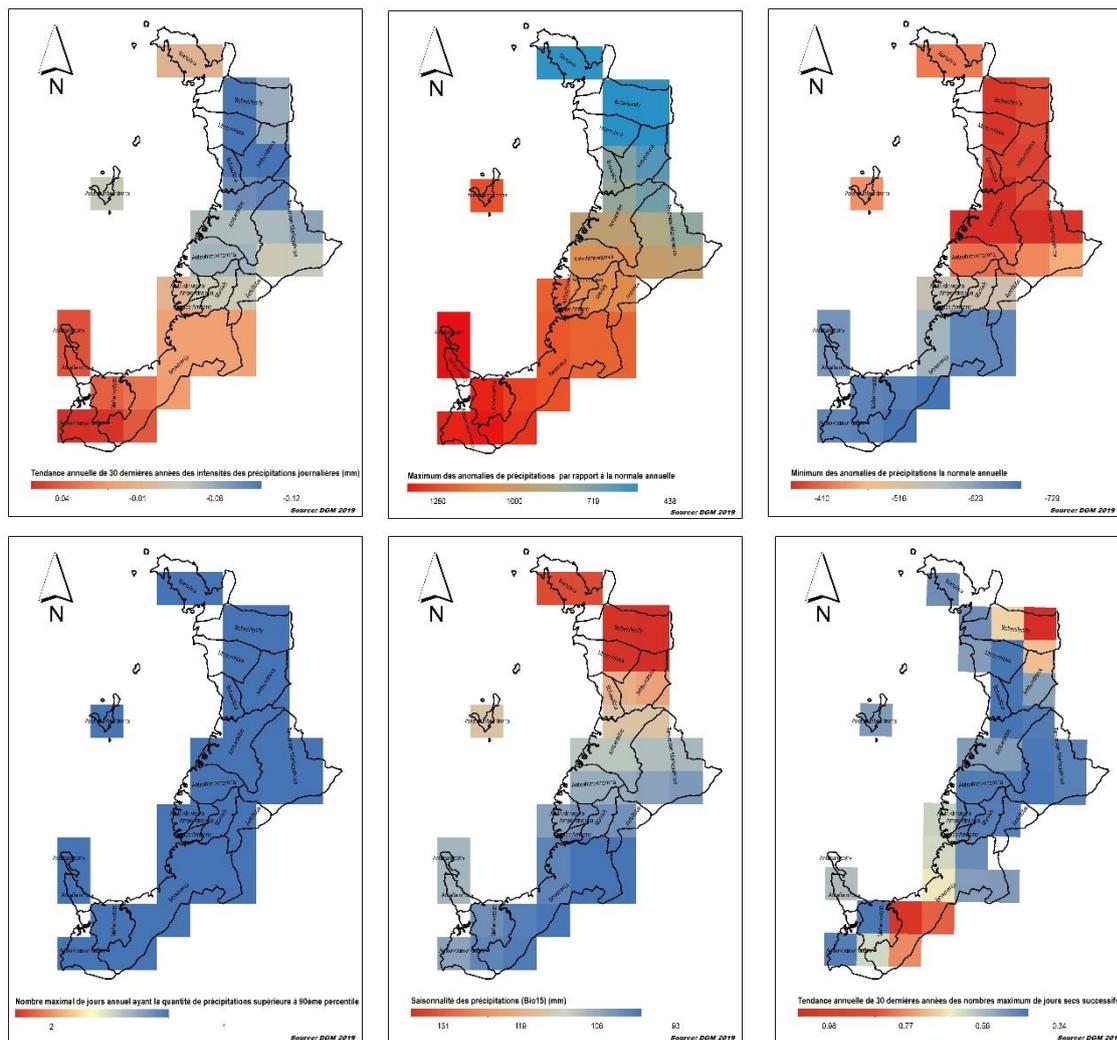
Photo 18 : Elevage avicole à Antsotsomo

## 4.2. Les principaux dangers climatiques dans la zone

Les impacts physiques du changement climatique comprennent généralement l'augmentation de la température, la modification de la pluviométrie, la fonte des glaces (glaciers de montagne, manteaux neigeux, banquises arctiques), acidification des océans (captation du CO<sup>2</sup> rejeté dans l'atmosphère, la hausse du niveau des mers et des océans et la multiplication des phénomènes climatiques extrêmes (vagues de chaleur, sécheresses, inondations, cyclones, etc.). Dans la zone d'étude, ces impacts physiques se manifestent différemment en fonction de la localité, des risques étudiés et des secteurs d'activités. De surcroît, des différences palpables sont parfois constatées entre les données climatiques (DGM) et les perceptions de la population locale.

### 4.2.1. Précipitation

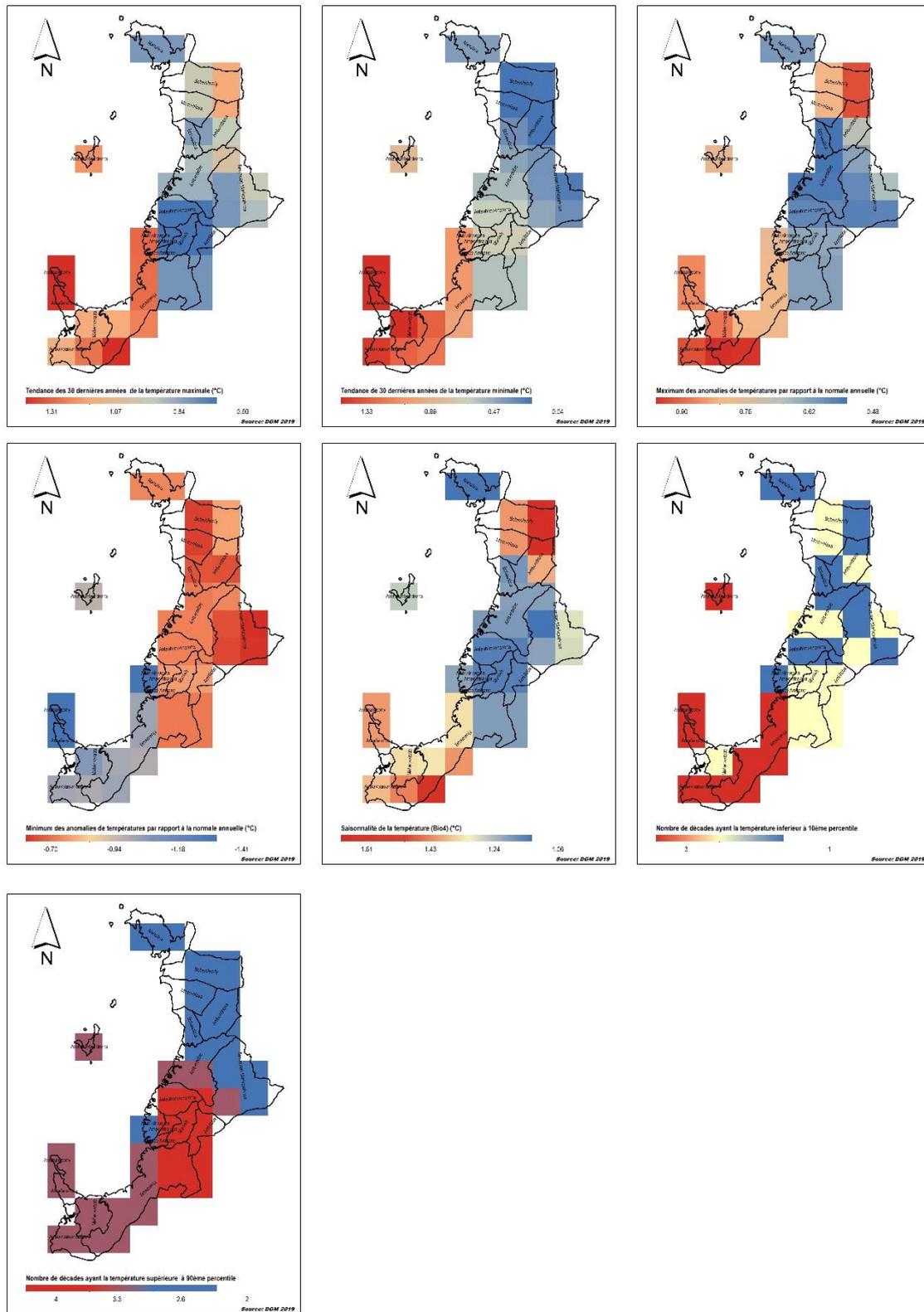
En termes de précipitation, la tendance annuelle des intensités de la précipitation journalière durant ces 30 dernières années montre une évolution généralement importante variant de -0,12 mm à 0,04mm. La tendance suit une variation latitudinale avec une évolution à la hausse dans la partie Sud et une évolution à la baisse dans la partie Nord. La tendance des anomalies également suit généralement cette tendance de la répartition spatiale dans la Baie d'Ambaro. Le maximum des anomalies par rapport à la tendance régresse du Sud au Nord et inversement, le minimum des anomalies régresse du Nord au Sud.



Carte 9 : Répartition spatiale des paramètres climatiques relatifs à la précipitation dans la Baie d'Ambaro

#### 4.2.2. Température

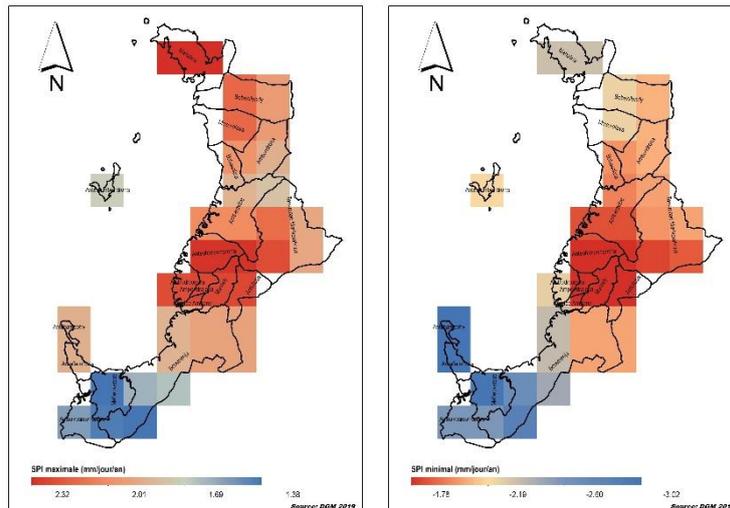
La répartition spatiale de la tendance des paramètres climatiques durant les trente dernières années montre des variations importantes dans la structure de la tendance de la température. D'une manière générale, la partie Sud de la Baie d'Ambaro enregistre une hausse très importante que ce soit pour la température moyenne maximale (allant jusqu'à 1.31°C) que pour la température minimale (allant jusqu'à 1.33°C). La partie Basse Mahavavy enregistre par contre une hausse relativement faible pour ces deux paramètres. La Partie Nord enregistre par contre une hausse modérée de la Tx et une hausse très faible pour la Tn. Les anomalies de la température moyenne annuelle est aussi variée en fonction de la région dont le maximum des anomalies des température par rapport à la tendance annuelle varie 0.48°C à 0.90°C et la valeur la plus basse est située dans les basse Mahavavy. Quant au minimum des anomalies de température par rapport à la tendance annuelle, l'écart entre les valeurs est plus important allant de -1.41°C à -0.7°C et les valeurs les plus faibles sont enregistrées dans la partie Sud de la Baie d'Ambaro, c'est-à-dire que ces zones ont connu, au cours des trente dernières années, une température moyenne annuelle plus faible par rapport à la tendance globale et comparée dans les autres zones de la Région.



Carte 10 : Répartition spatiale des paramètres climatiques relatifs à la température dans la Baie d'Ambaro

### 4.2.3. Sècheresse

La sècheresse météorologique peut être mesuré au moins de l'indice SPI (*Standard Precipitation Index*). En général, les valeurs maximales et minimales du SPI suivent généralement une tendance plus ou moins uniforme dans sa répartition spatiale. En effet, la zone Sud montre une tendance de la période extrêmement humide dans la partie de basse Mahavavy comparé à la zone Sud. De même, pendant la période sèche, la partie Sud est plus sèche que les zones de la basse Mahavavy.



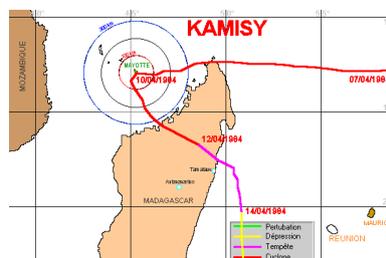
Carte 11 : Répartition spatiale des paramètres climatiques relatifs à la sècheresse météorologique dans la Baie d'Ambaro

### 4.2.4. Événement climatique extrême : cyclone

Il s'agit principalement des cyclones qui sévissent les plus souvent les zones côtières. Les notions de changement climatiques sont la plupart du temps assignées par la population locale à ces événements climatiques extrêmes. Ils leur sont toujours perçus comme un grand danger incomparable avec des impacts non négligeables à tous les niveaux de leurs moyens d'existence. La Figure 1 illustre la trajectoire des cyclones cités par les communautés locales et leurs caractéristiques sont affichés dans le tableau 7. D'une manière générale, l'intensité des cyclones qui passent dans la région ne cesse d'augmenter avec plus de fréquence. Cependant, l'absence de données sur une échelle temporelle plus étendue empêche de généraliser la tendance de l'occurrence de ces cyclones.



Cyclone Terry-Danae (1975 – 1976)  
(Source : Wikipedia)

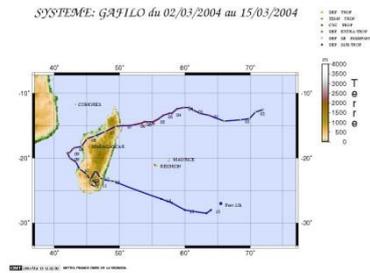


Cyclone Kamisy (Avril 1984)  
<http://www.cyclonextreme.com>



Cyclone Nadia (Mars 1994)  
<http://www.cyclonextreme.com>

\*\*\* Rapport final\*\*\*



Cyclone Gafilo (Mars 2004)

<http://www.cyclonextreme.com>



Cyclone Indlala (Mars 2007)

<http://www.cyclonextreme.com>

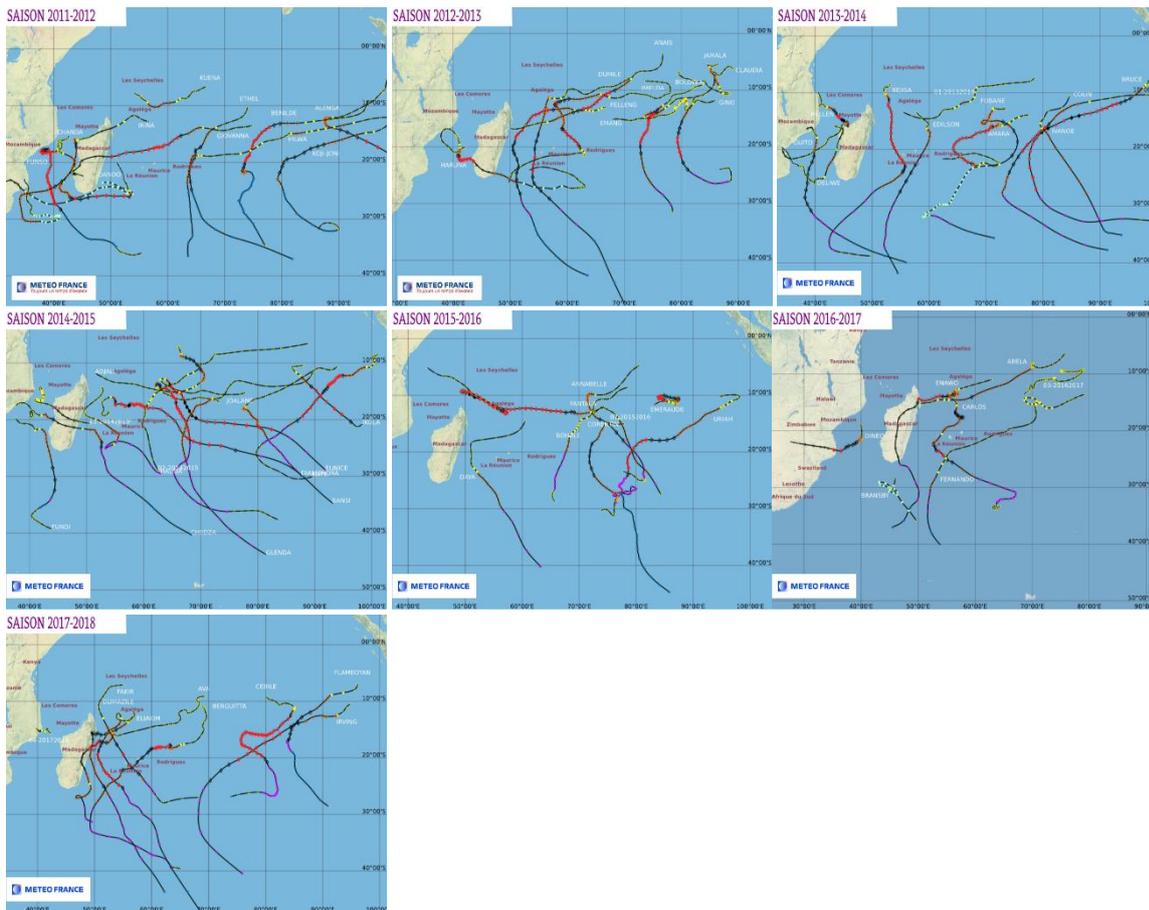


Figure 27: Trajectoires des cyclones les plus démarquant de la zone de la Baie d'Ambaro

Tableau 29: Valeurs maximales caractéristiques des cyclones (source : <http://www.firinga.com/>)

	Date	Intensité sur l'échelle de Dvorak	Intensité sur la classification australienne	Pression estimée au centre (en mb)	Vent moyen sur 1mn (intensité atteinte la plus probable) (en Km/h)	Rafales (en Km/h)
Danae	Janvier 1976	6.0/8.0	4/5	927	213	264
Kamisy	Avril 1984	6.5+/8.0	5/5	915	241	300
Nadia	Mars 1994	7.0/8.0	5/5	910	250	310
Gafilo	Mars 2004	7.0+/8.0	5/5	895	269	333
Indlala	Mars 2007	6.0/8.0	5/5	927	213	264

#### 4.2.5. Vent

Le paramètre vent représente un facteur climatique très important dans les moyens de subsistance et les écosystèmes de mangrove du paysage de la Baie d'Ambaro. Les enquêtes réalisées au niveau des villages concernées ont d'ailleurs évoquées l'importance de ce facteur notamment au niveau de sa direction et de son intensité qui ne cesse d'évoluer au cours de ces dernières années. En effet, suivant les enquêtes, une augmentation de la vitesse des vents de l'alizé (Varatraza) et l'avancement de leur période ont été nettement constaté par les communautés avec une légère différence de perception suivant les zones (certaines affirment un début vers le mois d'Avril si d'autres affirment au mois de Juin). Les informations climatiques suivant les bases de données de C-Rise ont d'ailleurs montré cette augmentation de la vitesse du vent dont les pics se situent entre mois les mois de Juin et Août. Parallèlement à cela, cette dernière met en exergue l'importance de la variabilité des vents de mousson au mois de Janvier et Février avec une intensification de la vitesse et de la direction. D'ailleurs l'écart-type de la moyenne de la vitesse du vent entre 2008 et 2016 y est le plus élevé aux environs de la Baie d'Ambaro.

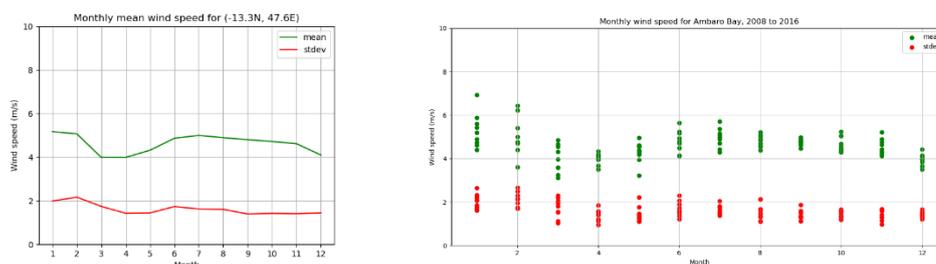
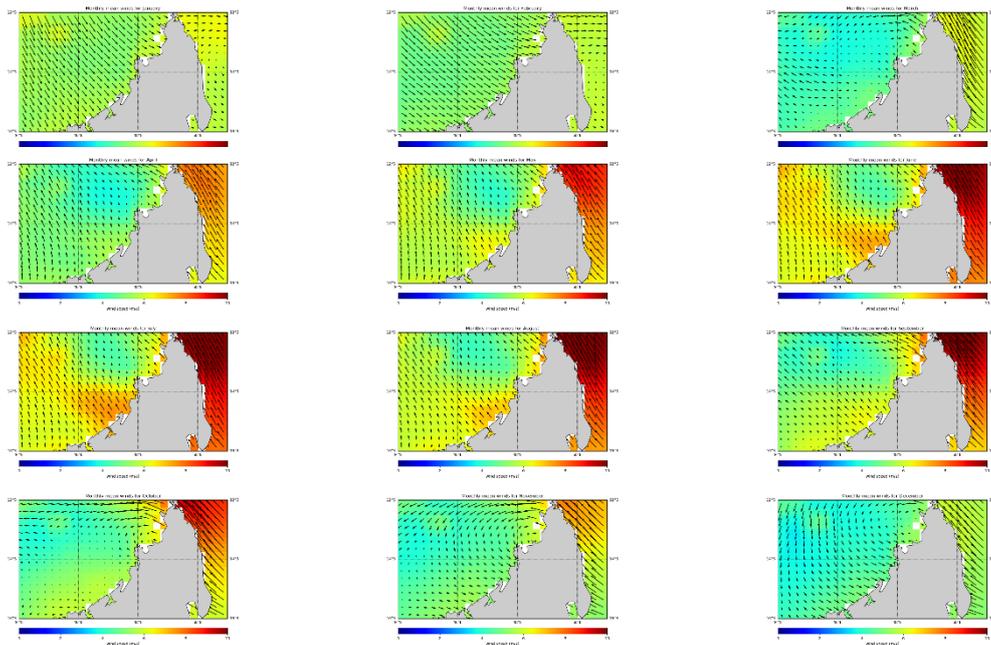
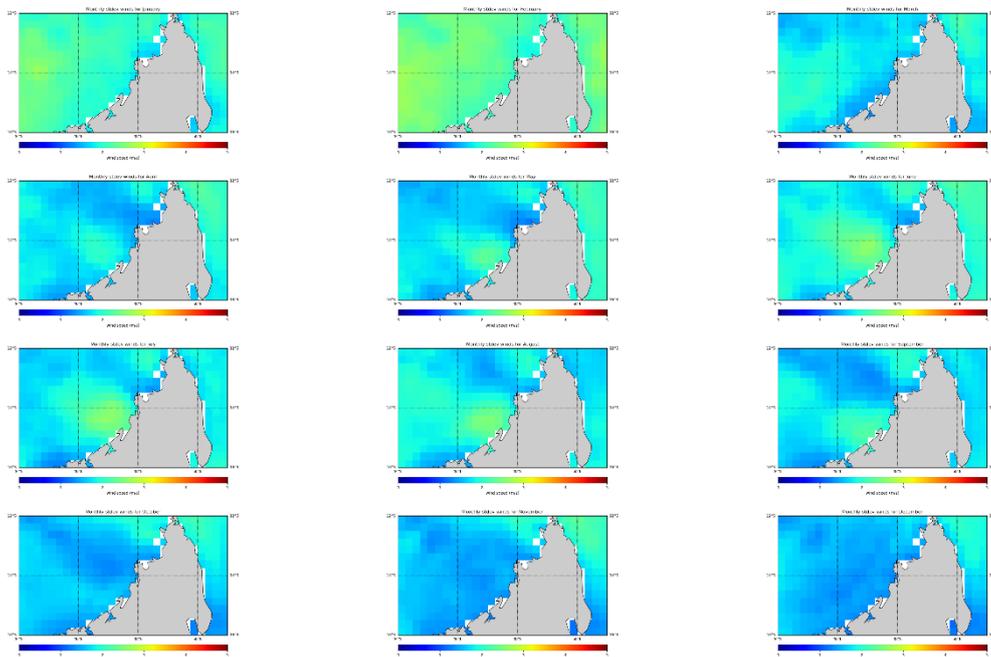


Figure 28 : Moyenne et écart-type mensuelle de la vitesse des vents dans la Baie d'Ambaro



Carte 12 : Direction des vents entre 2008 et 2016 (Données C-Rise)



Carte 13 : Ecart-type de la vitesse des vents entre 2008 et 2016

#### 4.2.6. Niveau de la mer

L'augmentation relative du niveau de la mer est faiblement perçue par les populations locales. Elle est nettement observée durant les grandes marées et s'interprètent par l'immersion des bassins de LGA dans le site d'Andilamoko, l'immersion des rizières situées dans la zone d'arrière mangrove (cas du site d'Anjiabe). Les populations locales l'associent parfois au changement de la ligne des côtes et des changements globaux au

niveau de leur terroir avec une estimation d'une hauteur entre  $\pm 30$ cm. Les données enregistrées au niveau de C-Rise montrent par contre une faible hausse de la tendance globale du niveau de la mer dans la Baie d'Ambaro avec un pic de la hausse mensuelle vers les années 2012 et 2016.

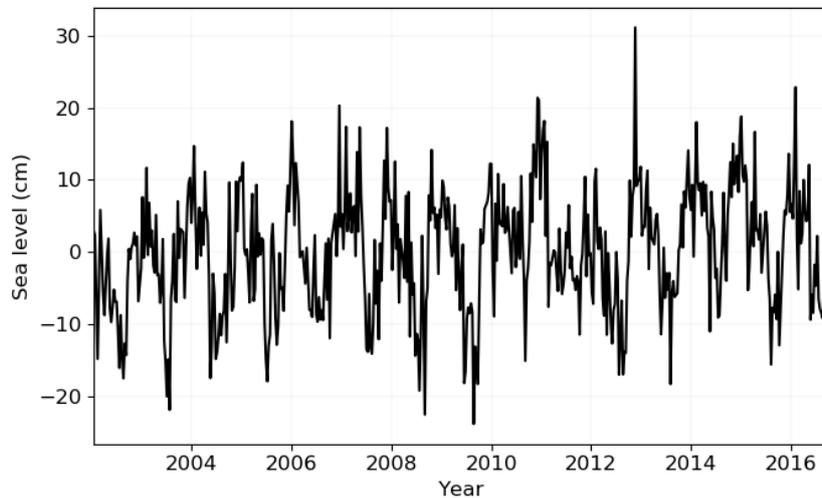


Figure 29 : Tendance de l'augmentation relative du niveau de la mer

#### 4.3. Situation des risques des mangroves par rapport aux dangers climatiques

##### 4.3.1. Synthèse bibliographique des impacts du changement climatique sur l'écosystème de mangrove

Cette synthèse bibliographique veut résumer les travaux de recherche sur l'impact du changement climatique sur l'écosystème de mangrove. Dans le cadre de l'analyse de risque, il est nécessaire de comprendre les impacts négatifs pour évaluer les risques climatiques, mais il est aussi nécessaire de connaître les impacts positifs afin d'orienter les activités et stratégies d'adaptation. Le changement climatique aura probablement un impact substantiel sur les écosystèmes de mangrove (Ellison 2015), par des processus tels que l'élévation du niveau de la mer, les courants océaniques changeants, les tempêtes accrues, la hausse des températures et l'augmentation du CO<sub>2</sub> (McKee et al. 2012) (Cf. Figure 30). Ces facteurs sont interdépendants et spatialement variables à des échelles interrégionales (climat, géomorphologie, biodiversité, structure forestière, amplitude des marées, impacts du changement climatique).

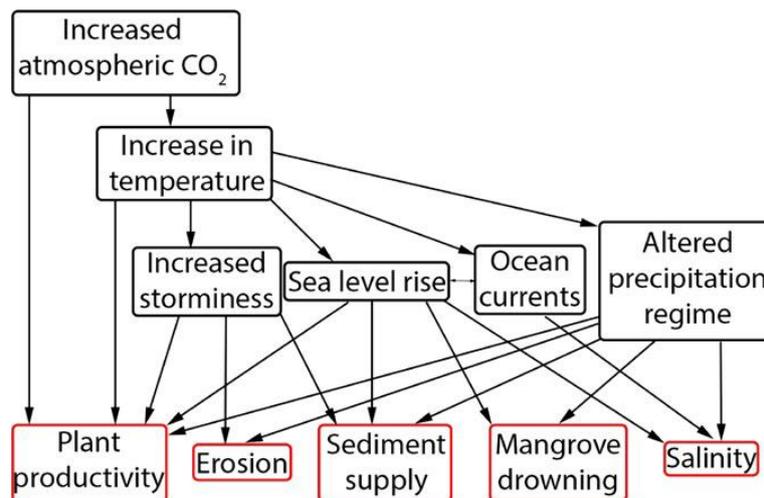


Figure 30 : Cadre conceptuel des principaux facteurs d'impact du changement climatique et de la manière dont ils sont susceptibles d'influencer négativement les communautés de mangroves.

#### 4.3.1.1. *Élévation du niveau de la mer*

L'élévation du niveau de la mer est une menace potentielle majeure du changement climatique pour les écosystèmes de mangrove, car les mangroves sont sensibles aux changements de durée et de fréquence des inondations, ainsi que de niveaux de salinité dépassant un seuil de tolérance physiologique spécifique à l'espèce (Ball 1988, Friess et al. 2012). L'augmentation de la durée d'inondation peut entraîner la mort des plantes aux marges des mangroves situées au large (He et al. 2007) ainsi que des changements dans la composition des espèces (Gilman et al. 2008), conduisant finalement à une réduction de la productivité (Castañeda- Moya et al. 2013) et les services écosystémiques. Church et White dans leur travail en 2011 ont émis l'hypothèse que le niveau de la mer va augmenter de 3,2 mm / an au cours des dernières décennies. Toutefois, cette augmentation du niveau de la mer n'est pas uniforme à l'échelle du globe, mais connaît une variabilité régionale allant, par exemple de 1,9 mm / an dans les Caraïbes à 7,5 mm / an dans certaines régions d'Indonésie (Nerem et al. 2010), et jusqu'à 9 mm / an en le delta inférieur du fleuve Mississippi (NOAA 2015). Cette variabilité est due essentiellement à l'accumulation d'eau dans certaines zones, des différences de densité de l'eau dues à la variation des températures de la mer et du poids des calottes glaciaires.

La réponse des mangroves face à l'élévation du niveau de la mer dépend essentiellement du taux d'accrétion des sédiments (McIvor A et al. 2013): (1) si la couverture de la mangrove dépasse le taux local d'élévation du niveau de la mer à partir de la terre ferme, à mesure que la forêt de mangroves recule, mais des plates-formes et des rives intertidales vont probablement s'accumuler vers le large pour permettre la colonisation et l'expansion des mangroves; (2) si le taux d'accrétion des sédiments est égal au taux d'élévation du niveau de la mer, la forêt survit et est stable pendant cette période; et (3) si le taux d'accrétion du sol est plus lent que le taux d'élévation du niveau de la mer, la forêt se noie au large mais envahit les terres nouvellement chassées par les marées. Les changements réels peuvent s'écarter de ces scénarios en raison des caractéristiques morphologiques / topographiques locales (p. Ex. Pente du sol forestier) ainsi que des événements locaux, tels que les tempêtes (Smoak JM et al. 2013) et les séismes (Sanders CJ et al. 2014).

#### 4.3.1.2. *Tempêtes et cyclones*

Les cyclones peuvent avoir un impact considérable sur les mangroves du fait de l'activité des vagues qui peut déraciner les arbres et il y a aussi les dommages causés par le vent qui peuvent briser les branches et défolier la canopée (Smith et al. 1994, Doyle et al. 1995). Dans des cas extrêmes, cela peut conduire à la perte à grande

échelle de la forêt de mangroves (Cahoon et al. 2003, Paling et al. 2008). Les tempêtes extrêmes peuvent également avoir des impacts sur les mangroves à moyen et à long terme par un apport rapide en sédiments, ce qui va augmenter le niveau du sol (Smith et al. 2009, Smoak et al. 2013). Whelan et al. (2009) ont signalé des dépôts de sédiments pouvant aller jusqu'à 56 mm de l'ouragan Wilma en Floride. Les entrées rapides de sédiments pouvant survenir lors de tempêtes intenses sont potentiellement importantes pour maintenir le niveau du sol face à l'augmentation du niveau de la mer. Outre le maintien à long terme du niveau du sol, les intempéries intenses peuvent également générer des impulsions nutritives, particulièrement importantes pour les mangroves des zones arides (Castañeda-Moya et al. 2010), stimulant à la fois la productivité et la croissance des mangroves (Lovelock et al. 2011).

#### 4.3.1.3. Précipitation

Le GIEC (2013) prévoit qu'il y aura des changements extrêmes dans les précipitations dans le monde, avec une variation régionale importante. Les variations de température, qui influent à la fois sur les taux d'évaporation et de transpiration, compliqueront davantage les précipitations variables. L'évolution des régimes pluviométriques est susceptible d'influencer la distribution, l'étendue et les taux de croissance des forêts de mangroves (Gilman et al. 2008), en particulier dans les mangroves situées à la limite de leurs tolérances. Par exemple, des changements extrêmes dans les précipitations peuvent modifier la salinité moyenne saisonnière dans certains systèmes de mangroves, bien que cela varie entre les mangroves périphériques, estuariennes et intérieures. La diminution des précipitations et l'augmentation de l'évaporation entraînent une augmentation de la salinité du sol et, par conséquent, une diminution de la survie des plantules, de la productivité, des taux de croissance, ainsi que de la perte de mangrove et de la conversion en vasières hypersalines (apicum) dans la zone de marée supérieure (Field 1995, Duke et al. 1998), potentiellement sur une période décennale (Eslami- Andargoli et al. 2009).

Les périodes d'augmentation des précipitations étaient également liées à une augmentation subséquente de la superficie de mangrove résultant de la migration des mangroves vers la terre dans la zone des marais salés où les marais salés se situent à la limite de la mangrove (Eslami- Andargoli et al. 2009). Krauss et al. (2006) suggèrent que dans les mangroves où l'humidité du sol varie peu (c'est-à-dire en Micronésie), les réponses à l'augmentation des précipitations pourraient être spécifiques à une espèce, *Sonneratia alba* montrant des taux de croissance élevés en réponse à l'augmentation des précipitations, alors qu'aucune réponse n'a été observée pour *Brugieira gymnorrhiza*. L'augmentation des précipitations peut également entraîner une diminution de la salinité de l'eau des pores et de la concentration en sulfates, ce qui peut augmenter la productivité des mangroves (Gilman et al. 2007). L'augmentation des précipitations devrait également augmenter les débits fluviaux, ce qui, dans les mangroves estuariennes, augmentera l'apport de sédiments allochtones, l'élévation de la surface des mangroves et la résilience au reflex (Ranasinghe et al. 2013).

#### 4.3.1.4. Température

Les températures mondiales devraient augmenter de 4,8 °C d'ici 2081 à 2100 par rapport à 1986-2005 (GIEC, 2013). Cette augmentation de la température est susceptible d'influencer la composition des espèces de mangrove, la phénologie, la productivité et, en fin de compte, la distribution dans la latitude. Actuellement, beaucoup de mangroves sont limitée par la température minimum de l'air du mois le plus froid de 16° C (Saenger, 2002) avec des pics de la photosynthèse foliaire entre 28 et 32°C (Ball et Sobrado 2002) ainsi que par une faible température de la mer, ce qui peut limiter le temps de flottation de propagules (Duke et al. 1998). La température influe sur la capacité des mangroves à assimiler le CO<sub>2</sub> en raison des limitations imposées aux réactions biochimiques (Ball et al. 1988) et au gel du tissu végétal conduisant à une embolie vasculaire, une déshydratation ou une rupture cellulaire (Krauss et al. 2008). Les augmentations de température à elles seules entraîneront probablement une croissance, une reproduction, une photosynthèse et une respiration plus rapides,

des changements dans la composition de la communauté, une diversité et une expansion des limites latitudinales (Tittensor DP et al. 2010).

Lorsque la température dépasse celle du pic de productivité de la photosynthèse, et lorsque la température des feuilles dépasse 38 à 40°C, la photosynthèse cesse (Clough et al. 1982). La photosynthèse dans les feuilles exposées est souvent réduite en raison de la photo-inhibition ; des diminutions de l'assimilation à la mi-journée ont été observées assurant la survie de l'appareil photochimique. En outre, les températures élevées augmentent les taux d'évaporation, ce qui peut entraîner une augmentation de la salinité ; les effets synergiques de la salinité et de l'aridité peuvent influencer sur la diversité, la taille et la productivité des espèces dans les forêts de mangroves (Smith et Duke 1987, Ball et Sobrado 2002). Aussi, les travaux de recherche indiquent que les mangroves se développent actuellement vers des latitudes plus élevées en Amérique du Nord (Comeaux RS et al. 2012 ; Raabe EA et al. 2012 ; Bianchi TS et al. 2013 ; Osland MJ et al. 2013), en Nouvelle-Zélande (Stokes DJ et al. 2010), en Australie (Rogers K et al. 2005 ; Williamson GJ et al. 2011), en Afrique australe (de Boer WF et al. 2002) et dans le sud de la Chine (Durango-Cordero JS et al. 2013). Cette expansion à l'échelle mondiale est probablement due à l'augmentation mondiale des températures de surface de la mer (Reid PC et al. 2012).

#### 4.3.1.5. Tolérance des espèces de la Baie d'Ambaro à la variabilité des aléas climatiques

La réponse de chaque espèce par rapport aux impacts de la variabilité des paramètres climatiques n'est pas uniforme. Ainsi, pour évaluer la vulnérabilité des mangroves face à des risques climatiques, il est nécessaire d'avoir des informations sur la tolérance des 8 espèces de palétuviers présentes dans la Baie d'Ambaro à ces variabilités des paramètres climatiques.

Tableau 30 : Echelle de tolérance des espèces par rapport aux impacts des variabilités climatiques (source : RENIALA, 2014)

	Augmentation température	Augmentation salinité	Élévation niveau mer	Exondation prolongée	Cyclones	Ensablement
<i>Avicennia marina</i>	Moyenne	Très faible	Très faible	Faible	Très forte	Très faible
<i>Brugueria gymnorhiza</i>	Moyenne	Faible	Moyenne	Très faible	Faible	Moyenne
<i>Ceriops tagal</i>	Moyenne	Très faible	Faible	Faible	Très faible	Très faible
<i>Heritiera littoralis</i>	Moyenne	Forte	Faible	Faible	Très faible	Forte
<i>Lumnitzera racemosa</i>	Moyenne	Faible	Moyenne	Très faible	Très faible	Faible
<i>Rhizophora mucronata</i>	Moyenne	Faible	Très faible	Forte	Moyenne	Très forte
<i>Sonneratia alba</i>	Moyenne	Très faible	Très faible	Très forte	Forte	Forte
<i>Xylocarpus granatum</i>	Moyenne	Forte	Moyenne	Faible	Forte	Forte

#### 4.3.2. Chaîne d'impact

Une chaîne d'impact est un outil d'analyse qui sert à mieux comprendre, systématiser et prioriser les facteurs responsables du risque climatique dans le système. Cette chaîne d'impact intègre et lie toutes les composantes de l'analyse de risque proposées par le GIEC dans l'AR5. Les chaînes d'impacts proposées dans cette analyse ont été réalisées en tenant en compte des résultats issus de la littérature et des investigations de terrain.

#### **4.3.2.1. Risque de mort sur pied des mangroves**

La mort sur pied des mangroves de la baie d'Ambaro peut être causée par les incidences climatiques suivantes : i) l'intolérance des mangroves à l'augmentation de la salinité, ii) les chablis après passage de vent violent ou iii) l'inondation de l'eau douce provoquée par le débordement des rivières. Ainsi, les dangers climatiques provoquant ces incidences climatiques sont : i) l'augmentation de la température, ii) l'augmentation de la vitesse du vent, iii) les épisodes pluvieux trop intenses et iv) le passage fréquent de cyclone.

L'impact de ces dangers climatiques sur l'écosystème de mangrove est aggravé par :

- La faible densité de la population de mangrove : elle amplifie l'impact du vent violent provoquant le déracinement des arbres notamment au niveau des zones au front de la mer ;
- La dominance des espèces plus vulnérables : en effet, comme mentionné précédemment, la réponse de chaque espèce face à la variabilité des dangers climatiques est différente. Ainsi, plus les espèces vulnérables à l'augmentation de la salinité, au cyclone et à l'inondation de l'eau douce sont dominantes, plus le risque de mort sur pied est élevé.
- Le type de sol au niveau des bassins versants : le débordement des rivières est causé par l'érosion du sol en amont aboutissant à l'envasement de la rivière.
- La déforestation au niveau des bassins versants : c'est la principale cause d'érosion hydrique dans ces zones avec un type de sol très érodable. La déforestation contribue donc considérablement à l'envasement et le débordement des rivières.
- La proportion de bois mort inventoriée durant la descente sur le terrain : cette proportion va indiquer la situation actuelle face à ce risque de mort sur pied. Si la proportion de bois mort sur pied est déjà élevée, alors l'écosystème de mangrove est très vulnérable à ce risque.

Ces différents facteurs rendent l'écosystème plus sensible au risque de mort sur pied des mangroves. Ainsi, pour évaluer la capacité de l'écosystème et de la population gestionnaire à minimiser cette sensibilité de l'écosystème, il faut considérer dans l'analyse : i) la capacité d'organisation de campagne de restauration, ii) la capacité d'aménagement forestier pour la production de BO et BE, iii) la capacité en aménagement agricole, iv) la capacité en matière de défense et restauration du sol et v) la capacité de gestion de la forêt de mangrove.

Les éléments susceptibles de subir les dommages liés à ce risque de mort sur pied des mangroves sont l'écosystème de mangrove et la population locale dépendante de cette ressource. Ainsi, ces éléments sont considérés comme exposition dans l'analyse.

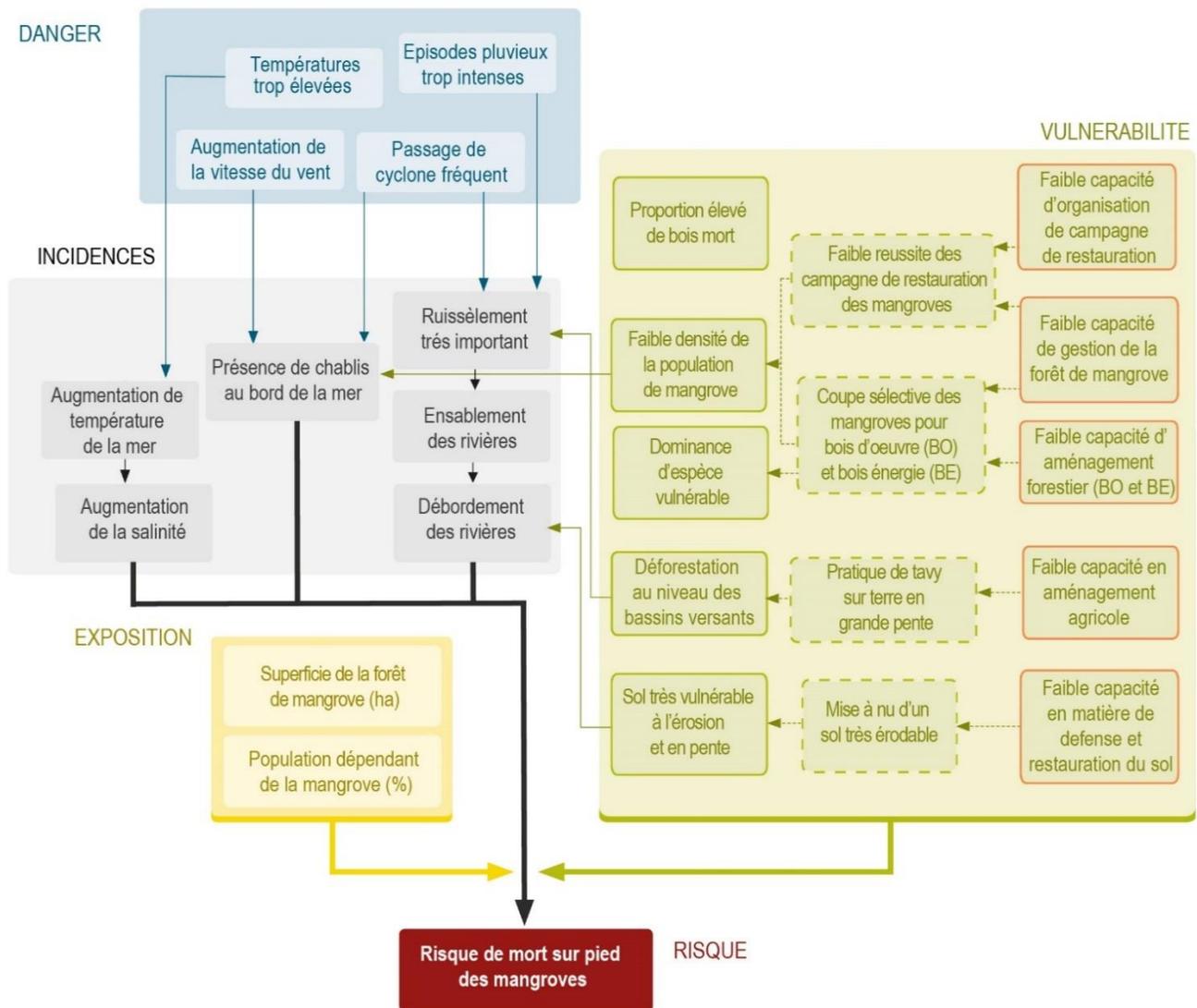


Figure 31 : Chaîne d'impact pour l'analyse de risque de mort sur pied des mangroves

#### 4.3.2.2. Risque d'ensablement des mangroves

L'ensablement des mangroves de la baie d'Ambaro est lié aux incidences climatiques suivantes : i) l'érosion éolienne et ii) l'érosion hydrique au niveau des bassins versants en amont. Ainsi, les dangers climatiques provoquant ces incidences climatiques sont : i) l'augmentation de la température, ii) une faible précipitation, iii) les épisodes pluvieux trop intenses et iv) l'augmentation de la vitesse du vent.

L'impact de ces dangers climatiques sur l'écosystème de mangrove est aggravé par :

- La faible densité de la population de mangrove : un peuplement dense peut faire face à l'ensablement grâce à la production de biomasse et de litière permettant la stabilité de la fertilité du sol même face à l'apport extérieur de sable. De plus, l'existence de couverture végétale à canopée fermée permet de stabiliser la température du sol. Dans un peuplement à densité très faible, la température du sol augmente rapidement avec l'apport de sable.

- La faible régénération des mangroves : une forte régénération naturelle permettra la recolonisation rapide des zones ensablées. Ainsi, le cas contraire (faible régénération) va aggraver l'effet de l'ensablement sur la population de mangrove.
- Le niveau élevé de dégradation des mangroves : une zone ou un village est plus risqué à l'effet négatif de l'ensablement si le peuplement présente déjà des signes de dégradation élevé.
- Le taux de déforestation élevé de la forêt de mangrove : ce facteur est lié à la dégradation et le niveau de densité des mangroves. Il va permettre de considérer dans l'analyse de risque, la vitesse de dégradation des mangroves de la zone ou du village.
- Le type de sol au niveau des bassins versants : les érosions (hydriques et éoliennes) au niveau des bassins versants ont plus de probabilité de se produire lorsque le type de sol est très fragile.
- La déforestation au niveau des bassins versants : la déforestation et la pratique de l'agriculture sur brûlis conduisent à la mise à nu du sol, laissant le sol face aux vents violents et des forts ruissellements. Ainsi, c'est la principale cause d'érosion dans ces zones avec un type de sol très érodable.

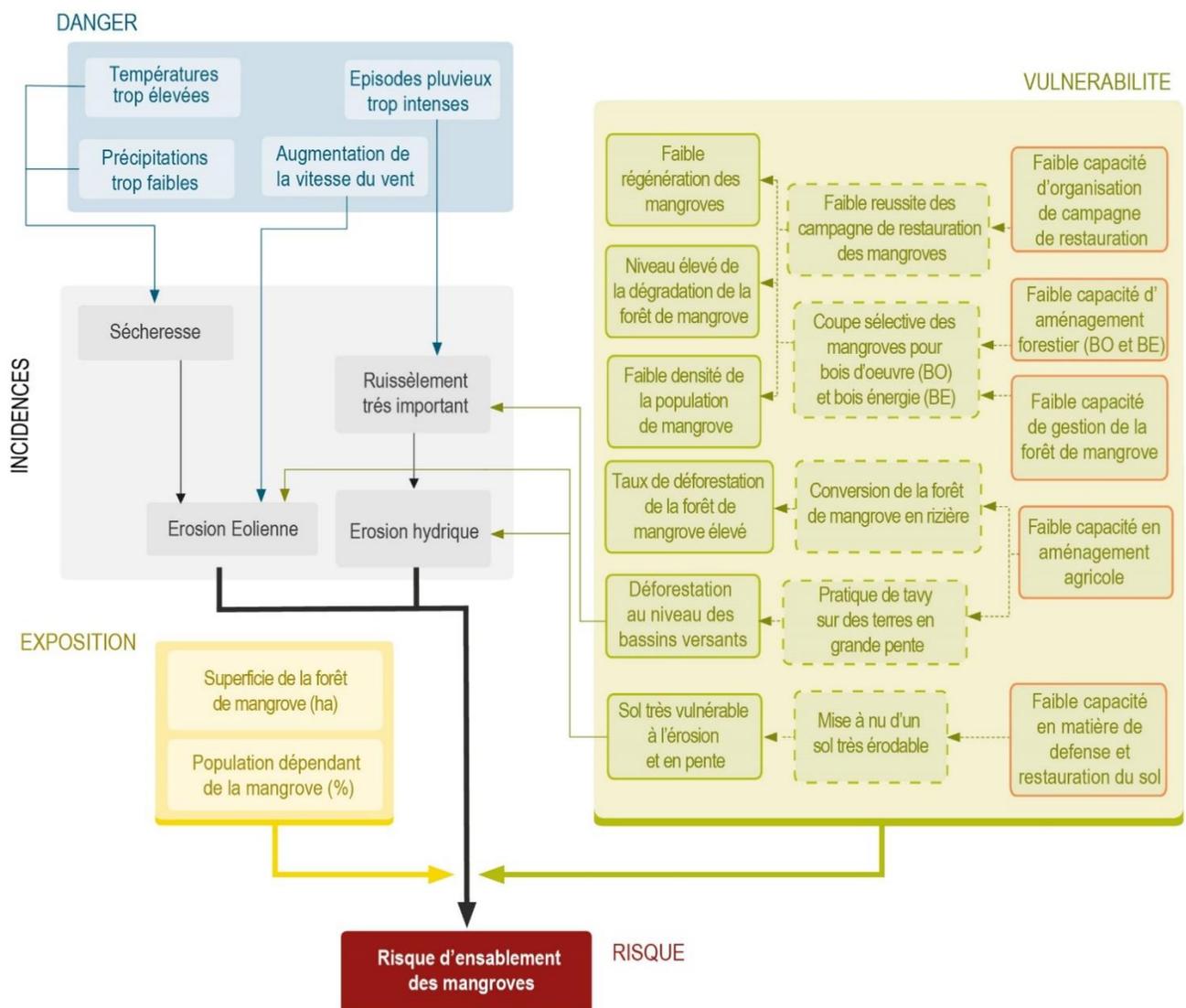


Figure 32 : Chaîne d'impact pour l'analyse de risque d'ensablement des mangroves

Ces différents facteurs rendent l'écosystème plus sensible à l'ensablement des mangroves. Ainsi, pour évaluer la capacité de l'écosystème et de la population gestionnaire à minimiser cette sensibilité de l'écosystème, il faut considérer dans l'analyse : i) la capacité d'organisation de campagne de restauration, ii) la capacité d'aménagement forestier pour la production de BO et BE, iii) la capacité en aménagement agricole, iv) la capacité en matière de défense et restauration du sol et v) la capacité de gestion de la forêt de mangrove.

Les éléments susceptibles de subir les dommages liés à ce risque d'ensablement des mangroves sont l'écosystème de mangrove et la population locale dépendante de cette ressource. Ainsi, ces éléments sont considérés comme exposition dans l'analyse.

#### **4.3.2.3. Risque d'appauvrissement spécifique des mangroves**

L'appauvrissement spécifique des mangroves de la baie d'Ambaro peut être causée par les incidences climatiques suivantes : i) l'intolérance des mangroves à l'augmentation de la salinité et ii) la mort des espèces les plus vulnérables à l'ensablement. Ainsi, les dangers climatiques provoquant ces incidences climatiques sont : i) l'augmentation de la température, ii) l'augmentation de la vitesse du vent, iii) les épisodes pluvieux trop intenses et iv) le passage fréquent de cyclone.

L'impact de ces dangers climatiques sur l'écosystème de mangrove est aggravé par :

- La faible diversité spécifique, la faible richesse spécifique des portes graine et la faible richesse spécifique des régénérations naturelles : un peuplement est plus risqué face à la réduction du nombre d'espèce si ce peuplement a déjà une faible diversité spécifique. La diversité et la richesse spécifique indique la sensibilité actuelle de l'écosystème de mangrove face au risque d'appauvrissement spécifique. La richesse spécifique des portes graines et la richesse spécifique des régénérations naturelles va indiquer la sensibilité future de l'écosystème de mangrove face à ce risque.
- La dominance des espèces plus vulnérables : en effet, comme mentionné précédemment, la réponse de chaque espèce face à la variabilité des dangers climatiques est différente. Ainsi, plus les espèces vulnérables à l'augmentation de la salinité et de l'ensablement sont dominants, plus le risque d'appauvrissement spécifique est élevé.
- Le type de sol au niveau des bassins versants : le débordement des rivières est causé par l'érosion du sol en amont aboutissant à l'envasement de la rivière.
- La déforestation au niveau des bassins versants : c'est la principale cause d'érosion hydrique dans ces zones avec un type de sol très érodable. La déforestation contribue donc considérablement à l'envasement et le débordement des rivières.

Ces différents facteurs rendent l'écosystème plus sensible au risque de mort sur pied des mangroves. Ainsi, pour évaluer la capacité de l'écosystème et de la population gestionnaire à minimiser cette sensibilité de l'écosystème, il faut considérer dans l'analyse : i) la capacité d'aménagement forestier pour la production de BO et BE, ii) la capacité en aménagement agricole, iii) la capacité en matière de défense et restauration du sol et iv) la capacité de gestion de la forêt de mangrove.

Les éléments susceptibles de subir les dommages liés à ce risque d'appauvrissement spécifique des mangroves sont l'écosystème de mangrove et la population locale dépendante de cette ressource. Ainsi, ces éléments sont considérés comme exposition dans l'analyse.

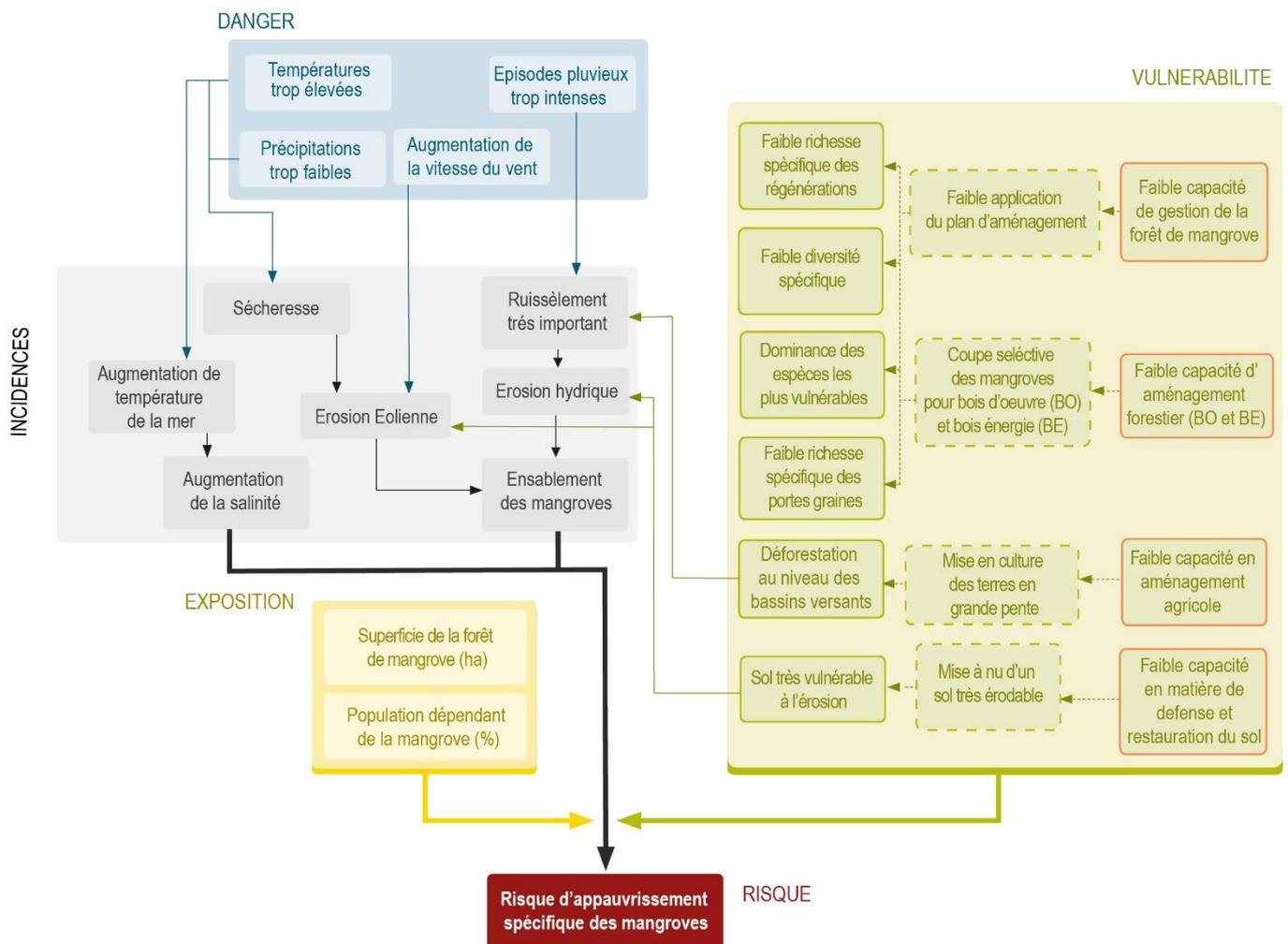


Figure 33 : Chaîne d'impact pour l'analyse de risque d'appauvrissement spécifique des mangroves

#### 4.3.2.4. Risque de recul des mangroves

Le recul des mangroves de la baie d'Ambaro peut être causée par les incidences climatiques suivantes : i) l'intolérance des mangroves à l'augmentation de la salinité et ii) la prolongation de la période d'exondation suite à l'élévation du niveau de la mer. Ainsi, les dangers climatiques provoquant ces incidences climatiques sont : i) l'augmentation de la température et ii) l'élévation du niveau de la mer.

L'impact de ces dangers climatiques sur l'écosystème de mangrove est aggravé par :

- Important recul de la forêt de mangrove : l'estimation du recul durant les dernières années de la forêt de mangrove va permettre d'évaluer le risque réel actuel de recul des mangroves.
- Faible densité de la forêt de mangrove : la vitesse de recul de la forêt de mangrove va dépendre essentiellement de la vitesse d'élévation du niveau de la mer. Néanmoins, cette vitesse de recule sera aussi fonction de l'état de dégradation de la forêt de mangrove, c'est-à-dire qu'une forêt de mangrove dense mettra beaucoup moins de temps à migrer et les individus peuvent même développer des formes d'adaptation face à l'exondation prolongée.
- Niveau élevé de la dégradation de la forêt de mangrove : le niveau de dégradation de la forêt va permettre d'évaluer l'état de dégradation, c'est-à-dire l'état de sensibilité actuel de la forêt de mangrove.

- Faible régénération naturelle des mangroves : une forme d'adaptation des mangroves face au recul est la migration vers la terre, c'est-à-dire par la colonisation de nouvelle terre non forestière. Cette colonisation dépendra de la capacité de régénération des mangroves.

Ces différents facteurs rendent l'écosystème plus sensible au risque de mort sur pied des mangroves. Ainsi, pour évaluer la capacité de l'écosystème et de la population gestionnaire à minimiser cette sensibilité de l'écosystème, il faut considérer dans l'analyse : i) la capacité d'organisation de campagne de restauration, ii) la capacité d'aménagement forestier pour la production de BO et BE et iii) la capacité de gestion de la forêt de mangrove.

Les éléments susceptibles de subir les dommages liés à ce risque de recul des mangroves sont l'écosystème de mangrove et la population locale dépendante de cette ressource. Ainsi, ces éléments sont considérés comme exposition dans l'analyse.

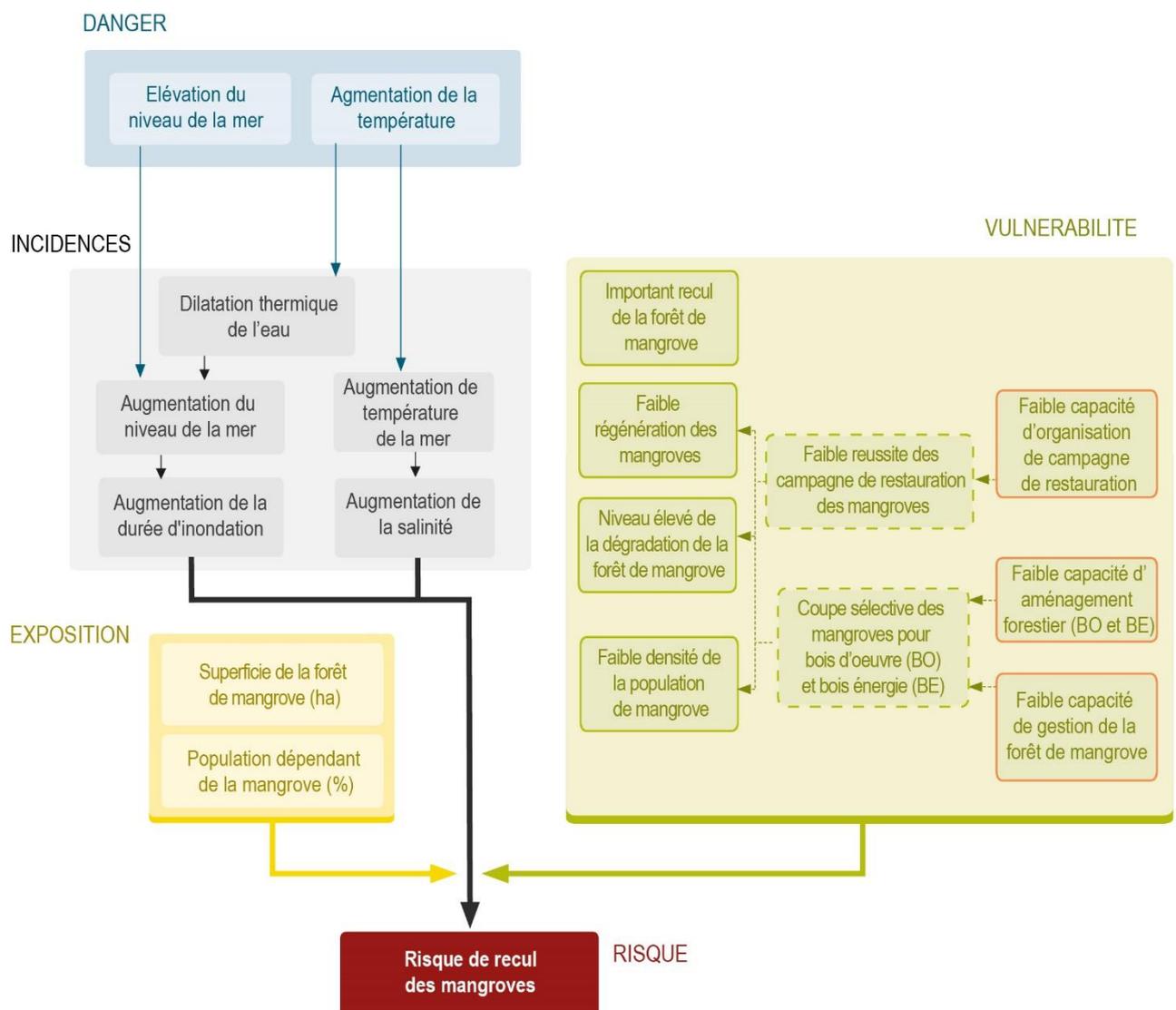


Figure 34 : Chaîne d'impact pour l'analyse de risque de recul des mangroves

### 4.3.3. Evaluation des risques climatiques

Premièrement, pour commencer cette partie, il est nécessaire de rappeler la signification des valeurs issues des analyses. Ainsi, après normalisation des indicateurs, ils sont transformés en valeurs sans unité, suivant une

échelle commune allant de 0 (0 = situation optimale, pas d'amélioration nécessaire ou possible) à 1 (1= situation critique, le système ne fonctionne plus et pourrait mener à des conséquences graves).

Tableau 31 : Echelle à 5 classes pour les valeurs normalisées et agrégées, avec description.

VALEUR NORMALISEE ET AGREGEE	DESCRIPTION
0 – 0,2	Très basse
> 0,2 – 0,4	Basse
> 0,4 – 0,6	Intermédiaire
> 0,6 – 0,8	Elevée
> 0,8 – 1	Très élevée

Deuxièmement, comme présenté dans les chaînes d'impacts, durant l'analyse des 04 risques climatiques pouvant affecter l'écosystème de mangrove, l'exposition ou les éléments spécifiques qui sont exposés ne changent pas d'un risque à l'autre. Ainsi, la présentation des résultats sur l'exposition sera présentée une seule fois en ces débuts de présentation des résultats de l'évaluation des risques climatiques. Pour la Baie d'Ambaro, les systèmes susceptibles de subir des dommages par rapport aux impacts des perturbations climatiques sur l'écosystème de mangrove sont la forêt de mangrove et les populations qui en dépendent. L'exposition a été calculée par rapport à ces 02 indicateurs (importance de la ressource en ha et la dépendance de la population locale en %) et le résultat montre que les villages de la Baie d'Ambaro ont des niveaux d'exposition très variables (Cf. Tableau 32). Les villages sont plus exposés lorsque la superficie de la mangrove est plus importante et lorsque la vie quotidienne de la population riveraine dépend essentiellement des mangroves. Ainsi, le village d'Ambatoaranana est le seul village avec un niveau d'exposition très basse, Andranofotsy et Anjiabe ont un niveau d'exposition très élevée, Antsatrana et Ankovana ont un niveau d'exposition élevée et les autres villages ont des niveaux d'exposition intermédiaire.

Tableau 32 : Résultat de l'estimation de la composante exposition.

Village	Superficie mangrove (ha)	Population dépendante (%)	Exposition
Ambatoaranana	72,93	75	0,00
Ambodibonara	1448,60	99	0,53
Ampasivelona	1170,08	100	0,48
Andilamoko	1001,08	100	0,44
Andranofotsy	3667,36	100	1,00
Anjiabe	3669,45	100	1,00
Ankazomborona	1716,64	80	0,39
Ankovana	2178,55	100	0,69
Antenina	801,10	100	0,40
Antsatrana	2490,91	100	0,75
Antsotsomy	1033,70	100	0,45
Bedara	1545,54	100	0,56

Niveau d'hierarchisation des composantes de l'analyse de risque



#### 4.3.3.1. Analyse de risque de mort sur pied des mangroves

- Danger

Pour l'analyse de risque de mort sur pied des mangroves, les dangers ou aléas climatiques pris en compte sont : l'augmentation de la température, l'existence d'épisode pluvieux très intense, la fréquence du passage de cyclone et l'augmentation de l'intensité ou la vitesse du vent. Ces dangers varient d'élevé à bas pour les 12 villages représentatifs de la Baie d'Ambaro. Les 04 villages ayant un danger élevée (Ambatoaranana, Antsotsomy, Anjiabe et Ankazomborona) présentent les plus fortes augmentations de température et l'augmentation de l'abondance journalière des précipitations. Contrairement à ces villages, Antenina et Andilamoko ont les plus faibles augmentations de température et de précipitation journalière. Le nombre de cyclones qui a passé ces dernières années ne varie pas à l'échelle de la Baie d'Ambaro.

Tableau 33 : Danger par rapport au risque de mort sur pied des mangroves

Village	Danger
Ambatoaranana	0,73
Ambodibonara	0,58
Ampasivelona	0,44
Andilamoko	0,34
Andranofotsy	0,44
Anjiabe	0,63
Ankazomborona	0,63
Ankovana	0,45
Antenina	0,30
Antsatrana	0,47
Antsotsomy	0,66
Bedara	0,42

Niveau d'hierarchisation des composantes de l'analyse de risque



- Vulnérabilité

La vulnérabilité de l'écosystème de mangrove de la Baie d'Ambaro face au risque de mort sur pied des individus varie d'un niveau bas (0,28 pour Ankazomborona) à un niveau élevé (0,64 pour Andilamoko). Les villages moyennement vulnérables à ce risque sont : Ampasivelona, Ambatoaranana, Andranofotsy, Ambodibonara et Antsotsomy. Le village d'Andilamoko est le seul village qui a un niveau de vulnérabilité élevé. Et les autres villages ont un niveau de vulnérabilité bas. En décomposant la vulnérabilité en ses deux sous-composantes, il est mis en évidence que Ambodibonara (0,72) et Ampasivelona (0,61) sont les plus sensibles. Ces deux villages sont caractérisés par une proportion très faible de mangroves très denses et une abondance des espèces très vulnérables à l'augmentation de la salinité et à l'inondation de l'eau douce et particulièrement pour Ambodibonara, la proportion de bois mort a été le plus élevée. Pour la sous-composante capacité, 4 villages sont

jugés inaptes à agir face à ce risque de mort sur pied des mangroves : Andilamoko (0,70), Ambatoaranana (0,69), Antsotsomy (0,69) et Ampasivélona (0,61). Ces incapacités sont liées : premièrement, à la faible réussite des campagnes de restauration de mangrove ou même l'inexistence de campagne de restauration au niveau des villages et deuxièmement, l'inexistence d'aménagement des terres hors mangroves aboutissant à une grande superficie de sol nu qui favorise l'érosion du sol. Les résultats montrent aussi l'effet complémentaire des deux sous-composantes de vulnérabilité pour ce risque de mort sur pied des mangroves. En effet, les villages à sensibilité élevée, comme Ambodibonara et Ampasivélona ont une capacité basse ou intermédiaire. Tandis que les villages ayant une capacité de réponse élevée (Ambatoaranana, Andilamoko, Andranofotsy et Antsotsomy) ont une sensibilité basse ou intermédiaire. Ainsi, pour minimiser la vulnérabilité face à la mort sur pied des mangroves, il est primordial d'obtenir un niveau bas à intermédiaire pour ces deux sous-composantes de la vulnérabilité.

Tableau 34: Vulnérabilité par rapport au risque de mort sur pied des mangroves

Village	Sensibilité	Capacité	Vulnérabilité
Ambatoaranana	0,29	0,69	0,46
Ambodibonara	0,72	0,23	0,51
Ampasivélona	0,61	0,15	0,41
Andilamoko	0,60	0,70	0,64
Andranofotsy	0,36	0,67	0,50
Anjiabe	0,38	0,24	0,32
Ankazomborona	0,38	0,14	0,28
Ankovana	0,41	0,21	0,32
Antenina	0,39	0,16	0,29
Antsatrana	0,47	0,30	0,40
Antsotsomy	0,45	0,69	0,55
Bedara	0,43	0,29	0,37

Niveau d'hierarchisation des composantes de l'analyse de risque



- Risque

Après agrégation des composantes du risque de mort sur pied, le niveau de risque des 12 villages varie d'intermédiaire à basse. Ainsi globalement, les mangroves de la Baie d'Ambaro ne sont pas à l'heure actuelle confronté au risque de mort sur pied. Toutefois, il est nécessaire de faire attention et essayer de toujours augmenter la capacité des gestionnaires parce que certains villages ont un niveau d'exposition très élevé (Andranofotsy et Anjiabe) et niveau de danger bas comme pour le village d'Ambatoaranana, Antsotsomy, Anjiabe et Ankazomborona.

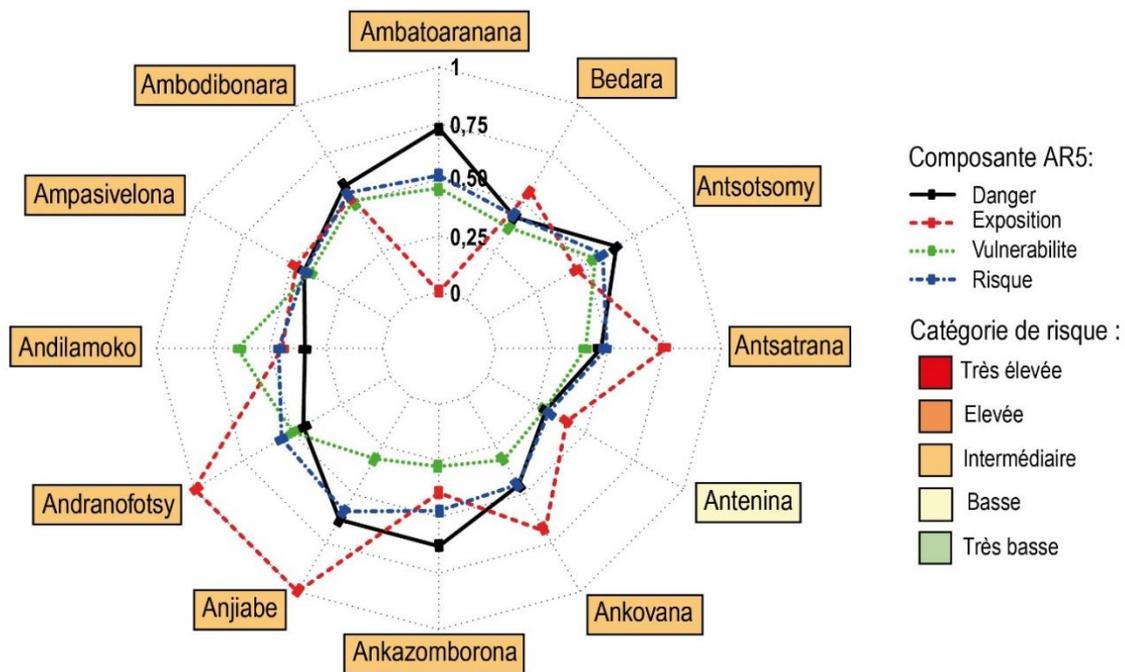


Figure 35 : Radar montrant les composants du risque de mort sur pied des mangroves

#### 4.3.3.2. Analyse de risque d'ensablement des mangroves

- Danger

Pour le risque d'ensablement des mangroves, le niveau de danger connaît une très grande variabilité. Au total, 07 villages ont un niveau de danger élevé (Ankovana, Antsatrana, Antsotsomy, Besara, Ankazomborona et Ambodibonara) à très élevé (Ambatoaranana). Face au risque d'ensablement, ces villages sont en danger parce que les conditions climatiques pouvant conduire à des érosions (éolienne et hydrique) y sont présentes. Pour les villages d'Andilamoko, Andranofotsy, Antenina et Ampasivelona, l'augmentation de la précipitation journalière, de la température et de l'intensité du vent sont les plus faibles ; d'où le niveau de danger au risque d'ensablement très bas à bas.

Tableau 35 : Danger par rapport au risque d'ensablement des mangroves

Village	Danger
Ambatoaranana	0,85
Ambodibonara	0,63
Ampasivelona	0,36
Andilamoko	0,16
Andranofotsy	0,25
Anjiabe	0,59
Ankazomborona	0,68
Ankovana	0,73

Village	Danger
Antenina	0,29
Antsatrana	0,72
Antsotsomy	0,72
Bedara	0,72

Niveau d'hierarchisation des composantes de l'analyse de risque



- Vulnérabilité

Les villages de la Baie d'Ambaro ont une vulnérabilité des mangroves très variable face au risque d'ensablement, mais ne dépassent pas le seuil de vulnérabilité élevé. Les villages d'Ampasivelona (0,35) et d'Antenina (0,36) sont les moins vulnérables avec un niveau de vulnérabilité bas. Si, les villages d'Andilamoko (0,67) et d'Andranofotsy (0,60) sont les plus vulnérables. Concernant la sous-composante sensibilité, la majorité des villages ont une sensibilité intermédiaire à bas, sauf le village d'Andilamoko qui a un niveau de sensibilité élevé. Pour les villages les plus sensibles, à savoir : Andilamoko, Andranofotsy et Ambatoaranana, cette sensibilité est liée à une faible capacité de régénération des mangroves, une faible productivité de graine et un faible couverture végétale des terres en amont des mangroves. Pour Ankovana et Anjiabe qui ont un niveau de sensibilité intermédiaire, la sensibilité est liée à la proportion élevée des mangroves claires et très claires par rapport aux mangroves très denses. Contrairement à la sensibilité, une grande partie des villages de la Baie d'Ambaro a une capacité intermédiaire à élevée. La moitié des villages (Ambatoaranana, Andilamoko, Antsotsomy, Andranofotsy, Antsatrana et Ankovana) ont un niveau de capacité face à l'ensablement élevé. Le point commun entre ces villages est l'inexistence d'aménagement agricole dans les terres en amont des mangroves. En effet, dans les autres villages le paysage est dominé par des grandes et moyennes parcelles agricoles, principalement des cannes à sucre. Ces parcelles agricoles jouent le rôle de couverture permanente ou temporaire du sol diminuant le risque d'érosion qui est la principale cause de l'ensablement. Pour Ambatoaranana, Andilamoko, Andranofotsy et Antsotsomy, cette incapacité à faire face à l'effet de l'ensablement est aggravée par un taux de réussite faible ou même l'inexistence de campagne de restauration des mangroves. Ces résultats suggèrent que les mangroves de la baie d'Ambaro ne sont pas sensibles au risque d'ensablement, mais il est préférable d'augmenter la capacité de l'écosystème et des gestionnaires pour atténuer la vulnérabilité face à ce risque.

**Tableau xx** : Vulnérabilité par rapport au risque d'ensablement des mangroves

Village	Sensibilité	Capacité	Vulnérabilité
Ambatoaranana	0,45	0,76	0,58
Ambodibonara	0,34	0,44	0,38
Ampasivelona	0,34	0,35	0,35
Andilamoko	0,61	0,77	0,67
Andranofotsy	0,53	0,69	0,60
Anjiabe	0,43	0,51	0,46

Village	Sensibilité	Capacité	Vulnérabilité
Ankazomborona	0,36	0,55	0,44
Ankovana	0,43	0,64	0,52
Antenina	0,37	0,35	0,36
Antsatrana	0,39	0,66	0,50
Antsotsomy	0,32	0,70	0,48
Bedara	0,34	0,59	0,45

Niveau d'hierarchisation des composantes de l'analyse de risque



• Risque

Face au risque d'ensablement, la moitié des villages ont un niveau de risque élevé. Pour la plupart, c'est le niveau de danger qui est élevé (Ambatoaranana, Bedara, Antsotsomy, Antsatrana et Ankovana). Mais pour le cas d'Anjiabe, c'est l'association d'un niveau très élevé d'exposition et d'un niveau de danger intermédiaire. Ainsi, les aléas climatiques conduisant à l'ensablement des mangroves sont présents dans une partie de la Baie d'Ambaro. Pour les villages où le danger est encore de niveau bas à intermédiaire, mais l'exposition et la vulnérabilité sont au niveau élevé (Andilamoko et Andranofotsy), il faut faire très attention parce qu'une augmentation du danger peut conduire ces villages à des risques d'ensablement élevé ou même très élevé. Antenina et Ampasivelona sont les villages qui sont en bonne condition face à ce risque d'ensablement avec tous les composants du risque au niveau intermédiaire et bas.

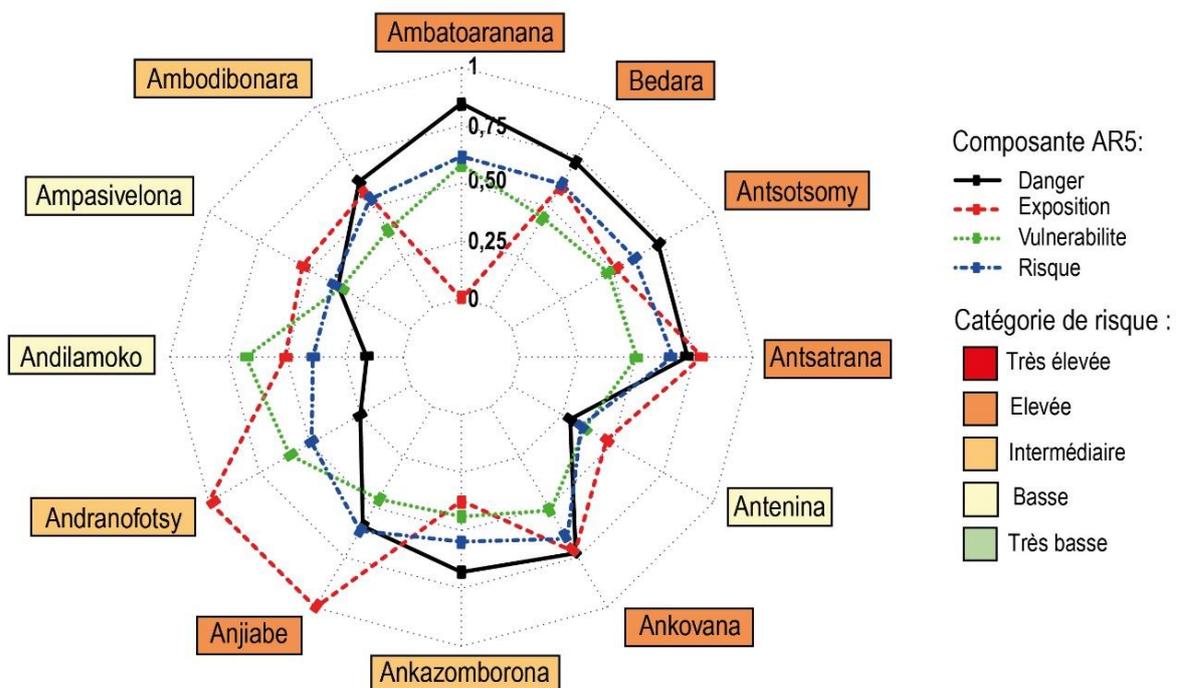


Figure 36 : Radar montrant les composants du risque d'ensablement des mangroves

#### 4.3.3.3. Analyse de risque d'appauvrissement spécifique des mangroves

- Danger

L'appauvrissement spécifique des mangroves est lié à la mort des espèces vulnérables à l'augmentation de la salinité et l'ensablement. Les paramètres climatiques impliqués sont les mêmes que celles utilisées pour le risque d'ensablement, mais la différence réside dans la pondération de ces paramètres. Ainsi, les valeurs sont différentes, mais la tendance reste la même. Ambatoaranana (0,64) est le village le plus en danger face à la mort des espèces les plus vulnérables. Et les villages d'Antenina (0,31), Andranofotsy (0,35) et Andilamoko (0,36) sont les moins exposés aux dangers.

Tableau 36 : Danger par rapport au risque d'appauvrissement spécifique des mangroves

Village	Danger
Ambatoaranana	0,64
Ambodibonara	0,56
Ampasivelona	0,42
Andilamoko	0,36
Andranofotsy	0,35
Anjiabe	0,53
Ankazomborona	0,49
Ankovana	0,49
Antenina	0,31
Antsatrana	0,59
Antsotsomy	0,60
Bedara	0,60

Niveau d'hierarchisation des composantes de l'analyse de risque



- Vulnérabilité

La vulnérabilité des 12 villages par rapport à l'appauvrissement spécifique est majoritairement au niveau intermédiaire. Seul le village d'Andilamoko (0,63) à une vulnérabilité élevée. Concernant la sous-composante sensibilité, tous les villages ont un niveau de sensibilité bas à intermédiaire c'est-à-dire que les mangroves de la Baie d'Ambaro ne sont pas vraiment sensibles par rapport au risque d'appauvrissement spécifique des mangroves. Globalement, la sensibilité est liée à la densité des espèces les plus vulnérables comme pour Andilamoko, Antsatrana, Antenina et Ampasivelona. Ainsi, les mangroves de ces villages sont dominées par les espèces vulnérables à l'ensablement (*Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Xylocarpus granatum* et *Heritiera littoralis*) et l'augmentation de la salinité (*Heritiera littoralis* et *Xylocarpus granatum*). La capacité quant à elle

connait une plus grande variabilité allant de basse à élevée. Toutefois, plus de la moitié des villages ont un niveau de capacité à faire face à l'appauvrissement spécifique élevé. Du fait que l'appauvrissement spécifique est en une partie liée à l'ensablement. La première raison pour laquelle ces villages ont une capacité élevée est l'inexistence d'aménagement agricole dans les terres en amont des mangroves. Il est aussi nécessaire de noter que les villages d'Ampasivelona et d'Antenina ont un niveau de capacité bas. En addition à l'existence de grande et moyenne parcelle agricole dans ces villages jouant un rôle anti-érosif, cette situation est essentiellement due au faible taux de déforestation des mangroves et le nombre d'années de fonctionnement élevé des CLB traduisant leurs maturités dans la gestion des ressources. En somme, les mangroves ne sont pas encore sensibles par rapport au risque d'appauvrissement spécifique, mais le problème réside dans la capacité à surmonter ces sensibilités.

Tableau 37 : Vulnérabilité par rapport au risque d'appauvrissement spécifique des mangroves

Village	Sensibilité	Capacité	Vulnérabilité
Ambatoaranana	0,37	0,74	0,50
Ambodibonara	0,44	0,47	0,45
Ampasivelona	0,47	0,37	0,44
Andilamoko	0,58	0,74	0,63
Andranofotsy	0,45	0,66	0,52
Anjiabe	0,38	0,52	0,43
Ankazomborona	0,42	0,57	0,47
Ankovana	0,46	0,66	0,53
Antenina	0,49	0,36	0,45
Antsatrana	0,54	0,70	0,59
Antsotsomy	0,41	0,68	0,50
Bedara	0,35	0,61	0,44

Niveau d'hierarchisation des composantes de l'analyse de risque



- Risque

Le risque d'appauvrissement spécifique varie aussi du niveau élevé au niveau bas. La majorité des villages (10/12), ont un niveau de risque intermédiaire. En général, pour 07 villages (Antsotsomy, Bedara, Ambatoaranana, Ambodibonara, Ampasivelona, Andilamoko et Ankazomborona), tous les composants du risque s'équilibrent au niveau intermédiaire. Le village d'Antsatrana est le plus risqué (0,62) du fait que les composants du risque d'appauvrissement spécifique ont un niveau élevé. Antenina est le village le moins risqué face à l'appauvrissement spécifique vu que pour ce village, le niveau des composants du risque varie d'intermédiaire à bas. Les villages à niveau très élevé d'exposition (Andranofotsy, Anjiabe et Ankovana) sont potentiellement risqués à l'avenir si le niveau de danger augmente.

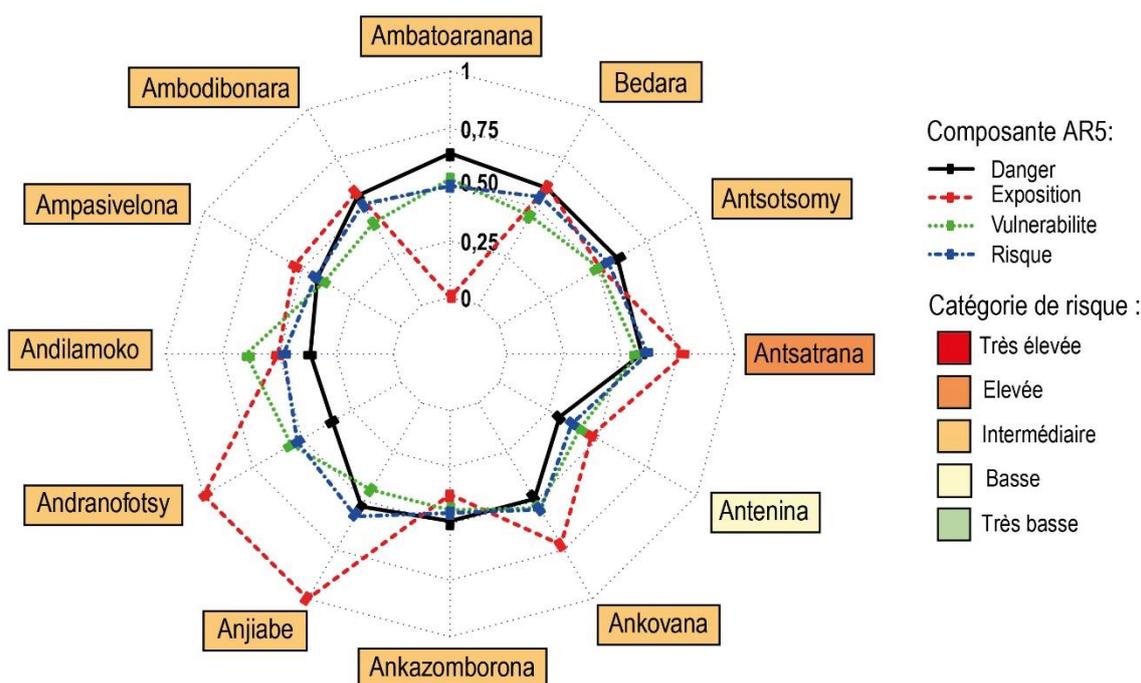


Figure 37 : Radar montrant les composants du risque d'appauvrissement spécifique des mangroves

#### 4.3.3.4. Analyse de risque de recul des mangroves

- Danger

Le recul des mangroves est un phénomène étroitement lié à l'élévation du niveau de la mer, mais qui est seulement aggravé par l'augmentation de la température. Ainsi, les 12 villages sont divisés en deux : i) d'un côté ceux avec un niveau de danger élevé (Ambatoaranana, Antsatrana, Bedara, Ambodibonara, Anjiabe, Ampasivelona et Antenina) où la population a perçu une importante élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la température est maximum ; et d'un autre côté ceux avec un niveau de danger intermédiaire (Ankazomborona, Antsatsomy, Ankovana, Andilamoko et Andranofotsy) où la population n'a pas vraiment constaté une augmentation du niveau de la mer et l'augmentation de la température sont minimums.

Tableau 38 : Danger par rapport au risque de recul des mangroves

Village	Danger
Ambatoaranana	0,77
Ambodibonara	0,72
Ampasivelona	0,65
Andilamoko	0,54
Andranofotsy	0,58
Anjiabe	0,70
Ankazomborona	0,42

Ankovana	0,43
Antenina	0,65
Antsatrana	0,73
Antsotsomy	0,42
Bedara	0,73

Niveau d'hierarchisation des composantes de l'analyse de risque



- Vulnérabilité

Pour la vulnérabilité des mangroves de la Baie d'Ambaro face au risque de recul des mangroves, les 12 villages considérés dans l'analyse présentent un niveau de vulnérabilité majoritairement bas. Parmi les 12, 04 villages (Ambatoaranana, Ampasivelona, Andranofotsy et Ankovana) ont un niveau de vulnérabilité intermédiaire. Les deux sous-composantes de la vulnérabilité présentent de très grandes variabilités. Pour la sous-composante sensibilité cela varie de bas pour Antsatrana (0,22) à élevé pour Ampasivelona. Ampasivelona est aussi le seul village avec un niveau de sensibilité élevé. Cette situation est due au fait que par rapport à tous les villages, c'est à Ampasivelona que l'on a rencontré le plus grand recul de mangrove durant les 20 dernières années. Pour Ankovana qui a une valeur de 0,51, la sensibilité est liée à une faible capacité de régénération des mangroves et la proportion élevée de mangroves dégradées. Pour Andranofotsy (0,48) qui a aussi un niveau de sensibilité intermédiaire, cette sensibilité est surtout due à l'association d'une faible production de graine, la faible capacité de régénération et une faible densité des mangroves. Pour la sous-composante capacité, deux villages ont un niveau de capacité très bas (Ankazomborona et Antenina) qui est peut-être expliqué par l'association d'un taux de réussite de restauration élevé, d'un taux de déforestation des mangroves très faible et une CLB fonctionnelle depuis plus de 10 ans. Ambatoaranana a un niveau de capacité très élevé qui est due à l'inexistence de campagne de restauration des mangroves, un taux de déforestation des mangroves élevé et une CLB en cours de redressement. Ainsi, les mangroves de la Baie d'Ambaro ne sont pas encore très vulnérables au risque de recul. Pour minimiser davantage cette vulnérabilité, des actions sont encore nécessaires dans le renforcement de capacité de l'écosystème et des gestionnaires.

Tableau 39 : Vulnérabilité par rapport au risque de recul des mangroves

Village	Sensibilité	Capacité	Vulnérabilité
Ambatoaranana	0,38	0,96	0,58
Ambodibonara	0,38	0,29	0,35
Ampasivelona	0,68	0,20	0,51
Andilamoko	0,28	0,41	0,33
Andranofotsy	0,48	0,39	0,45
Anjiabe	0,39	0,21	0,33
Ankazomborona	0,34	0,10	0,25
Ankovana	0,51	0,22	0,41

Village	Sensibilité	Capacité	Vulnérabilité
Antenina	0,29	0,17	0,25
Antsatrana	0,22	0,41	0,29
Antsotsomy	0,32	0,49	0,38
Bedara	0,23	0,21	0,23

Niveau d'hierarchisation des composantes de l'analyse de risque



• Risque

Le niveau risque de recul des mangroves varie du niveau élevé à bas. Pour les 12 villages la vulnérabilité pour ce risque varie d'intermédiaire à bas et le danger d'élevé à intermédiaire, c'est-à-dire de moindre variation. Ainsi, le niveau de risque dépend essentiellement de l'exposition. Le risque est de niveau bas pour Ankazomborona (le moins exposé) et de niveau élevé pour Andranofotsy et Anjiabe (les plus exposés). Ainsi, pour ces 02 villages, il est nécessaire de rechercher d'autres activités économiques qui n'ont pas de lien étroit avec l'écosystème de mangrove pour réduire ce niveau d'exposition critique.

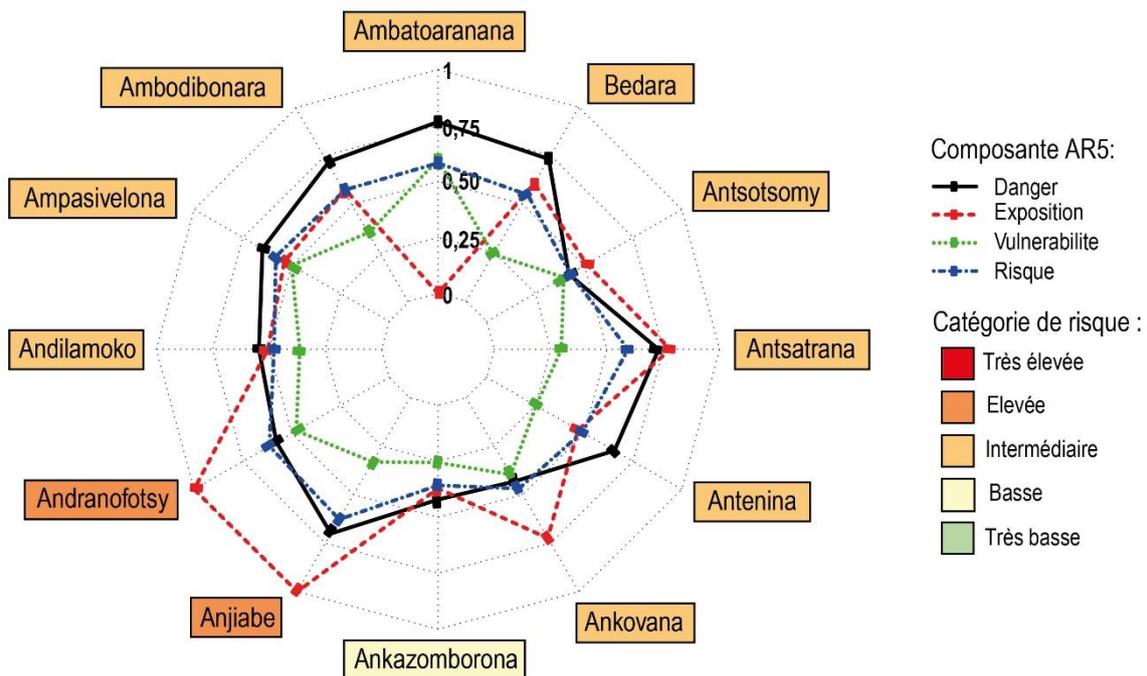


Figure 38 : Radar montrant les composants du risque de recul des mangroves

#### 4.3.3.5. Risque climatique global de l'écosystème de mangrove de la Baie d'Ambaro

Dans ce paragraphe, le niveau des 04 risques est comparé pour les 12 villages. Ainsi, pour tous les villages, aucun risque ne dépasse le seuil de risque très élevé. Le village d'Antenina est le moins risqué avec 03 risques (ensablement, appauvrissement spécifique et mort sur pied) au niveau bas et 01 risque (recul) au niveau intermédiaire. Anjiabe est le plus risqué avec les 04 risques se trouvant au niveau du seuil de risque élevé. Le risque d'ensablement dépasse le niveau élevé dans 06 villages (Ambatoaranana, Anjiabe, Ankovana, Bedara, Antsotsomy et Antsatrana) ; le risque de recul dépasse ce seuil pour 02 villages (Anjiabe et Andranofotsy) ; 01 village (Antsatrana) pour le risque d'appauvrissement spécifique et aucun village n'atteint ce seuil pour le risque de mort sur pied. Le risque d'ensablement est dans la zone basse pour 03 villages (Antenina, Ampasivelona et Andilamoko) ; si les risques 03 autres risques n'est dans cette zone (niveau bas) que pour un village (Antenina pour le risque de mort sur pied et d'appauvrissement spécifique ; et Ankazomborona pour le risque de recul des mangroves). Toutefois, pour aucun village, aucun risque n'est dans la zone de risque très bas.

D'après ces résultats, les mangroves de la Baie d'Ambaro ont des niveaux de réponse différents suivant chaque risque. C'est-à-dire qu'il y a une variabilité pour les 03 composants du risque (Danger, Vulnérabilité et Exposition) à l'échelle de cette baie. Ainsi, il est toute à fait possible de faire face à cette variabilité des dangers en renforçant la vulnérabilité, mais aussi essayer de rechercher d'autres activités économiques qui n'ont pas de dépendance directe à l'écosystème de mangrove afin de diminuer l'exposition. Pour cela, il faut que chaque village prenne les bonnes pratiques de chacun en termes de gestion et aménagement du paysage.

Tableau 40 : Moyenne des composantes de risque pour les 04 risques considérés

Village	Danger moyen	Exposition moyenne	Vulnérabilité moyenne	Risque moyen
Ambatoaranana	0,74	0,00	0,54	0,55
Ambodibonara	0,62	0,58	0,42	0,54
Ampasivelona	0,47	0,54	0,41	0,46
Andilamoko	0,35	0,51	0,58	0,45
Andranofotsy	0,40	1,00	0,53	0,55
Anjiabe	0,61	1,00	0,39	0,60
Ankazomborona	0,55	0,37	0,35	0,46
Ankovana	0,53	0,72	0,44	0,53
Antenina	0,39	0,47	0,33	0,38
Antsatrana	0,63	0,78	0,44	0,59
Antsotsomy	0,60	0,51	0,48	0,54
Bedara	0,62	0,61	0,38	0,53

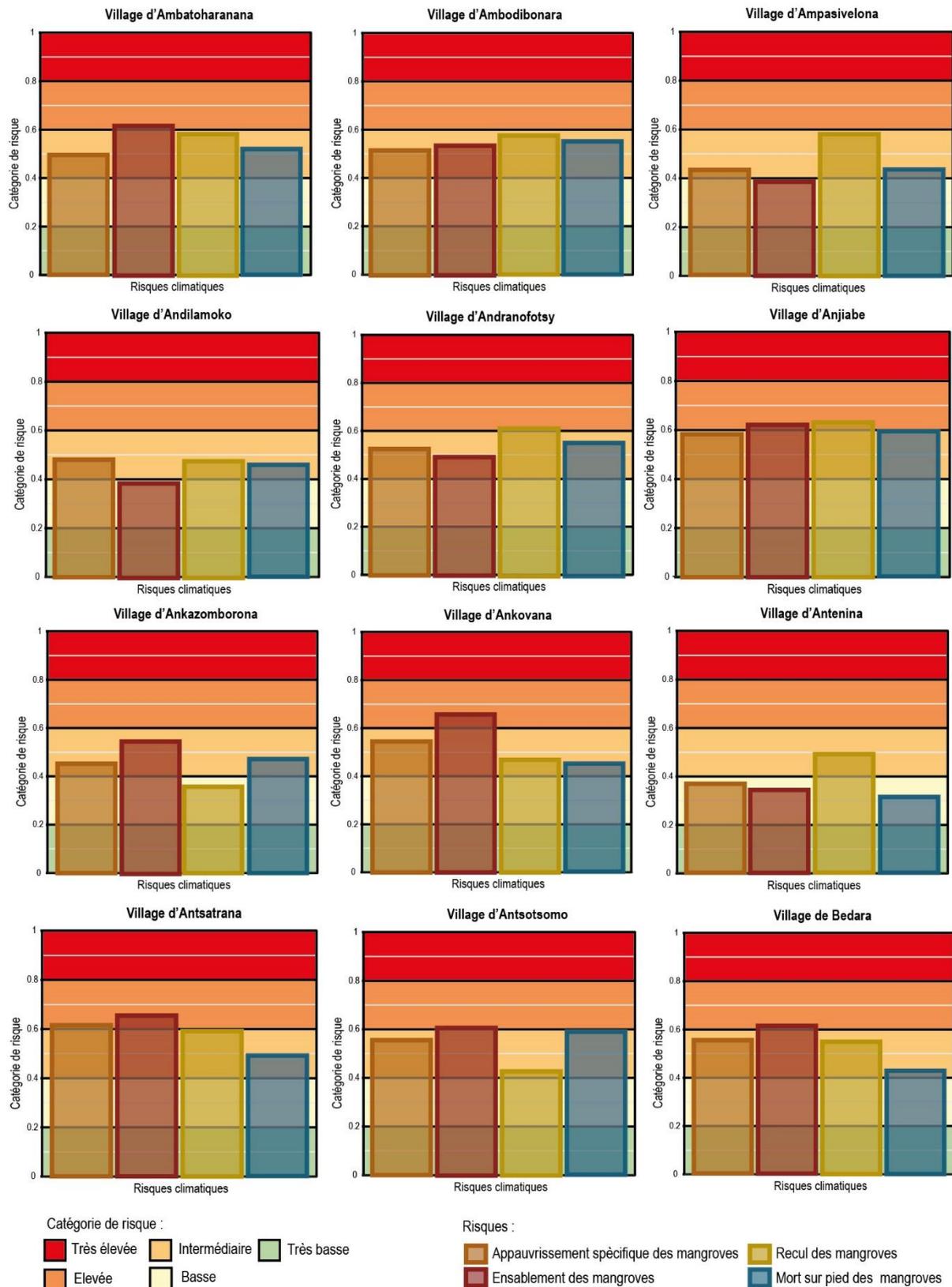


Figure 39 : Comparaison des niveaux de risque des mangroves pour les 12 villages

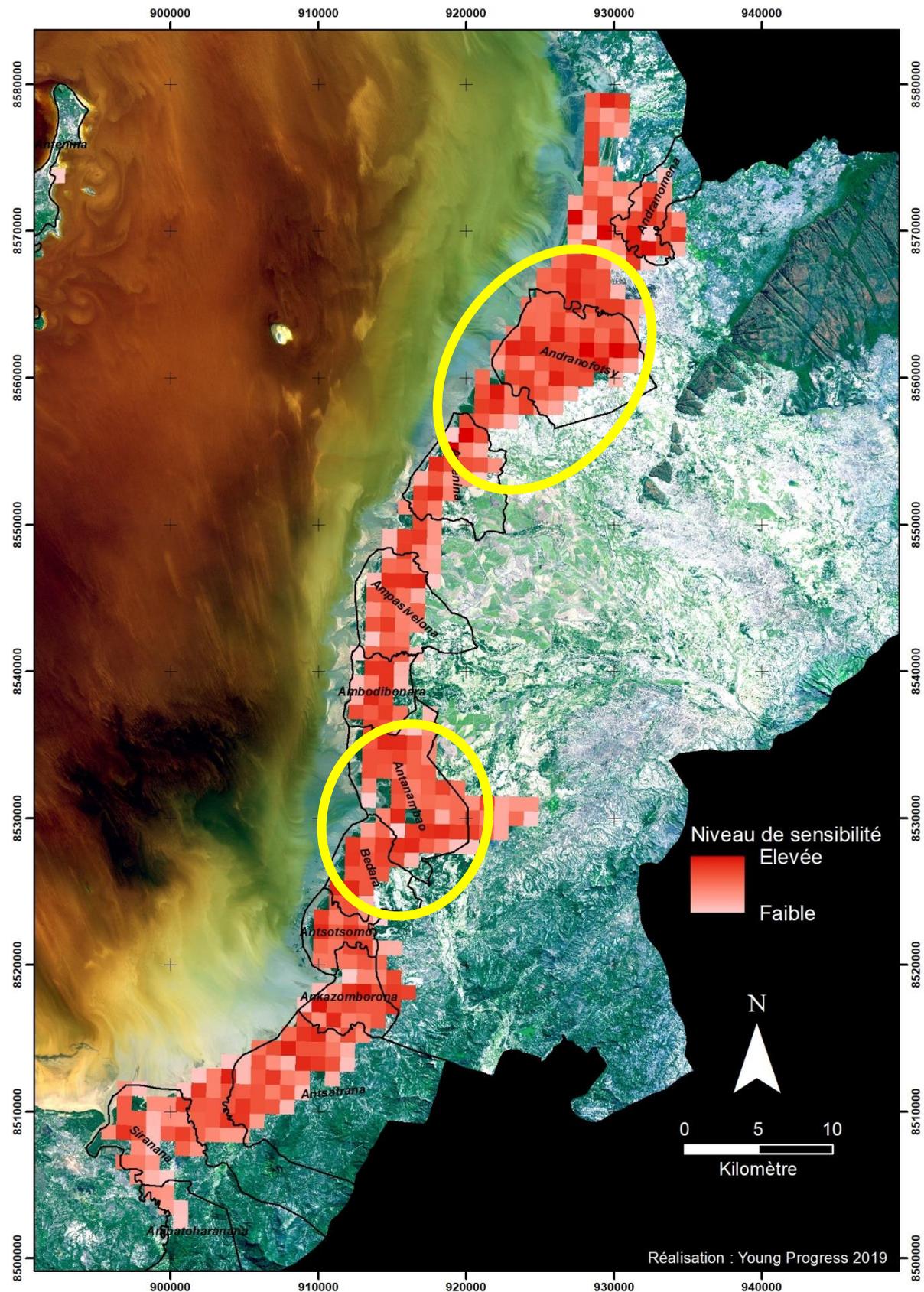
#### 4.3.4. Situation des zones sensibles

En tenant à la fois compte de ces différents risques et de ces différentes composantes de sensibilité, de capacité et de vulnérabilité, ils ne sont pas uniformément répartis dans l'ensemble du paysage. Les zones sensibles ont été ainsi définies pour déterminer les priorités d'intervention dans l'ensemble du paysage. Toutefois, l'ensemble des indicateurs ne peuvent tous être à caractère spatial vu leur nature et leurs caractéristiques. La modélisation proposée tient ainsi uniquement en considération les variables spatiales et de ce fait, leur limite est déterminée par les variables composites.

Les zones sensibles sont ainsi définies par les variables suivantes :

- Les caractéristiques écologiques des différentes classes de mangrove intégrant leurs caractéristiques écologiques comprenant à la fois leur facteur de sensibilité, de vulnérabilité et d'exposition (étendue des mangroves, régénération par classe, richesse spécifique, abondance relative)
- Les zones à forte déforestation dans l'hypothèse où les zones déforestées et leurs abords sont très exposées à des éventuelles pressions anthropiques.
- Les zones d'extension des mangroves comme celles obtenues à partir de la migration des mangroves vers la mer qui représentent des zones de conservation potentielles améliorant ainsi la résilience des mangroves,
- Les zones démontrant une tendance des paramètres climatiques écartant à la normale de l'ensemble de la zone c'est-à-dire les zones ayant démontré une tendance des températures maximales et minimales élevées, les zones à faible intensité de précipitation au cours des 30 dernières années, les zones à forte exposition du vent et des vagues au niveau du littoral,
- Les zones d'affluents des grandes rivières qui sont sensiblement exposées au phénomène climatique extrême comme l'inondation à l'issue d'un cyclone ou des pluies intenses en amont.
- Les zones à proximité des villages qui sont très exposées aux activités anthropiques pour des usages quotidiens
- Les abords des limites des mangroves qui sont également très exposées aux activités anthropiques de par leur facilité d'accessibilité.

En superposant l'ensemble de ces couches spatiales, l'analyse montre une répartition très disparate des zones à haut niveau de sensibilité dans l'ensemble du paysage de mangrove. Pourtant, deux zones démontrent une concentration très importante des zones à sensibilité élevée dans le paysage de baie d'Ambaro à savoir les lots de Mangrove dans et autour du site d'Andranofotsy et les lots de mangrove dans les sites d'Antanambao et Bedara.



Carte 14 : Zones sensibles au niveau du paysage de mangroves de la Baie d'Ambaro

#### 4.4. Situation des risques sur les moyens de subsistance par rapport aux dangers climatiques

##### 4.4.1. Vulnérabilité – sensibilité

###### 4.4.1.1. Secteur agricole

Afin de mieux apprécier les risques sur les activités de subsistance de la population, l'analyse s'est surtout focalisée sur les cultures prioritaires des agriculteurs dans la région à savoir, la riziculture, la culture de canne à sucre et la culture de manioc. La démarche suivie a tenu ainsi en compte les facteurs susceptibles d'augmenter la sensibilité des activités dont, le rendement, la superficie cultivée, le besoin en eau de la culture et le mode d'acquisition des terres. D'une manière globale, la sensibilité du secteur agricole au niveau de la baie d'Ambaro est évaluée à « Moyenne ». Par ailleurs, en comparant la sensibilité des activités agricoles par Fokontany, les résultats de l'analyse révèlent que les localités d'Andranofotsy, d'Ambatoaranana et d'Andilamoko sont plus sensibles.

Pour la riziculture, les localités d'Andranofotsy, d'Ambatoaranana et d'Andilamoko demeurent les plus sensibles au vu des faibles rendements et des superficies cultivées. De plus, la majorité des cultivateurs dans ces zones optent plutôt pour le métayage et/ou le fermage pour s'approprier de nouveaux terrains agricoles. Dans un tel contexte, avec l'insuffisance de la précipitation, la riziculture devient de plus en plus sensible. Pour la culture de canne à sucre, les localités de Bedara, d'Ambodibonara et d'Anjiabe constituent les sites les plus sensibles. Les facteurs de sensibilité de l'activité restent à priori les mêmes que mentionné plus haut. Enfin, pour la culture de manioc, les localités d'Ambodibonara et d'Antenina figurent parmi les sites les plus sensibles. Pour ces deux localités, le faible rendement mais surtout la superficie des terrains cultivés constituent les principaux facteurs de sensibilité. En somme, la sensibilité des cultures principales étudiées peut être évaluée à moyenne et dont les Fokontany d'Anjiabe, d'Antsatrana et d'Antenina figurent parmi les localités les moins sensibles.

Tableau 41 : Sensibilité du secteur agricole

Fokontany	VULNERABILITE-SENSIBILITE [0-1]			
	Riz	Canne à sucre	Manioc	Globale
Andranofotsy	0,81	0,55	0,31	<b>0,68</b>
Ambatoaranana	0,66	0,5	0,5	<b>0,60</b>
Andilamoko	0,6	0,58	0,45	<b>0,58</b>
Ambodibonara	0,49	0,59	0,77	<b>0,55</b>
Bedara	0,49	0,67	0,56	<b>0,55</b>
Ankazomborona	0,5	0,5	0,5	<b>0,50</b>
Ankorera	0,5	0,5	0,5	<b>0,50</b>
Ampasivelona	0,54	0,48	0,21	<b>0,49</b>
Antsotsomo	0,41	0,55	0,55	<b>0,47</b>
Antenina	0,51	0,24	0,74	<b>0,45</b>
Antsatrana	0,39	0,53	0,53	<b>0,45</b>
Anjiabe	0,23	0,59	0,51	<b>0,37</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,51</b>	<b>0,52</b>	<b>0,51</b>	<b>0,52</b>

###### 4.4.1.2. Secteur pêche

La sensibilité du secteur pêche a été appréciée à travers les quatre types de produits fréquemment pêchés par les populations locales. Comme l'hypothèse de risque associée à ce secteur concerne la perte financière des communautés de pêcheurs, les facteurs de sensibilité utilisés pour chaque spéculation étudiée ont été : la

capture journalière, le prix des produits et le revenu ménager. D'une manière globale, le secteur pêche est évaluée à « moyenne » pour la zone de Baie d'Ambaro. Par ailleurs, le secteur se révèle plus sensible pour certains sites à l'instar des localités d'Ampasivelona, d'Andilamoko, de Bedara et d'Antenina à cause notamment des faibles captures journalières. Plus spécifiquement pour la pêche de poisson, les localités d'Andilamoko, d'Ampasivelona et d'Antsatrana sont les plus sensibles et au niveau desquels les ménages ont de très faible revenu alors que les captures journalières ne cessent de baisser. Pour la pêche de crabe et de crevette, les localités de Bedara et d'Ampasivelona figurent parmi les Fokontany les plus sensibles. En effet, même si le prix de ces produits semblent en hausse sur le marché local, la chute des captures journalières, et le revenu issu des autres activités n'arrivent pas à combler les pertes, raison pour laquelle l'activité devient de plus en plus sensible. Pour la pêche de chivaquine, comme 5% de la population seulement s'adonnent à cette activité, elle reste peu sensible au changement climatique à l'exception de quelques sites pratiquants. En comparant la moyenne de la sensibilité de chaque type d'activité, la pêche de poisson figure parmi les plus sensibles, viennent ensuite la pêche de crevette et de crabe.

Tableau 42 : Sensibilité du secteur pêche

Fokontany	VULNERABILITE0SENSIBILITE [001]				
	Poisson	Crabe	Crevette	Chivaquine]	Globale
Ampasivelona	0,82	0,86	0,89	0	<b>0,76</b>
Andilamoko	0,83	0,53	0,44	0,81	<b>0,69</b>
Bedara	0,57	0,82	0,90	0,63	<b>0,69</b>
Antenina	0,70	0,69	0,61	0,50	<b>0,66</b>
Ambodibonara	0,63	0,96	0	0	<b>0,51</b>
Ankorera	0,77	0	0,62	0	<b>0,51</b>
Antsatrana	0,80	0,08	0,32	0,11	<b>0,49</b>
Anjiabe	0,78	0	0,27	0	<b>0,44</b>
Andranofotsy	0,13	0,42	0,61	0	<b>0,27</b>
Antsotsomo	0,21	0,20	0,39	0,16	<b>0,24</b>
Ankazomborona	0,17	0	0,40	0	<b>0,17</b>
Ambatoaranana	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,53</b>	<b>0,38</b>	<b>0,45</b>	<b>0,18</b>	<b>0,45</b>

#### 4.4.1.3. Secteur élevage

Pour le secteur élevage, compte tenu de l'importance de l'élevage bovin dans la zone, l'analyse de la sensibilité s'est surtout focalisée sur cette activité. Deux indicateurs ont été utilisés pour évaluer le niveau de sensibilité du secteur à savoir, l'éloignement des zones de pâturage c'est-à-dire les distances moyennes entre les zones de pâturage antérieures et actuelles et, la proportion des éleveurs ayant constaté la propagation de maladies sur leurs troupeaux. A première vue, le secteur est peu sensible aux perturbations climatiques actuelles par rapport à la sensibilité globale calculée. En comparant les sensibilités calculées pour chaque site, la localité d'Andilamoko paraît être l'unique site sensible à l'insuffisance d'eau et la sécheresse. Les autres localités restent ainsi peu sensibles à cet aléa. En ce qui concerne les facteurs de sensibilité, les maladies de bovidés n'ont été enregistrées que dans quatre sites surtout à Antenina et Ampasivelona. Quant à l'éloignement des zones de pâturage, cette situation a été notamment ressentie au niveau des sites d'Andilamoko et d'Andranofotsy. Bref, malgré les effets ressentis du changement climatique, l'étendue des impacts demeure faible raison pour laquelle le secteur d'activité reste peu sensible.

Tableau 43 : Sensibilité du secteur élevage

Fokontany	VULNERABILITE0SENSIBILITE [001]		
	Maladies	Eloignement zone de pâturage	Globale
Andilamoko	0,60	0,79	0,70
Andranofotsy	0	1,00	0,50
Antenina	1,00	0	0,50
Ampasivelona	0,80	0	0,40
Bedara	0	0,49	0,25
Ambatoaranana	0,40	0	0,20
Ambodibonara	0	0	0
Anjiabe	0	0	0
Ankazomborona	0	0	0
Ankorera	0	0	0
Antsatrana	0	0	0
Antsotsomo	0	0	0
<b>Moyenne</b>	<b>0,23</b>	<b>0,19</b>	<b>0,21</b>

#### 4.4.2. Vulnérabilité – capacité

##### 4.4.2.1. Secteur agricole

La capacité des agriculteurs à s'adapter au changement climatique a été évaluée à travers d'une part, leurs capacités à diversifier les cultures et d'autre part, leurs capacités à promouvoir de nouvelles cultures résilientes aux dangers ressentis. Compte tenu de la faible proportion des agriculteurs adoptant de nouvelles cultures pour faire face au déficit en eau, la capacité d'adaptation est évaluée à faible. En effet, sur les 12 localités faisant l'objet d'enquête, quelques ménages au niveau de huit sites seulement commencent à diversifier leurs activités et dont 13% d'entre eux pratiquent des cultures résilientes à la sécheresse. Néanmoins, la capacité de certains ménages cultivateurs à faire face au stress hydrique est pourtant assez remarquable au niveau des localités d'Ampasivelona, Ambodibonara et Andranofotsy, au niveau desquels, plus de 20% commencent à pratiquer de cultures plus novatrices. Les nouvelles cultures concernent plus particulièrement : la brède, le cacao, le café, le coco, le coton, l'igname, la tomate et la vanille. Par rapport au nombre de pratiquant, le cacao et le coton s'affichent comme étant les cultures les plus vulgarisées. En somme, bien que bon nombre de cultures sont promues au niveau de certaines zones, la faible proportion des pratiquants réduit fortement la capacité d'adaptation.

Tableau 44 : Capacité d'adaptation du secteur agricole

Fokontany	VULNERABILITE-CAPACITE D'ADAPTATION [0-1]		
	Diversification de culture	Cultures résilientes	Globale
Ampasivelona	0	0	0
Ambodibonara	0,4	0,1	0,25
Andranofotsy	0,4	0,6	0,50
Andilamoko	0,5	0,7	0,60
Anjiabe	0,7	0,7	0,70
Bedara	0,8	0,9	0,85

Fokontany	VULNERABILITE-CAPACITE D'ADAPTATION [0-1]		
	Diversification de culture	Cultures résilientes	Globale
Antenina	0,8	1	<b>0,90</b>
Antsatrana	0,9	0,9	<b>0,90</b>
Ambatoaranana	1	1	<b>1,00</b>
Ankazomborona	1	1	<b>1,00</b>
Ankovana	1	1	<b>1,00</b>
Antsotsomo	1	1	<b>1,00</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,71</b>	<b>0,74</b>	<b>0,73</b>

#### 4.4.2.2. Secteur pêche

Pour le secteur pêche, les indicateurs retenus pour l'évaluation de la capacité d'adaptation de la population sont la proportion des pêcheurs pratiquant d'autres activités plus rentables pour combler les pertes dues à la baisse des captures journalières et le revenu issu des activités promues. D'une manière générale, les communautés de pêcheurs dans la région ont un faible capacité d'adaptation à la baisse de production au vu des revenus issus des nouvelles activités promues. En effet, même si certains ménages pratiquent des activités plus rentables, celle-ci n'arrive pas à combler les pertes annuelles ressenties. Sur toutes les communautés de pêcheur enquêtées, les localités d'Ankazomborona et d'Antsatrana sont les seuls Fokontany à avoir une stratégie d'adaptation assez convenable pour faire face à la chute des prises journalières. Pour l'ensemble des communautés de pêcheur au niveau de la baie d'Ambaro, les stratégies adoptées concernent plus particulièrement la culture de brèdes, la culture de maïs, l'élevage avicole et porcin. Par ailleurs, certains ménages commencent à respecter la saison de fermeture de la période de pêche, conscient de la baisse continue des captures journalières due à la surpêche. Bref, les ménages qui vivent exclusivement de ce secteur sont fortement menacés s'ils ne pratiquent pas à court à moyen termes d'autres activités alternatives de revenu.

Tableau 45 : Capacité d'adaptation du secteur pêche

Fokontany	VULNERABILITE-CAPACITE D'ADAPTATION [0-1]		
	Diversification activités	Revenu	Globale
Ankazomborona	0,5	0	<b>0,25</b>
Antsatrana	0,5	0,48	<b>0,49</b>
Ankorera	0,5	0,69	<b>0,59</b>
Antenina	0,3	0,98	<b>0,64</b>
Andranofotsy	0,7	0,99	<b>0,84</b>
Andilamoko	0,7	1,00	<b>0,85</b>
Ambatoaranana	0,9	1,00	<b>0,95</b>
Ambodibonara	0,9	1,00	<b>0,95</b>
Ampasivelona	0,9	1,00	<b>0,95</b>
Anjiabe	0,9	1,00	<b>0,95</b>
Antsotsomo	0,9	1,00	<b>0,95</b>
Bedara	0,9	1,00	<b>0,95</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,72</b>	<b>0,84</b>	<b>0,78</b>

#### 4.4.2.3. Secteur élevage

Comme le risque étudié sur le secteur élevage se rapporte plus particulièrement à l'élevage bovin, la capacité d'adaptation a été évaluée à travers la capacité des éleveurs à : (i) utiliser des aliments de substitution autres que

le fourrage, (ii) mettre en place un système d'abreuvement des bovidés, (iii) recourir à d'autres types d'élevage plus adaptés à la sécheresse. Au même titre que le secteur agricole et le secteur pêche, les populations locales ont une faible capacité d'adaptation à la sécheresse. D'après les évaluations effectuées, la localité de Bedara est la seule Fokontany ayant une stratégie d'adaptation quasi-adéquate pour faire face à la sécheresse, contrairement aux localités d'Ankazomborona, d'Ankorera et d'Antsatrana, au niveau desquels, aucune stratégie d'adaptation n'a été recensée. D'une manière générale, les stratégies utilisées se résument à l'adoption de nouveau type d'élevage comme l'élevage caprin, ovin et porcin. Pour faire face à l'insuffisance d'eau, seules quelques ménages éleveurs du Fokontany d'Ambodibonara font usage d'un système d'abreuvement des troupeaux. Quant à l'utilisation des aliments de substitution, cette pratique a été toujours répertoriée à Bedara où les communautés utilisent des feuilles de manguiers, de bananiers et de patate douce pour l'alimentation de leurs bétails.

Tableau 46 : Capacité d'adaptation du secteur élevage

Fokontany	VULNERABILITE-CAPACITE D'ADAPTATION [0-1]			
	Autres types d'élevage	Système d'abreuvement	Aliments de substitution	Globale
Bedara	0,32	1	0,25	<b>0,52</b>
Ampasivelona	0,42	1	1	<b>0,65</b>
Andilamoko	0,41	1	1	<b>0,65</b>
Ambatoaranana	1	0	1	<b>0,7</b>
Anjiabe	0,68	1	0	<b>0,71</b>
Ambodibonara	0,68	0,88	1	<b>0,77</b>
Antenina	0,74	1	1	<b>0,85</b>
Andranofotsy	0,79	1	1	<b>0,88</b>
Antsotsomo	0,91	1	1	<b>0,95</b>
Ankazomborona	1	1	1	<b>1</b>
Ankorera	1	1	1	<b>1</b>
Antsatrana	1	1	1	<b>1</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,75</b>	<b>0,99</b>	<b>0,93</b>	<b>0,81</b>

#### 4.4.3. Exposition

##### 4.4.3.1. Secteur agricole

L'exposition pour le secteur agricole correspond à la proportion des ménages qui pratiquent l'agriculture, plus précisément les cultures principales telles que le riz, la canne à sucre et le manioc. Selon les estimations, environ 53% de la population sont exposés aux effets actuels de l'insuffisance de la précipitation et du retard de la saison pluvieuse et dont les sites d'Ampasivelona, d'Andranofotsy et d'Antenina sont les plus exposés au vu du nombre d'agriculteurs dans ces zones. Les localités les moins exposées sont par contre des sites dont le nombre d'agriculteur est relativement faible à l'exemple d'Antsotsomo et d'Antsatrana. Il convient pourtant de préciser que les Fokontany d'Ankazomborona et d'Ankovana ne sont pas exposés aux dangers qui menacent le secteur agricole étant donné que ces localités vivent exclusivement du secteur pêche. Par rapport au type de culture, même si la majorité de la population pratiquent la riziculture, les sites d'Ampasivelona, d'Andranofotsy, de Bedara, d'Anjiabe et d'Ambatoaranana recèlent le plus de cultivateurs. Pour les deux autres cultures prioritaires, les principaux producteurs sont à Ampasivelona et Antenina pour la canne à sucre et, à Andilamoko pour le manioc.

Tableau 47 : Exposition du secteur agricole

Fokontany	EXPOSITION [001]			
	Riz	Canne à sucre	Manioc	Globale
Ampasivelona	1,00	1,00	0,44	<b>0,94</b>
Andranofotsy	1,00	0,40	0,18	<b>0,74</b>
Antenina	0,83	0,66	0,44	<b>0,74</b>
Bedara	1,00	0,22	0	<b>0,67</b>
Andilamoko	0,94	0	1,00	<b>0,66</b>
Anjiabe	1,00	0	0,15	<b>0,62</b>
Ambatoaranana	1,00	0	0	<b>0,60</b>
Ambodibonara	0,94	0	0,28	<b>0,59</b>
Antsotsomo	0,72	0	0	<b>0,43</b>
Antsatrana	0,54	0	0	<b>0,32</b>
Ankazomborona	0	0	0	<b>0</b>
Ankovana	0	0	0	<b>0</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,75</b>	<b>0,19</b>	<b>0,21</b>	<b>0,53</b>

#### 4.4.3.2. Secteur pêche

La proportion des ménages qui pratiquent la pêche a été considérée comme exposition pour le secteur pêche. Environ 42% de la population sont exposées aux impacts du changement climatique sur ce secteur. Par rapport à l'exposition globale calculée, les sites d'Antenina, d'Ankovana, d'Antsotsomo et d'Ankazomborona sont les plus exposés aux aléas qui rendent de plus en plus sensibles le secteur. En considérant le type de produit pêché, 51% de la population sont concernées par la pêche de poissons et dont les localités les plus exposées restent encore les mêmes et les moins exposées, Andranofotsy et Antsatrana. Pour la pêche de crevette, Ankovana, Antsatrana et Ankazomborona figurent parmi les principaux producteurs dont 35% de la population s'adonnent à cette activité. La collecte de crabe est pourtant plus développée au niveau des sites d'Antenina et d'Andranofotsy.

Tableau 48 : Exposition du secteur pêche

Fokontany	EXPOSITION [001]				
	Chivaquine	Crabe	Crevette	Poisson	Globale
Antenina	1,00	1,00	0,43	1,00	<b>0,89</b>
Ankovana	0	0	1,00	0,99	<b>0,70</b>
Antsotsomo	1,00	0,12	0,37	1,00	<b>0,70</b>
Ankazomborona	0	0	0,70	0,85	<b>0,57</b>
Antsatrana	0,47	0,42	0,88	0,19	<b>0,40</b>
Andilamoko	0,35	0,56	0,22	0,31	<b>0,35</b>
Bedara	0,35	0,44	0,14	0,31	<b>0,31</b>
Ampasivelona	0	0,34	0,08	0,44	<b>0,30</b>
Andranofotsy	0	0,80	0,17	0,22	<b>0,30</b>
Anjiabe	0	0	0,08	0,49	<b>0,26</b>
Ambodibonara	0	0,22	0,08	0,37	<b>0,25</b>
Ambatoaranana	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,26</b>	<b>0,33</b>	<b>0,35</b>	<b>0,51</b>	<b>0,42</b>

#### 4.4.3.3. Secteur élevage

Pour le secteur élevage, l'exposition a été appréciée d'une part, par la proportion des ménages pratiquants l'élevage bovin et d'autre part, par l'effectif du bétail élevé. Cette activité se révèle comme étant le deuxième secteur le plus exposé aux aléas climatiques après le secteur agricole avec un taux d'adoption d'environ 50%. D'une manière globale, les localités d'Andranofotsy et d'Andilamoko sont les plus exposées aux dangers et Antsatrana, Ankazomborona et Ankovana, les moins exposées. Par rapport au taux d'adoption de l'élevage, la majorité de la population pratiquent ce type d'élevage à Andranofotsy, Andilamoko et Bedara. En ce qui concerne la taille du cheptel, à par ces deux sites, elle est relativement élevée à Ambodibonara.

Tableau 49 : Exposition du secteur élevage

Fokontany	EXPOSITION [0-1]		
	Proportion des pratiquants	Effectif élevé	Globale
Andranofotsy	0,85	1	<b>0,92</b>
Andilamoko	1	0,72	<b>0,86</b>
Ampasivelona	1	0,5	<b>0,75</b>
Bedara	1	0,44	<b>0,72</b>
Ambodibonara	0,69	0,61	<b>0,65</b>
Anjiabe	0,92	0,17	<b>0,54</b>
Antenina	0,69	0,28	<b>0,49</b>
Ambatoaranana	0,61	0,28	<b>0,44</b>
Antsotsomo	0,38	0,17	<b>0,27</b>
Antsatrana	0,21	0,28	<b>0,24</b>
Ankazomborona	0	0,28	<b>0,14</b>
Ankovana	0	0	<b>0</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,61</b>	<b>0,39</b>	<b>0,5</b>

#### 4.4.4. Risques

##### 4.4.4.1. Chaînes d'impact

###### a) Chaîne d'impact du secteur agricole

La chaîne d'impacts élaborée a été basée sur le cadre conceptuel de l'approche AR5 développée par le GIEC, laquelle permet de mieux expliciter et d'appréhender les facteurs de risque et de ses composantes. Pour le secteur agricole, l'insuffisance de la précipitation mais surtout, le retard de la saison pluvieuse entraîne une diminution notable de la productivité. Cette incidence a pourtant un impact tangible sur les populations locales qui vivent exclusivement du secteur agricole, lesquelles risquent à court à moyen termes de se trouver dans une situation d'insécurité alimentaire. Malgré les effets directs des dangers sur le secteur, d'autres facteurs contribuent encore à rendre le système plus vulnérable dont notamment : la chute des rendements des principales cultures (riziculture, canne à sucre, manioc), la faible superficie vouée à la culture, le mode d'acquisition des terres et le besoin en eau de la culture. Par ailleurs, la sensibilité du système pourrait être réduite si les agriculteurs ont les savoirs faire nécessaires en matière de : gestion et maîtrise de l'eau, utilisation de cultures résilientes au changement climatique et, diversification des cultures. L'interaction entre ces différents facteurs définit ainsi le niveau de risque du secteur agricole.

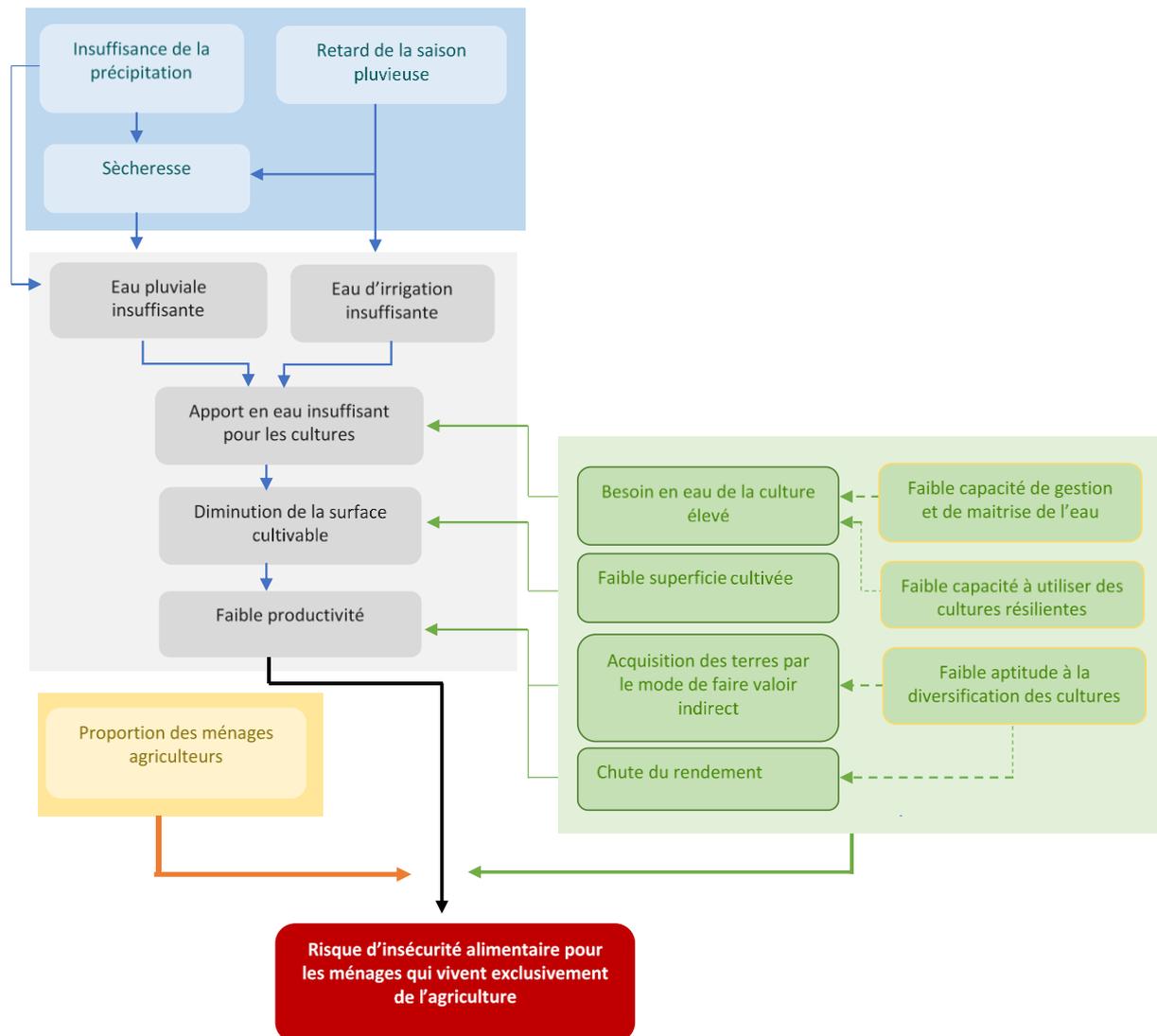


Figure 40 : Chaîne d'impact du secteur agricole

### b) Chaîne d'impact du secteur pêche

Pour la pêche, compte tenu des dangers potentiels qui pourraient affecter le secteur, l'hypothèse de risque émise concerne la perte financière des communautés de pêcheurs. En effet, l'effet combiné de l'augmentation du niveau de la mer et de l'intensification du vent (estimée à 4 à 6m/s dans la Baie d'Ambaro et plus importante dans la partie littorale nord de la Baie d'Ambaro suivant les données de C-Rise) réduit fortement la période consacrée à la pêche. L'incidence se traduit ici par la réduction du nombre de jour propice à la pêche et de ce fait, par une perte financière. Par ailleurs, bon nombre de facteurs pourraient encore exacerber l'état du système dont notamment : l'éloignement des zones de pêche actuelles, la baisse des captures journalières, les prix des produits et le revenu ménager. Pour combler ainsi les pertes financières ressenties au niveau du ménage, les stratégies d'adaptation pourraient être évaluées à travers la capacité des pêcheurs à adopter d'autres activités plus rentables, lesquelles seront appréciées par le revenu généré par la nouvelle activité promue.

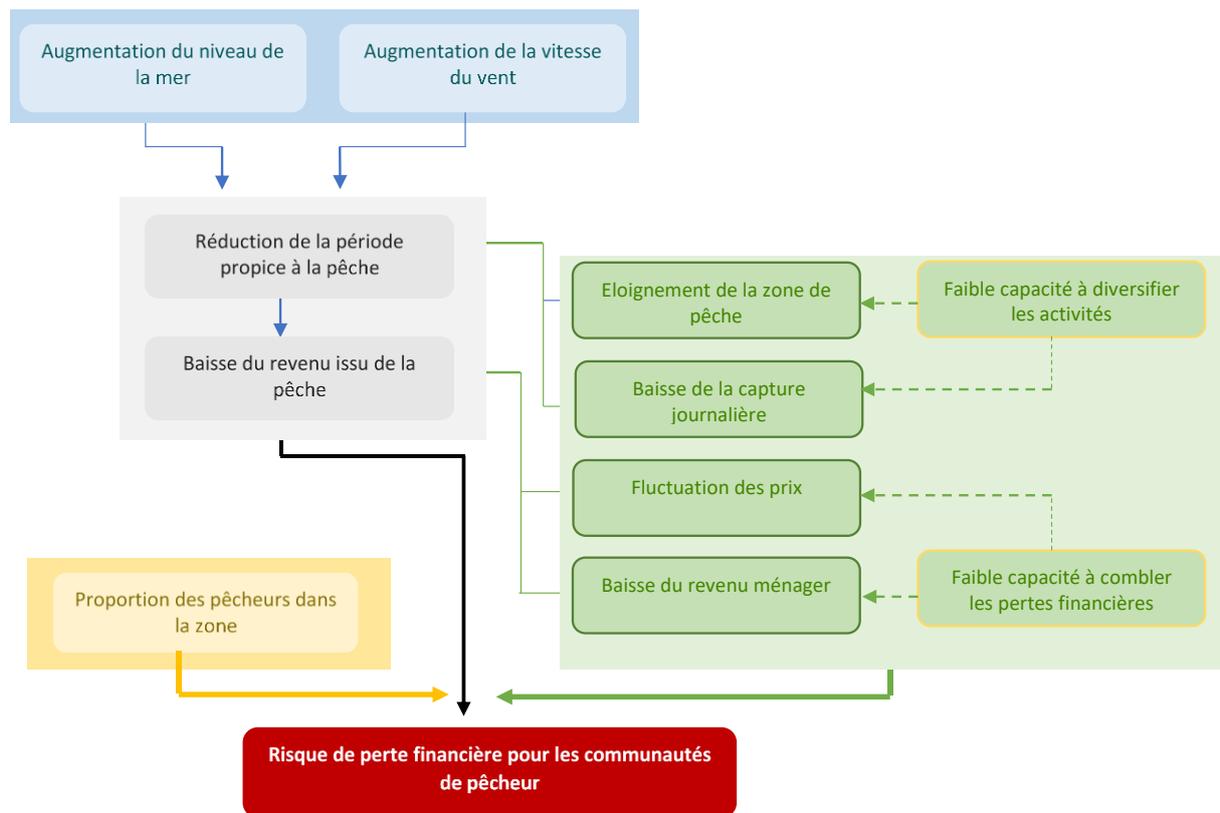


Figure 41 : Chaîne d'impact du secteur pêche

### c) Chaîne d'impact du secteur élevage

L'effet combiné de la diminution de la précipitation et de l'élévation de la température provoque une intensification de la sécheresse dans la région. Pour les populations locales éleveurs, cette situation est pourtant défavorable à l'activité étant donné qu'elle provoque un déficit d'eau et de ce fait, une insuffisance de l'alimentation des bétails élevés. L'incidence la plus extrême pourrait se traduire au dépérissement des animaux d'élevage. Pour l'élevage bovin, les impacts des perturbations climatiques pourraient ainsi inciter les éleveurs à réduire la taille de leur cheptel de manière progressive. Malgré les incidences probables de la sécheresse, l'insuffisance et l'éloignement des zones de pâturage, la propagation de maladies et la faible tolérance à l'insuffisance d'eau rendent encore le système plus sensible. La capacité des éleveurs à faire face à une telle situation pourrait être ainsi évaluée à travers leurs capacités à utiliser des aliments de substitution autres que le fourrage pendant les périodes sèches, leur savoir-faire en matière de mise en place d'un système d'abreuvement et, leurs capacités à recourir à d'autres types d'élevage plus adaptés à la sécheresse.

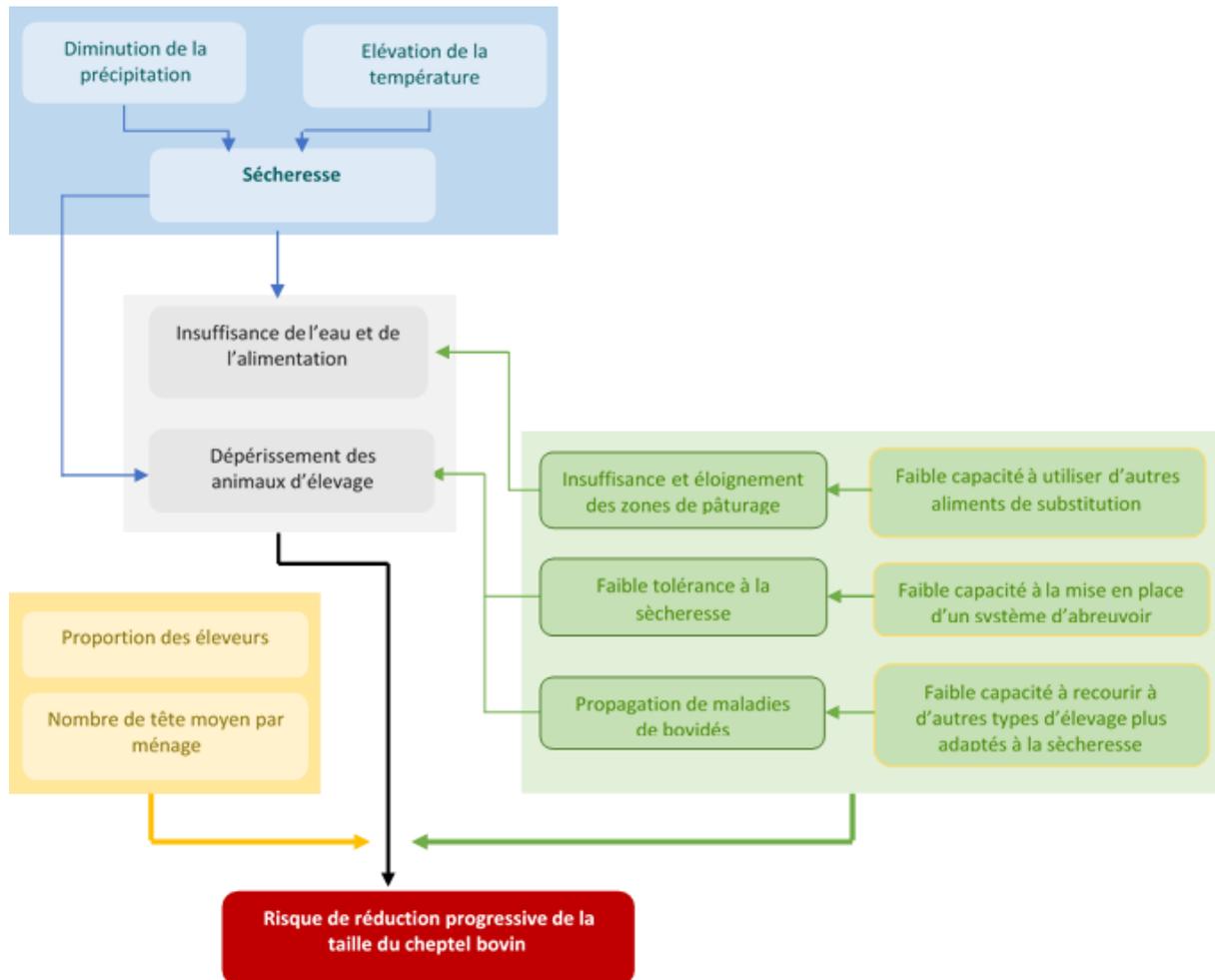


Figure 42 : Chaîne d'impact du secteur élevage

#### 4.4.4.2. Evaluation des risques climatiques

##### a) Secteur agricole

Le niveau de risque sur le secteur agricole a été évalué à travers, les dangers auxquels les agriculteurs sont exposés, la proportion des cultivateurs dans chaque Fokontany et, le niveau de vulnérabilité des cultures prioritaires de la population. Pour le danger, les données climatiques fournies par la DGM certifient que l'insuffisance des précipitations est plus marquée au niveau des localités d'Antenina et d'Ambodibonara. Pour l'exposition, par rapport à la proportion de la population qui pratique les cultures prioritaires telles que le riz, la canne à sucre et le manioc, les localités d'Ampasiveloana, d'Antenina et d'Andranofotsy recèlent le plus pratiquant. Par ailleurs, compte tenu du faible rendement agricole, de la faible superficie cultivée, du mode d'acquisition des terrains agricoles mais surtout, la capacité de la population à s'adapter au retard de la saison pluvieuse et au déficit hydrique, les localités d'Ambatoaranana, d'Ankovana et d'Ankazomborona se révèlent comme les plus vulnérables. Par rapport aux caractéristiques socio-économiques de chaque Fokontany, il a été ainsi évalué que les localités d'Antenina et d'Ambatoaranana ont le plus de risque en matière d'insécurité alimentaire. Les autres sites sont par contre peu risqués à ce phénomène dont les sites d'Ankazomborona et d'Ampasiveloana sont les moins risqués grâce à leurs fortes capacités à la diversification de culture. Bref, malgré les effets tangibles de l'insuffisance de précipitation, le risque associé au secteur agricole est évalué à « Moyen » pour l'ensemble de la baie d'Ambaro.

Tableau 50 : Risque sur le secteur agricole

FOKONTANY	DANGERS [0-1]	EXPOSITION [0-1]	VULNERABILITE [0-1]	RISQUE [0-1]	NIVEAU DE RISQUE
Antenina	0,67	0,74	0,68	0,69	Elevé
Ambatoaranana	0,50	0,6	0,8	0,64	Elevé
Bedara	0,47	0,67	0,7	0,60	Intermédiaire
Antsotsomo	0,47	0,43	0,74	0,57	Intermédiaire
Andilamoko	0,50	0,66	0,59	0,57	Intermédiaire
Andranofotsy	0,46	0,74	0,59	0,57	Intermédiaire
Anjiabe	0,48	0,62	0,54	0,53	Intermédiaire
Antsatrana	0,45	0,32	0,68	0,52	Intermédiaire
Ambodibonara	0,57	0,59	0,4	0,51	Intermédiaire
Ankovana	0,48	0	0,75	0,49	Intermédiaire
Ankazomborona	0,47	0	0,75	0,49	Intermédiaire
Ampasivelona	0,47	0,94	0,25	0,48	Intermédiaire
<b>Moyenne</b>	<b>0,50</b>	<b>0,53</b>	<b>0,62</b>	<b>0,55</b>	

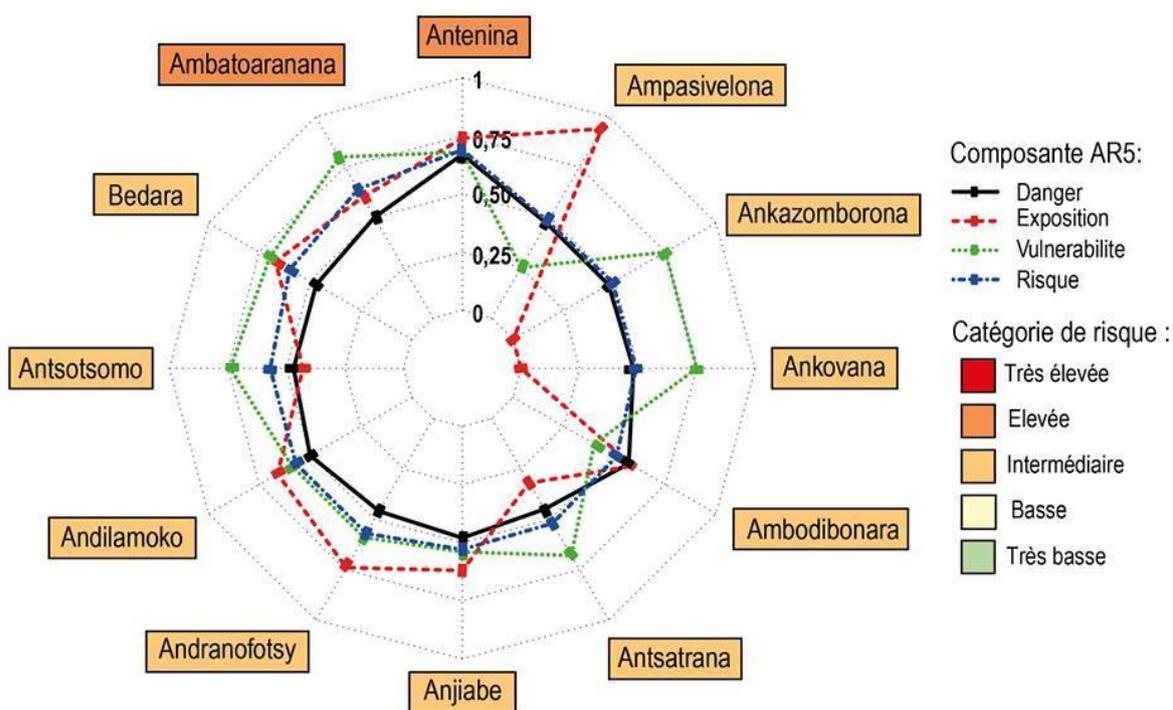


Figure 43 : Niveau de risque associé au secteur agricole au niveau de chaque Fokontany

### b) Secteur pêche

Les évaluations effectuées ont révélé que la pêche est le secteur le plus risqué face aux perturbations climatiques au vu du nombre de site dont le niveau de risque est relativement élevé. Par rapport aux dangers potentiels qui affectent chaque zone, les zones d'Antsarana, d'Antenina et d'Andilamoko figurent parmi les sites où l'augmentation du niveau de la mer, l'augmentation de l'intensité et le rallongement de la période du vent se font de plus en plus ressentis par les populations locales lequel s'étend du mois de Mars au mois d'Octobre suivant les données de C-Rise entre le mois de Mai au mois de Novembre. Par ailleurs, en termes de taux

d'adoption de l'activité, les sites d'Antenina, d'Antsotsomo, d'Ankovana et d'Ankazomborona recèlent le plus de pratiquants. Du point de vue vulnérabilité, 50% des zones étudiées sont très vulnérables du fait de la forte incidence des dangers sur le secteur et de la faible capacité des pêcheurs à diversifier leurs activités. En effet, dans la majorité des localités enquêtées, l'éloignement des zones de pêche actuelle et la diminution notable des captures journalières ont impacté de façon non négligeable sur le revenu ménager. Compte tenu des valeurs attribués à chaque composante du risque socio-économique, six sites figurent parmi les Fokontany les plus risqués à la perte financière : Antenina, Andilamoko, Ampasivelona, Bedara, Ambodibonara et Antsotsomo.

Tableau 51 : Risque sur le secteur pêche

FOKONTANY	DANGERS [0-1]	EXPOSITION [0-1]	VULNERABILITE [0-1]	RISQUE [0-1]	NIVEAU DE RISQUE
Antenina	0,7	0,89	0,65	0,72	<b>Elevé</b>
Andilamoko	0,7	0,35	0,77	0,66	<b>Elevé</b>
Ampasivelona	0,6	0,3	0,86	0,64	<b>Elevé</b>
Bedara	0,6	0,31	0,82	0,63	<b>Elevé</b>
Ambodibonara	0,7	0,25	0,73	0,62	<b>Elevé</b>
Antsotsomo	0,6	0,7	0,6	0,62	<b>Elevé</b>
Ankorera	0,6	0,7	0,55	0,60	<b>Intermédiaire</b>
Antsatrana	0,8	0,4	0,49	0,58	<b>Intermédiaire</b>
Andranofotsy	0,7	0,3	0,56	0,56	<b>Intermédiaire</b>
Anjiabe	0,5	0,26	0,7	0,53	<b>Intermédiaire</b>
Ambatoaranana	0,6	0	0,48	0,43	<b>Intermédiaire</b>
Ankazomborona	0,5	0,57	0,21	0,40	<b>Intermédiaire</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,63</b>	<b>0,42</b>	<b>0,62</b>	<b>0,58</b>	

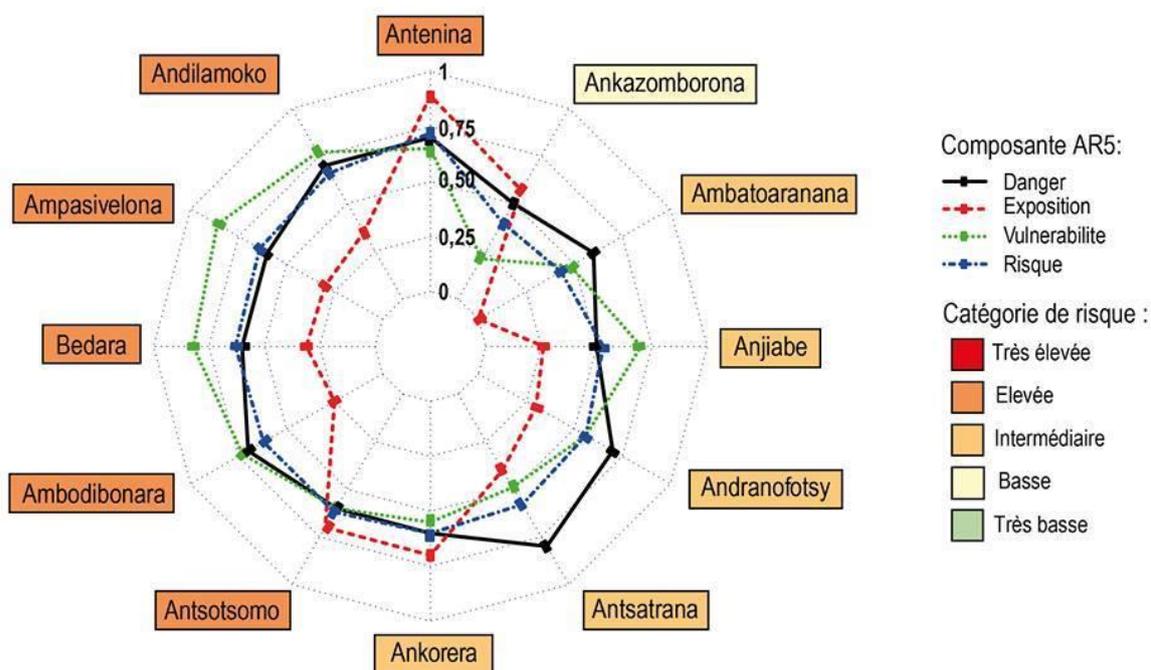


Figure 44 : Niveau de risque associé au secteur pêche au niveau de chaque Fokontany

c) Secteur élevage

Pour le secteur élevage, le danger ressenti a été apprécié à travers la sécheresse, laquelle a été plus marquée au niveau des sites d'Ambatoaranana, d'Ankovana et d'Antsatrana d'après le Standard Precipitation Index (SPI). Par ailleurs, en termes de pratiquants, le taux d'adoption de l'élevage bovin est relativement élevé au niveau des localités d'Andranofotsy, d'Andilamoko et d'Ampasivelona. Par rapport aux facteurs qui rendent plus sensibles l'élevage mais surtout, les capacités des éleveurs à s'adapter à la sécheresse, il a été évalué que les localités d'Andranofotsy, d'Andilamoko, et d'Antenina figurent parmi les localités les plus vulnérables. En considérant toutes les composantes permettant d'évaluer le risque, il a été décélé que la localité d'Ambatoaranana est la seule Fokontany ayant risque important incitant ainsi les éleveurs à réduire de manière progressive la taille de leurs cheptels bovins à cause de la sécheresse. Les autres sites sont toutefois peu risqués aux effets néfastes de la sécheresse sur l'élevage bovin et dont le site d'Ampasivelona est le moins risqué compte tenu du faible niveau de sécheresse dans la zone comparé à celui perçu dans d'autres Fokontany.

Tableau 52 : Risque sur le secteur élevage

FOKONTANY	DANGERS [0-1]	EXPOSITION [0-1]	VULNERABILITE [0-1]	RISQUE [0-1]	NIVEAU DE RISQUE
Ambatoaranana	1,00	0,44	0,45	0,67	Elevé
Ankovana	0,93	-	0,50	0,57	Intermédiaire
Bedara	0,64	0,72	0,39	0,55	Intermédiaire
Antsatrana	0,66	0,24	0,50	0,51	Intermédiaire
Andilamoko	0,15	0,86	0,68	0,50	Intermédiaire
Antsotsomo	0,64	0,27	0,48	0,50	Intermédiaire
Ankazomborona	0,64	0,14	0,50	0,48	Intermédiaire
Ambodibonara	0,49	0,65	0,39	0,48	Intermédiaire
Andranofotsy	0,00	0,92	0,69	0,46	Intermédiaire
Antenina	0,14	0,49	0,68	0,43	Intermédiaire
Anjiabe	0,40	0,54	0,36	0,41	Intermédiaire
Ampasivelona	0,06	0,75	0,53	0,39	Faible
<b>Moyenne</b>	<b>0,48</b>	<b>0,50</b>	<b>0,51</b>	<b>0,50</b>	

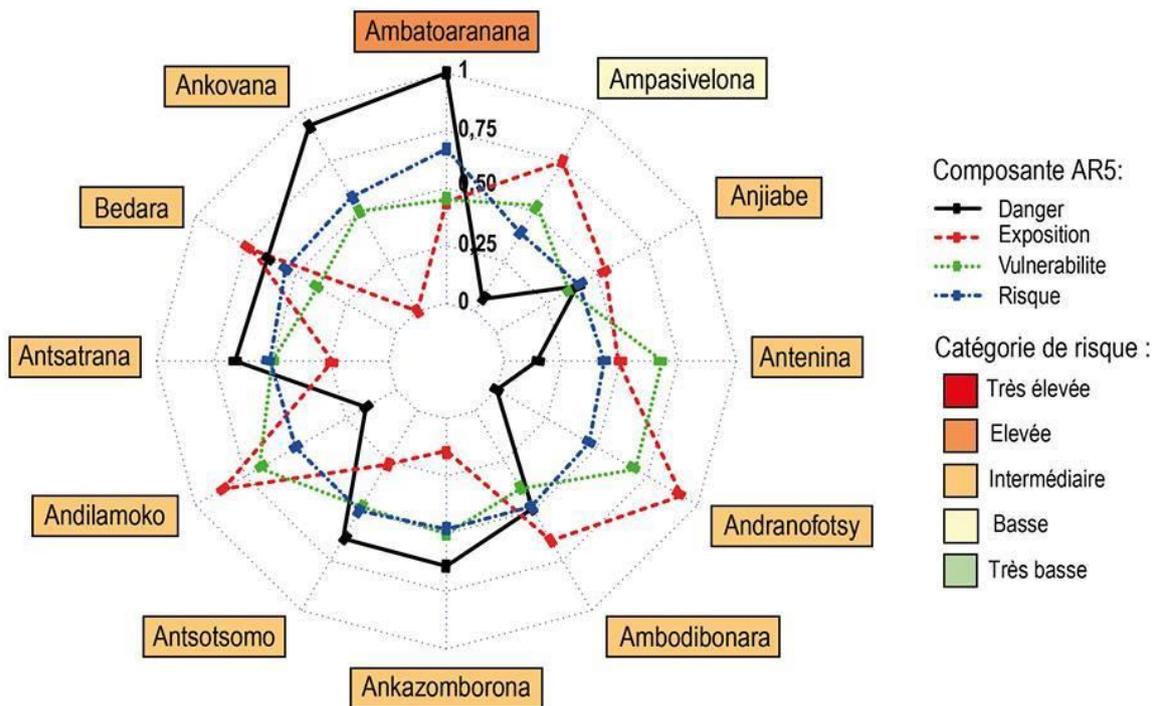


Figure 45 : Niveau de risque sur le secteur élevage au niveau de chaque fokontany

#### 4.5. Stratégie d'adaptation face au changement climatique

Dans le cadre du système d'analyse des risques climatiques présenté dans le cinquième rapport de la GIEC ou l'AR5, les stratégies d'adaptation doivent être des actions visant à réduire le risque en réduisant la vulnérabilité et, dans certains cas, l'exposition. La vulnérabilité peut être réduite en diminuant la sensibilité ou en augmentant la capacité. En principe, les mesures d'adaptation peuvent aussi se concentrer sur la diminution de l'exposition. La vulnérabilité peut être réduite en diminuant la sensibilité des systèmes (l'écosystème de mangrove et le système socio-économique) et/ou en augmentant la capacité d'adaptation du système et/ou la capacité à faire face aux dangers. Si les dangers et les effets du changement climatique ou des activités anthropiques pesant sur l'écosystème et sur la communauté exposés (exposition) constituent le centre d'action pour réduire le risque que courent les systèmes biologique et social, il faut mettre l'accent sur la gestion des risques et sur la réponse de l'écosystème et de la communauté aux impacts physiques.

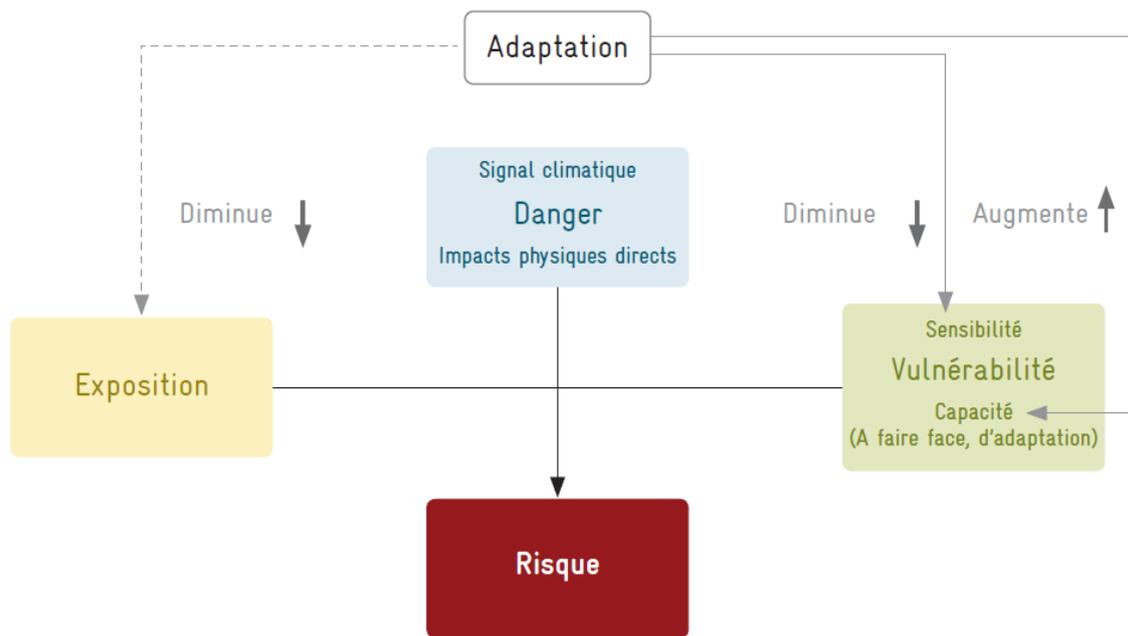


Figure 46 : L'adaptation peut réduire le risque en réduisant la vulnérabilité et parfois l'exposition.

#### 4.5.1. Grandes lignes d'actions

Les actions stratégiques pour l'adaptation au changement climatique s'adressent en priorité aux systèmes qui seront les plus touchés par les impacts négatifs du changement climatique. Deux systèmes sont les plus affectés par les impacts directs et indirects des aléas climatiques, notamment l'écosystème de mangrove et les activités socioéconomiques des ménages riverains des mangroves de la baie d'Ambaro. Pour atténuer les effets du changement, les axes stratégiques à mettre en place visent le renforcement des capacités d'adaptation des mangroves et de la communauté locale.

##### 4.5.1.1. Actions stratégiques pour l'adaptation des mangroves

Afin de prendre les dispositions adéquates pour atténuer les impacts négatifs du changement climatique sur l'écosystème de mangrove dans la Baie d'Ambaro, l'analyse de risque axé sur 04 risques susceptibles de se produire dans la zone a été menée. Les résultats de ces analyses ont montré que :

- Les pressions anthropiques sont encore très présentes, le taux de déforestation annuel atteint les 60% qui démontrent la faible capacité des gestionnaires locales.
- Les mangroves ont une sensibilité élevée à cause de la faible densité, de la faible capacité de régénération et la dominance des espèces les plus vulnérables.
- La sensibilité des mangroves est étroitement liée aux autres écosystèmes avoisinants, l'ensablement ou le débordement des rivières sont dictés par l'utilisation des terres et la couverture terrestre en amont des mangroves.

Ces résultats amènent à la proposition de trois grands axes stratégiques pour atténuer l'impact du changement climatique sur l'écosystème de mangrove de la Baie d'Ambaro.

Pour augmenter la capacité des gestionnaires locaux afin de réduire les pressions anthropiques, il faut **améliorer et renforcer la gestion locale des mangroves pour augmenter la résilience de l'écosystème aux risques climatiques**. Ce premier axe stratégique veut renforcer les compétences des communautés locales à travers :

- La sensibilisation et la conscientisation de la population pour qu'elle comprenne les valeurs de l'écosystème et le rôle capital des mangroves dans leur vie quotidienne. Un des points à mettre en exergue dans la sensibilisation est l'impact négatif du changement climatique sur les mangroves qu'il faut faire face.
- La mise à jour des outils de gestion, en particulier la délimitation des zones d'aménagement. En effet, à l'issue de cette étude de risque climatique des mangroves, une grande variabilité des paramètres climatiques est perçue dans la Baies d'Ambaro. Ainsi, à part la structure floristique en générale (densité, régénération naturelle, richesse spécifique, production de graine), une re-délimitation des mangroves est nécessaire en tenant compte des risques climatiques.
- La mise en place d'un système de suivi à la fois de l'évolution des paramètres climatiques (température, précipitation, vent, salinité de la mer et élévation du niveau de la mer) et des paramètres floristiques et phénologiques. Afin de réorienter les actions de conservation en cas d'évolution de ces paramètres.

Pour diminuer la sensibilité intrinsèque des mangroves, il faut **augmenter la diversité et la superficie des forêts de mangrove**. Ce deuxième axe stratégique est orienté vers la réalisation de restauration active et passive par :

- L'identification de zone de restauration. Plusieurs zones potentielles de restauration sont proposées dans le présent rapport, mais la validation au préalable au niveau de la population est importante. Une fois la zone de restauration fixée, l'identification, suivant les résultats de l'analyse de risque, des espèces adéquate à la zone est nécessaire. Ce choix doit se faire par rapport à la tolérance des espèces présentes dans la Baies d'Ambaro déjà mentionnée dans ce rapport.
- La planification des campagnes de restauration actives. Pour cela la période de restauration doit coïncider à la période de maturation des graines des espèces choisies par rapport au suivi phénologique mise en place. Suivant les espèces choisies et la forme des graines, des séances d'apprentissage de la mise en terre sont nécessaires afin d'assurer la réussite de la campagne de restauration.
- Pour la restauration passive, il faut créer des conditions favorables pour le développement des jeunes plants de façon naturelle et créer un environnement optimal pour le développement des portes graines. Principalement pour les sites risqués face au recul des mangroves, la création de zones tampons entre la forêt de mangrove et les zones d'habitation est nécessaire pour permettre aux mangroves à travers une restauration passive de migrer vers la terre et compenser les pertes de surface causée par l'élévation du niveau de la mer. Encore pour ces sites où le recul des mangroves est présent, la gestion de la sédimentation est une pratique courante. Opérationnellement, il s'agit d'augmenter par remblayage le taux d'accrétion qui va permettre aux mangroves de s'élever avec le niveau de la mer et de coloniser ces zones par restauration passive.

Pour diminuer la sensibilité extrinsèque des mangroves, il faut **limiter l'érosion hydrique et éolienne sur les versants et des écosystèmes hors mangroves** afin de limiter le risque d'ensablement et de mort sur pied des mangroves. Ce troisième axe stratégique est lié à la gestion et aménagement durables des bassins versants et des écosystèmes hors mangroves par :

- La mise en place d'une couverture végétale permanente au niveau des bassins versants en amont des mangroves. L'érosion résulte de la mise à nu sol et aggraver par des forts ruissèlements. Ainsi, il faut assurer une couverture végétale par embroussaillage des zones non exploitables par l'agriculture ou la foresterie. Une autre solution est la planification et exécution des campagnes de reboisement d'espèces ligneuses à enracinement pivotant afin de limiter le ruissèlement.
- La mise en place de dispositif anti-érosive dans les zones à forte pente. Plusieurs techniques sont disponibles, mais le choix va dépendre des matériaux disponibles. Deux types de mesures peuvent être adoptés :
  - les mesures mécaniques, comportant des fascines simples ou doubles, les cordons de paille ou de pierres, les diguettes en terre, le caisson, le gabion et les fossés de protection. Pour ces mesures il faut employer les matériaux qui sont disponibles sur place en quantité suffisante.
  - Les mesures biologiques comportant essentiellement les haies antiérosives, l'enrichissement de la couverture herbeuse et les plantations d'arbres et d'arbustes.
- La promotion de pratique sylvo-pastorales dans les zones de pâturages. Ces pratiques permettent la restauration de la matière organique du sol et de stabiliser la structure du sol. De plus, ces pratiques diminuent l'utilisation du feu dans les pâturages. Les espèces ligneuses à mettre en place peuvent être des arbres fruitiers ou des arbres exotiques utilisables en bois d'œuvre ou bois d'énergie.

#### **4.5.1.2. Actions stratégiques pour l'adaptation de la communauté riveraine des mangroves**

Dans l'objectif de renforcer la résilience de la population au changement climatique et de minimiser les incidences des dangers ressentis, les stratégies d'adaptation proposées portent plus particulièrement sur la diversification des moyens de subsistance de la population compte tenu des niveaux de risque attribués à chaque secteur d'activité prioritaire. Par rapport aux risques hypothétiques définis, les actions d'adaptation visent à : réduire le risque d'insécurité alimentaire des populations locales qui vivent exclusivement de l'agriculture, limiter le risque de perte financière des communautés de pêcheurs et, amenuiser les risques liés à la réduction de la taille du cheptel bovin. D'une manière opérationnelle, trois axes stratégiques sont proposés afin de minimiser les risques associés à chaque secteur.

Compte tenu des pertes de production occasionnées par l'insuffisance de la précipitation et du retard de la saison pluvieuse, l'amélioration de la productivité agricole des ménages agriculteurs les plus vulnérables s'avère primordiale. Le premier axe stratégique consiste ainsi à assurer l'autosuffisance alimentaire des populations locales à travers l'adoption d'une agriculture durable et résiliente au changement climatique. Les actions proposées pour le secteur agricole consistent ainsi à : des actions spécifiques (utilisation de variété adaptée à la sécheresse), des changements systémiques (diversification de culture et recours à des techniques de culture améliorées) et d'actions innovantes et résilientes (gestion et maîtrise d'eau). Les activités prioritaires jugées urgentes pour ce secteur concernent plus particulièrement :

- L'utilisation de technique appropriée pour une bonne maîtrise et gestion d'eau (adduction, irrigation, drainage, création des digues, ...)
- L'utilisation de variétés adaptées au déficit hydrique
- L'adoption de technique de culture plus productif (exemple : SRI/SRA)
- La diversification de cultures et de pratiques agroforestières (utilisation d'espèces à usage multiple),
- La vulgarisation des cultures de contre-saison, des cultures maraichères et de jardin de case
- L'appui technique aux paysans (technique améliorée, rotation culturale, association de culture, assolement, association ou rotation graminée – légumineuse)
- La mise en valeur des terrains cultivables et apport en fertilisant

Pour le secteur pêche, les stratégies préconisées consistent notamment à promouvoir une pêche durable en vue d'assurer la sécurité financière des communautés de pêcheurs dans la zone. Par rapport aux contextes socio-économiques de la région, cette approche permet non seulement de contribuer à augmenter le revenu issu du secteur mais aussi, d'assurer le respect des normes et lois en vigueur. Bon nombre d'actions sont ainsi proposées pour l'atteinte de cet objectif à savoir :

- Information, éducation et sensibilisation de la population locale sur les normes et les lois existantes afin de minimiser les pressions sur les ressources
- Renforcement des suivis et application effective des lois en cas de pêche illicite ou non-respect de la fermeture de pêche
- Elaboration et homologation du Dina relatif à la pêche
- Dotation de matériels et outils de pêche adéquats et conformes aux normes nationales
- Promotion d'autres activités génératrices de revenu mais plus rentables pour combler la perte financière due à la baisse de capture

Pour le secteur élevage, les stratégies proposées consistent à vulgariser et à promouvoir un élevage tolérant et adapté à la sécheresse. L'approche proposée consiste ainsi à apporter des appuis techniques aux éleveurs pour faire face à l'insuffisance d'eau et d'alimentation surtout pendant les périodes sèches. De manière plus spécifique, les activités prioritaires pour limiter les risques exposés au secteur élevage sont :

- Organisation de campagnes de vaccination des animaux d'élevage
- Développement de pratiques agro-sylvo-pastorales dont les produits servent d'aliments de substitution pour les bétails pendant les périodes sèches (*Leucaena leucocephala*, *L. diversifolia* (Mimosa), *Calliandra calothyrsus*, *Acacia mangium*, *Albizia sp...*)
- Sensibilisation sur l'utilisation d'aliments de substitution pendant les périodes de soudure (sous-produits agricoles, etc.)
- Formation des éleveurs sur les méthodes de conservation des fourrages (ensilage)
- Mise en place d'un système d'abreuvement des bétails
- Recours à d'autres types d'élevage plus adaptés à la sécheresse (élevage caprin, etc.)

#### 4.5.2. Actions prioritaires pour l'adaptation des écosystèmes mangroves

Comme énoncé dans la partie consacrée aux résultats de l'analyse de risque, les niveaux de risque pour les 12 villages considérés ne sont pas les mêmes. Ainsi, les 3 grands axes stratégiques proposés sont à réaliser pour tous les villages, mais certaines actions sont prioritaires pour certaines zones. Le premier axe stratégique qui vise à améliorer et renforcer la gestion locale des mangroves est un axe stratégique transversale qui est nécessaire pour tous les villages. Mais qui est prioritaire dans les villages où le taux de déforestation est élevé (Ambatoaranana et Antsatrana), il n'y a pas encore de restauration (Ambatoaranana, Andilamoko et Andranofotsy) et la proportion de bois coupé est importante (Ambodibonara et Bedara).

Le deuxième axe stratégique qui veut augmenter la diversité et la superficie des forêts de mangrove est prioritaire pour les villages qui ont un risque d'appauvrissement spécifique (Antsatrana et Anjiabe) et un risque de recul important (Anjiabe, Andranofotsy, Antsatrana, Ambatoaranana, Ampasiveloana, Ambodibonara et Bedara). Cependant, les actions proposées dans cet axe stratégique sont aussi prioritaires pour les villages caractérisés par une faible superficie de mangrove (Ambatoaranana, Antsotsomy, Antenina et Andilamoko), une faible richesse spécifique (Ambatoaranana, Ampasiveloana, Ankovana et Antsatrana), une forte proportion de mangroves dégradées (Ankovana, Ampasiveloana, Antenina et Ankazomborona), une grande superficie de tanne

(Antsatrana, Ampasivelona, Andranofotsy et Ambodibonara) et une grande perte par recul de mangrove (Ampasivelona, Ambodibonara, Ankovana, Antsatrana, Antsotsomy et Anjiabe).

Le troisième axe stratégique qui vise à limiter l'érosion hydrique et éolienne sur les versants et des écosystèmes hors mangroves est prioritaire pour les villages qui ont un risque d'ensablement (Ankovana, Antsatrana, Anjiabe, Ambatoaranana, Bedara et Antsotsomy) et de mort sur pied important (Anjiabe, Antsotsomy, Andranofotsy, Ambodibonara et Ambatoaranana). Ces actions de lutte contre l'érosion sont aussi prioritaires pour les villages avec de très faibles couvertures des sols en amont des mangroves (Andilamoko, Andranofotsy et Anjiabe) et avec des zones en pente en amont (Andilamoko, Ankazomborona, Antsatrana, Ankovana et Ambatoaranana).

Objectifs	Activités prioritaires	Indicateurs	Justification	Echéance	Zones prioritaires
<b>➔ Axe stratégique 1 : Augmenter la capacité des populations gestionnaires des mangroves de la baie d'Ambaro</b>					
<b>O1</b> : Améliorer et renforcer la gestion locale des mangroves pour augmenter la résilience de l'écosystème aux risques climatiques	Sensibilisation et conscientisation de la population sur les dangers climatiques et sur l'importance de l'écosystème de mangrove.	Nombre de campagne de sensibilisation effectuée	La connaissance des valeurs de l'écosystème de mangroves et les dangers climatiques qu'elles subisse conduira au changement de comportement de la population.	CT à MT	Tous les sites
	Redélimitation des mangroves suivant le niveau de risque menaçant l'écosystème.	Nombre de plan d'aménagement révisé	Le zonage des mangroves doit tenir compte des niveaux de risque climatiques en association avec l'état de dégradation des mangroves afin de définir les actions de conservation adéquates.	MT	Tous les sites
	Appui à la mise en application des PAGS et DINA	Nombre d'infractions punies	L'augmentation de la capacité des communautés locales ce fait principalement à travers l'apprentissage de l'utilisation des outils de gestion à leurs disposition	CT	Ambatoaranana, Andilamoko, Andranofotsy, Antsatrana, Ambodibonara, Bedara
	Mise en place d'un système de suivi de la variabilité des paramètres climatiques (Température, précipitation, vent, salinité de la mer et élévation du niveau de la mer)	Nombre de dispositif météorologique mise en place	La connaissance de l'évolution des dangers climatique va permettre de mettre à jour le niveau de risque de chaque site.	CT	Tous les sites
	Mise en place d'un système de suivi phénologique pour suivre en permanence l'état de développement des mangroves afin de faciliter la planification des actions de restauration.	Fréquence de suivi Nombre d'espèces suivies	Le suivi phénologique va permettre de prendre les bonnes décisions dans la priorisation des actions de conservation et de restauration.	CT	Tous les sites

Objectifs	Activités prioritaires	Indicateurs	Justification	Echéance	Zones prioritaires
<b>➔ Axe stratégique 2 : Diminuer la sensibilité des mangroves par des restaurations actives et passives</b>					
<b>O2 : Augmenter la diversité et la superficie des forêt de mangrove</b>	Identification et choix des espèces à planter.	Nombres d'espèces choisis par sites.	Le choix d'espèces de restauration est très important pour la réussite de la restauration et l'assurance de la diversité spécifique du peuplement	CT à MT	Ambatoaranana, Ambodibonara, Anjiabe, Ankovana, Antenina, Antsotsomy, Bedara
	Délimitation des zones de restauration potentielle.	Superficie des zones potentielles Niveau de risque des zones choisies	La délimitation des zones potentielles va permettre de localiser les zones où la restauration peut réussir et d'augmenter ainsi le taux de réussite de la restauration.	CT	Tous les sites
	Planification et exécution des campagnes de restaurations actives.	Nombre de campagne de reboisement Nombre de plants mis en terre Nombre d'espèces reboisées Superficie restaurée	La réussite des campagnes de restauration dépendra de la qualité de la planification et de la préparation des acteurs concernés.	CT	Tous les sites
	Créer et/ou maintenir une zone tampon côtière.	Superficie de la zone tampon entre les forêts de mangroves et les zones d'habitation	La zone tampon va permettre aux mangroves de migrer vers la terre (par restauration passive et active) pour compenser les pertes de surfaces liées au recul des mangroves.	CT	Ampasivelona, Ambodibonara, Ankovana, Antsatrana, Antsotsomy, Anjiabe
	Augmentation des taux d'accrétion des sédiments de la mangrove par gestion des bassins hydrographiques.	Superficie de la zone remblayée ou gagnée par sédimentation	L'augmentation des taux d'accrétion permettra aux mangroves de s'élever avec le	CT à MT	Ampasivelona, Ambodibonara, Ankovana, Antsatrana, Antsotsomy,

Objectifs	Activités prioritaires	Indicateurs	Justification	Echéance	Zones prioritaires
			niveau de la mer.		Anjiabe
<p>➔ <b>Axe stratégique 3 : Diminuer la sensibilité des mangroves par la gestion et aménagement durables des bassins versants en amont (hors des zones de mangroves) et des écosystèmes hors mangroves</b></p>					
<p><b>O3</b> : Limiter l'érosion hydrique et éolienne sur les versants.</p>	Assurer une couverture végétale permanent au niveau des bassins versants en amont des mangroves.	Superficie de sol nu couvert	La présence de couverture végétale va atténuer l'érosion du sol même avec de fort ruissellement.	CT à MT	<p>Ambatoaranana, Bedara, Antsotsomy, Antsatrana, Ankovana, Anjiabe</p>
	Mise en place de dispositif antiérosives.	Nombre de dispositif antiérosives installé.	Les dispositifs antiérosifs vont permettre de stopper l'érosion dans les zones en grande pente.	CT à MT	
	Promotion de pratiques sylvopastorales (Plantation d'arbres à usages multiples sur les prairies).	% de la population pratiquant le système sylvopastoral	Les prairies (pâturage) sont des zones sensibles à l'érosion à cause du piétinement permanent par les bétails et les arbres vont stabiliser le sol.	CT à MT	
	Planification et exécution des campagnes de reboisement.	Nombre de campagne de reboisement Nombre de plants mis en terre Superficie reboisée	Les arbres stabilisent le sol à l'aide de l'apport de matière organique (biomasse) au sol.	CT à MT	
	Renforcement des analyses sur les pressions sur les mangroves (notamment la carbonisation et les exploitations des bois d'œuvre) qui accentuent des facteurs de sensibilité des mangroves face aux aléas climatiques	Etendue et pressions anthropiques quantifiées	Les exploitations à des fins énergétiques et de construction accentuent la sensibilité des mangroves	CT	

#### 4.5.3. Actions prioritaires pour l'adaptation sociale

Par rapport aux résultats d'analyses, les localités d'Andranofotsy, d'Ambatoaranana et d'Andilamoko figurent parmi les sites les plus sensibles compte tenu du faible rendement rizicole et de la faible superficie cultivée. Par ailleurs, les sites de Bedara, d'Ambodibonara et d'Anjiabe sont les plus sensibles pour la culture de canne à sucre et, Ambodibonara et Antenina pour la culture de manioc. Les actions d'adaptation proposées visent ainsi à réduire la sensibilité de chaque secteur d'activités suivant le niveau de risque calculé sur chaque site. D'une manière globale, les localités d'Antenina et d'Ambatoaranana ont le plus de risque d'insécurité alimentaire compte tenu de la sensibilité des activités de subsistance et des dangers auxquels ils sont exposés. En revanche, les sites d'Ankazomborona et d'Ampasivelona sont les moins risqués grâce à leurs fortes capacités à diversifier les cultures. Les actions proposées consistent ainsi à la promotion d'une agriculture innovante mais résiliente au changement climatique permettant d'accroître la productivité.

Pour le secteur pêche, les évaluations effectuées ont révélé que les communautés locales sont moyennement risquées à la perte financière due à la baisse de la capture journalière. Pour la pêche de poisson, les pêcheurs d'Andilamoko, d'Ampasivelona et d'Antsatrana sont les plus sensibles en raison de la chute des captures journalières et de la forte dépendance de la population à ce secteur. Pour les crabes et les crevettes, les localités de Bedara et d'Ampasivelona sont les plus sensibles. Comme les communautés de pêcheurs ont une faible capacité à s'adapter à la baisse des prises journalières, les actions proposées consistent à la formalisation des activités de pêche et la promotion d'autres activités alternatives de revenu mais plus rentables.

Pour le secteur élevage, cette activité reste peu sensible aux perturbations climatiques actuelles malgré les dangers et impacts ressentis de la sécheresse. Néanmoins, une seule localité à l'instar du Fokontany d'Ambatoaranana est risqué à la réduction progressive du cheptel bovin à cause notamment de l'insuffisance d'eau et de l'éloignement des zones de pâturage. En termes de vulnérabilité, les sites d'Andranofotsy, d'Andilamoko, et d'Antenina figurent parmi les Fokontany les plus vulnérables à la sécheresse. Compte tenu du niveau de risque associé à chaque fokontany, les actions d'adaptations proposées se résument à l'accompagnement et l'appui technique des éleveurs en vue d'assurer la disponibilité annuelle d'eau et de zones de pâturage dans chaque Fokontany.

Objectifs	Activités prioritaires	Indicateurs	Justification	Echéance	Zones prioritaires
<b>➔ Axe stratégique 1 : Assurer l'autosuffisance alimentaire des populations locales à travers l'adoption d'une agriculture durable résiliente au CC</b>					
<b>O1 :</b> Améliorer la productivité agricole des ménages agriculteurs les plus vulnérables	Vulgarisation du système de riziculture intensif (SRI) et utilisation de variétés de riz résilientes au CC (X265 par exemple)	Nombre de campagne de sensibilisation effectuée	Le rendement issu du système de riziculture intensif est relativement élevé par rapport au rendement issu des techniques traditionnelles	CT à MT	Ambatoharanana, Andilamoko, Andranofotsy
	Appui technique et encadrement des agriculteurs sur les techniques de culture améliorées (rotation culturale, association de culture, culture de contre-saison, jachère améliorée, etc.)	Nombre de formation dispensée	L'adoption de technique améliorée permet non seulement d'accroître la productivité mais aussi, d'assurer la sécurité alimentaire tout au long de l'année	CT	Ambatoharanana
	Distribution d'intrants agricoles (matériels et fertilisants)	Nombre de matériels et quantité de fertilisants distribués	L'apport en fertilisant permet d'améliorer la fertilité du sol et de mettre en valeur de nouveaux terrains agricoles	MT	Ambatoharanana
	Appui technique pour une bonne maîtrise et gestion d'eau (adduction d'eau, mise en place de canaux d'irrigation et de drainage)	Nombre de canaux d'irrigation mis en place	La mise en place de canaux d'irrigation est primordiale pour faire face à l'insuffisance de la précipitation mais surtout, le retard de la saison pluvieuse	CT	Ambatoharanana, Ambodibonara, Anjiabe, Ankovana, Antenina,
	Vulgarisation des cultures maraîchères (brèdes, tomates) et d'autres cultures adaptées à la sécheresse (Manioc, patate douce, sorgho, taro, etc.)	% de la population pratiquant des cultures maraîchères	La diversification de culture permet de combler les pertes de productivité dues à l'insuffisance de la précipitation	CT	Ambatoharanana, Ampasivelona, Ankazomborona, Antenina

Objectifs	Activités prioritaires	Indicateurs	Justification	Echéance	Zones prioritaires
	Promotion des cultures de rente déjà pratiquées par les communautés locales et les filières porteuses (aquaculture/pisciculture, apiculture) et renforcement des études de faisabilité sur ces filières pour améliorer la résilience des communautés à travers la diversification des cultures	% de la population pratiquant des cultures de rente	La diversification des sources de revenus permet de combler les pertes de productivité dues à l'insuffisance de la précipitation. L'étude de faisabilité se justifie à cause de la situation expérimentale des pratiques paysannes en la matière	LT	Ambatoharanana, Beramanja, Ankovana, Antsatrana
	Vulgarisation de l'agroforesterie	% de la population pratiquant l'agroforesterie	La plantation d'arbre en tant que brise-vent contribue à réduire l'impact de vent violent sur les cultures sensibles	MT	Ambodibonara, Antenina
<b>➔ Axe stratégique 2 : Promouvoir la pêche durable en vue d'assurer la sécurité financière des communautés de pêcheurs dans la zone</b>					
<b>O2 :</b> Contribuer à augmenter le revenu issu du secteur pêche tout en respectant les normes et lois en vigueur	Information, éducation et sensibilisation des pêcheurs sur les normes et lois existantes (matériels utilisés, saison de fermeture de pêche)	Nombre de campagne de sensibilisation effectuée	L'information des pêcheurs sur les lois en vigueur contribue à assurer le respect des normes sur le secteur pêche	CT	Tous les sites
	Formation des pêcheurs sur les méthodes de conservation et de conditionnement des produits pêchés (séchage, etc.)	Nombre de formation dispensée	Les différentes méthodes de conservation permettent de stocker les produits et de les vendre tout au long de l'année	MT	Antenina, Andilamoko, Ampasivelona, Bedara
	Dotation de matériels conformes aux normes requises (filets, etc.)	% des bénéficiaires	L'utilisation de matériels conformes aux normes garantit le renouvellement et la durabilité des ressources	MT	Ambodibonara, Antsotsomo
	Renforcement des suivis et contrôles des pêches illicites	Nombre de suivi	Le renforcement des suivis et	CT	Ankorera, Antsatrana,

Objectifs	Activités prioritaires	Indicateurs	Justification	Echéance	Zones prioritaires
		effectué/an	contrôles contribue à réduire les pêches illicites		Andranofotsy Anjiabe, Ambatoaranana, Ankazomborona
	Mise en place du Dina au niveau local pour le respect de la saison de fermeture de pêche	Nombre de Dina élaboré et homologué	La mise en place du Dina permet de fixer les règles régissant le secteur pêche et d'appliquer de manière effective les lois au niveau local	CT	
	Appui à la commercialisation des produits de pêche voire, la professionnalisation de la filière	Nombre de structures mises en place et contrat de partenariat avec les opérateurs privés	L'appui de la filière permet de chercher de nouveaux débouchés et d'écoulement des produits sur les marchés locaux ou régionaux	LT	
<b>➔ Axe stratégique 3 : Promouvoir un élevage tolérant et adapté à la sécheresse</b>					
<b>O3</b> : Appuyer techniquement les éleveurs pour faire face à l'insuffisance d'eau et d'alimentation	Organisation d'une campagne de vaccination annuelle	Nombre de campagne de vaccination effectuée	La propagation de maladies et l'inexistence de vétérinaire dans chaque site justifie l'importance de l'organisation d'une campagne de vaccination des animaux d'élevage	CT	Tous les sites
	Appui à la mise en place d'un système d'abreuvement des bétails	Nombre de puits forés	La mise en place d'un système d'abreuvement constitue une stratégie d'adaptation pour faire face à l'impact de la sécheresse qui se traduit	CT	Ambatoaranana, Andilamoko, Antenina, Ankovana, Antsatrana

Objectifs	Activités prioritaires	Indicateurs	Justification	Echéance	Zones prioritaires
			notamment par le dépérissement des animaux d'élevage		
	Promotion de pratiques sylvopastorales (Plantation d'arbres à usages multiples sur les prairies)	% de la population pratiquant le système sylvopastoral	Les produits issus du système sylvopastoral pourraient être utilisés comme aliment de substitution des bovidés pendant les périodes sèches	MT	Ambatoaranana, Andranofotsy, Ankovana, Antsatrana
	Formation des éleveurs sur les méthodes de conservation des fourrages (ensilage, etc.)	Nombre de formation dispensée	Le stockage et la conservation des fourrages garantit la sécurité alimentaire des bétails élevés tout au long de l'année	CT à MT	Ambatoaranana, Andilamoko, Antenina, Andranofotsy
	Promotion de races améliorées et d'élevage de petit ruminant comme l'élevage caprin	% de la population pratiquant l'élevage caprin	Le recours à d'autres type d'élevage comme l'élevage caprin est assez intéressant vu sa capacité à s'adapter à la sécheresse	MT	Ankovana, Antsatrana

#### 4.5.4. Planification des actions de restauration

La restauration représente une des actions prioritaires d'adaptation des écosystèmes de mangrove préconisées. Elle figure au deuxième axe stratégique stipulation la diminution de la sensibilité des mangroves par des restaurations actives et passives. En effet, la restauration des mangroves consiste principalement à restaurer les fonctions écologiques et sociales du paysage de mangrove tout en augmentant leur résilience face aux aléas climatiques. De la sorte, elle peut se présenter sous différentes formes mais d'une manière générale celles-ci peuvent se regrouper en deux grandes catégories : la restauration active et la restauration passive.

##### 4.5.4.1. Situation de la restauration actuelle

Des restaurations ont été déjà réalisées par les communautés locales appuyés par WWF depuis 2009 dans les zones d'intervention avec une intervention très poussée depuis 2014. Elles ont été réalisées dans le cadre de la mise en œuvre des plans d'aménagements de gestion simplifiés des différentes VOI mises en place tout en renforçant les actions d'adaptation dans la zone d'intervention depuis 2014. Les efforts sont très palpables étant donné qu'en termes de superficie, les restaurations jusqu'en ce moment réalisés sont estimées à **148.52 Ha** suivant les méthodes de couplage de relevé de points GPS et l'identification sur cartes avec fonds Google Earth avec la communauté locale des sites de restauration. Les sites ayant les surfaces restaurées les plus élevées correspondent aux sites prioritaires de WWF durant ses interventions antérieures à savoir Ampasivelona, Antenina et Antsatrana. Des surfaces importantes restaurées ont été également observés dans le site de Bedara. Par contre, durant les investigations sur le terrain, il a été observé qu'aucune restauration active n'est encore été déployée au niveau des sites d'Andranomena, Andranofotsy, Ambatoharanana et Ankazomoborona. Durant les actions de restauration, certaines espèces se trouvent très privilégiées par les communautés à savoir par ordre d'importance le *Cerriops tagal*, le *Rhizophora mucronata* et le *Bruiguiera*.

Tableau 53 : Situation actuelle des restaurations réalisées au niveau des sites étudiés

Commune	Site	Localité de Restauration	Zone restaurée	Année de restauration	Surface restaurée (Ha)	Espèce	Perception réussite
Bobasakoa	Andranomena	Néant					
Antsaravibe	Andranofotsy	Néant					
Antsohimbondrona	Antenina	Mahavavibe	Mangrove claire	2010	5.18	Honko vavy	90%
	Antenina	Antefaka	Mangrove claire	2015	5.21	Honko vavy	75%
	Antenina	Antsakafiry	Mangrove claire	2015	2.07	Honko lahy	80%
	Antenina	Antafian'Antenina	Mangrove claire	2016	5.14	Honko vavy	85%
	Antenina	Antsabarohana	Mangrove très claire	2014, 2015	4.17	Honko vavy	
Ambodibonara	Ampasiveloana	Betalatala	Mangrove claire/ très claire à 50% Mosotry, 50% honko vavy	2015	3.36	Honko vavy, Honko lahy et Tsitoloina	75%
	Ampasiveloana	Benikosa	Mangrove claire à dominance Mosotry	2014, 2015, 2016	11.75	Honko vavy,	80%
	Ampasiveloana	Maebo	Mangrove claire à dominance Mosotry et Honko vavy	2018	2.78	Honko vavy,	95%
	Ambodibonara	Antsahakolona	Mangrove très claire	2018	3.49	Honko vavy	
	Ambodibonara	Ankananosy	Mangrove claire	2018	1.38	Honko vavy	
	Ambodibonara	Antifimahogo	Mangrove dense Honko vavy	2015	1.60	Honko vavy	
	Ambodibonara	Antsahambiriky	Mangrove dense et claire	2009, 2013, 2018	1.45	Honko vavy	
Beramanja	Anjiabe	Mavogoa	Mangrove claire/ très claire à 50% Mosotry, 50% honko vavy	2017	1.26	Honko vavy	
	Anjiabe	Mavogoa	Mangrove claire/ très claire à 50% Mosotry, 50% honko vavy	2014	1.69	Honko vavy	75
	Anjiabe	Mavogoa	Mangrove dense Honko vavy et Honko lahy	2012	2.17	Honko vavy et honko lahy	
	Anjiabe	Anjiabe	Mangrove claire Honko vavy	2014	2.81	Honko vavy	
	Anjiabe	Mosorolava	Mangrove claire	2013	3.66	Honko vavy	
	Anjiabe	Mosorolava	Mangrove claire	2018	2.22	Honko vavy	
	Bedara	Antsahamaré	Mangrove dense	-	18.59	Honko vavy	
	Bedara	Ambondrona	Mangrove dense et claire	-	19.62	Honko vavy	
	Antsotsomo	Antiteraka	Mangrove claire		2.11	Honko vavy	
	Antsotsomo	Andengibe	Mangrove claire		9.30	Honko vavy	

\*\*\* Rapport final\*\*\*

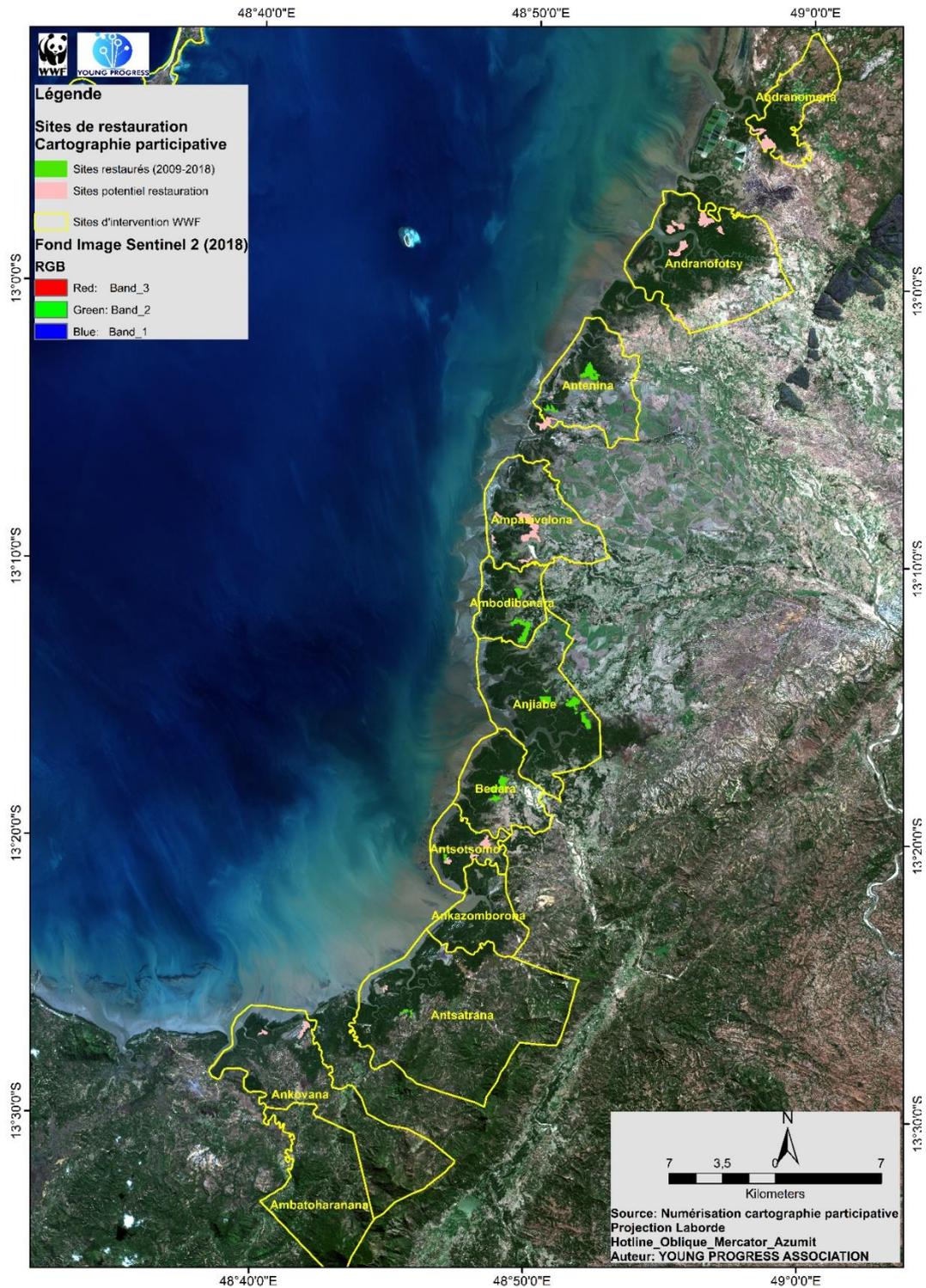
Commune	Site	Localité de Restauration	Zone restaurée	Année de restauration	Surface restaurée (Ha)	Espèce	Perception réussite
	Antsotsomo	Andengibe	Mangrove claire		8.82	Honko vavy	
	Ankazomborona	Néant					
	Antsatrana	Andimboka	Mangrove claire	2009	8.13	Honko vavy	30%
	Antsatrana	Vavan'Antsatrana	Mangrove dense	2014	4.12	Honko vavy	50%
	Antsatrana	Vavan'Antsatrana	Mangrove claire et tanne	2014	2.06	Honko vavy	25%
	Antsatrana	Beangola	Tanne	2014	5.43	Honko vavy	75%
	Ankovana	Antsahafaly	Tanne	2018	8.93	Honko vavy	15%
	Ambatoharana	Néant					
Zone d'étude					148.52		

#### 4.5.4.2. Sites de restauration future

Durant les investigations sur le terrain, des sondages ont été réalisés afin de coupler l'approche empirique et l'approche de modélisation pour l'identification des sites prioritaires pour la restauration. Ainsi, des planifications participatives des sites potentiels de restauration ont permis de délimiter aux environs de 836,01 ha de surface à restaurer suivant les perceptions de la communauté.

Tableau 54 : Sites des mangroves prioritaires à restaurer suivant les perceptions de la communauté

Commune	Site	Localité de Restauration	Zone restaurée	Espèce escomptée	Surface (Ha)
Bobasakoa	Andranomena	Antafiabe	Tanne et Mangrove très claire	Honko vavy	18.71
	Andranomena	Antsapanantelo	Tanne et Mangrove très claire	Honko vavy	53.03
Antsaravibe	Andranofotsy	Andranofotsy	Mangrove claire de honko vavy et Mosotry	Honko vavy	46.09
	Andranofotsy	Andrefan'i Mananjeba	Mangrove claire de honko vavy et Mosotry	Honko vavy	21.25
	Andranofotsy	Andrefan'i Mananjeba	Mangrove claire de honko vavy et Mosotry	Honko vavy	21.44
	Andranofotsy	Antsaniandaloko	Mangrove claire de honko vavy et Mosotry	Honko vavy	11.94
	Andranofotsy	Antiterakabe Atsimo	Mangrove claire et Tanne	Honko vavy et Mosotry	55.23
Antsohimbon drona	Antenina	Sahan'i Belaza	Mangrove dense, claire et tanne	honko vavy et mosotry	17.14
	Antenina	Antsabarohana	Mangrove claire et Tanne	honko vavy et mosotry	34.27
	Antenina	Andranomantsina	Mangrove dense et claire	Honko vavy	63.97
Ambodibonara	Ampasivelona	Antsamanandrina	Mangrove dense Anabovatra/ Restauration zone sensible	Anabovatra	6.15
	Ampasivelona	Antafiambotry	Mangrove dense Anabovatra/ Restauration zone sensible	Anabovatra	6.57
	Ampasivelona	Andohan'Ampasivelona	Mangrove très claire et claire (Mosotry et Honko vavy)	Mosotry et hono vavy	63.25
	Ampasivelona	Andohan'Ampasivelona	Mangrove très claire et claire (Mosotry et Honko vavy)	Mosotry et hono vavy	45.34
	Ampasivelona	Andolomena	Mangrove très claire et claire (Mosotry et Honko vavy)	Enrichissement Honko vavy	11.75
	Ambodibonara	Antsahakolona Atsimo, sahan'i Betoroko, Masindrano	Tanne et Mangrove très claire	Honko vavy	80.27
	Ambodibonara	Ampanasambity	Tanne et Mangrove très claire	Honko vavy	22.74
Beramanja	Anjiabe	Antoa	Mangrove claire	Honko vavy et Mosotry	71.75
	Anjiabe	Mosorolava	Mangrove claire	Honko vavy	39.58
	Anjiabe	Mavogoa	Mangrove claire	Honko vavy	31.14
	Bedara	Ifasy	Mangrove claire et Tanne	Mosotry et honko vavy	43.99
	Antsotsomo	Antsotsomo	Mangrove très claire et claire (Mosotry et Honko vavy)	Honko vavy	29.82
	Antsotsomo	Andengibe	Mangrove très claire et claire (Mosotry et Honko vavy)	Honko vavy	11.20
	Ankazomborona				
	Ankovana	Ambovotsara	Mangrove claire	Honko vavy et Mosotry	25.27
	Antsatrana	Vavan'Atsatrana	Mangrove claire et Tanne	Honko vavy	4.12
	Ambatoharanana			0.00	836.01

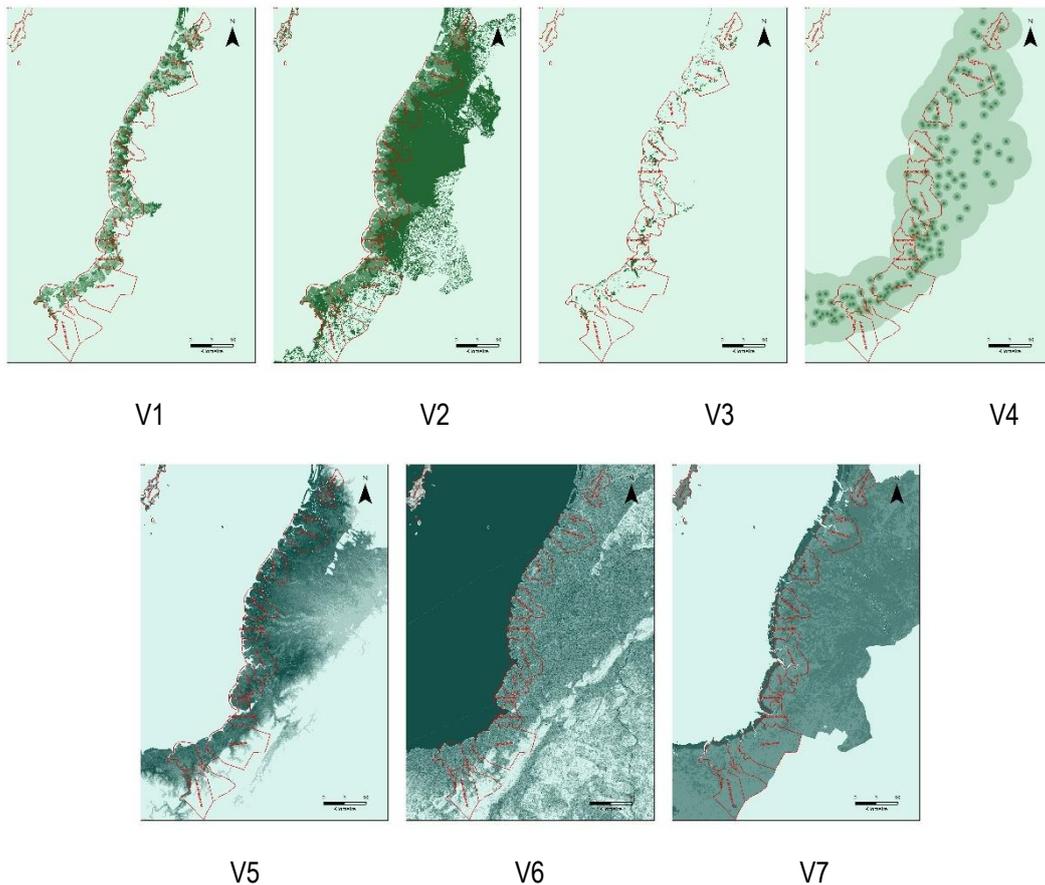


Carte 15 : Cartes de restauration actuelle et potentielle suivant la perception locale

#### 4.5.4.3. Sites de restauration potentielle

Pour mieux asseoir l'identification des sites potentielles de restauration, une modélisation spatiale a été entamée basée sur les variables spatiales comprenant :

- V1 : suivant la densité ou la dégradation des mangroves
- V2 : suivant l'exposition des terres
- V3 : suivant l'état des mangroves antérieures
- V4 : suivant la distance par rapport aux villages
- V5 : suivant l'altitude
- V6 : suivant la topographie notamment la pente
- V7 : suivant le niveau d'humidité



La simulation a été axée sur la restauration des espaces ouverts, proche des villages et bio physiquement adaptée au développement des mangroves. D'après ce scénario et dans un objectif à court terme, 101,15 Ha se trouve dans la zone à priorité très élevée, 1 618 Ha est à priorité élevée et 3 384Ha à priorité moyenne pour l'ensemble des paysages. L'objectif en termes de superficie peut pourtant être adaptée suivant l'effort de restauration tenant compte de la distribution spatiale de l'aptitude à la restauration.



#### 4.6. Protocole de suivi pour la faune et la flore

L'analyse menée dans cette étude a été axée sur les « risques » que courent les écosystèmes des mangroves (y compris la faune associée) face aux changements climatiques - approche développée par les experts du GIEC (en 2014) dans le cadre du 5ème rapport ou AR5 (*Fifth Assessment Report*). Ainsi, le protocole de suivi sera axé sur les risques qui menacent l'existence de chaque élément biotique constitutif de l'écosystème de mangrove. Pour la faune, il s'agit dans cette étude d'un état de référence de la population faunistique de la baie d'Ambaro. Donc, le protocole de suivi constituerait un outil permettant de suivre en permanence l'évolution de la population des animaux sauvages de la baie d'Ambaro, leurs habitats, les menaces et pressions pesant sur la population ainsi que leurs comportements vis-à-vis de l'évolution de leurs habitats selon leur vulnérabilité. Spécifiquement pour la flore, le système de suivi est fonction de l'exposition (importance de la mangrove à risque), des aléas (dangers) qui pourraient être anthropiques ou climatiques.

Ainsi, le suivi a pour objet de détecter les tendances de la situation initiale (état zéro par rapport à ce mandat) de l'écosystème de mangrove, basé sur des indicateurs adéquats selon les situations observées à l'état « zéro ». A l'aide des observations régulières des indicateurs fauniques et floristiques, le suivi doit fournir des informations rapides pour pouvoir mettre en œuvre dans le court à moyen terme des actions efficaces pour éradiquer des situations spécifiques momentanément observées. En général, le système de suivi doit couvrir (i) le suivi de l'impact des activités anthropiques sur l'écosystème, (ii) le suivi des indicateurs de santé des écosystèmes de mangrove ainsi que de la faune associée afin de détecter les changements dans les interactions biologiques et de mettre en œuvre ainsi les mesures y afférentes dans les délais convenables, (iii) le suivi des principales pressions et menaces (climatiques et non climatiques) pesant sur l'ensemble de l'écosystème, et (iv) le suivi de l'efficacité des stratégies d'adaptation adoptées.

##### 4.6.1. Protocole de suivi des espèces faunistiques

Un suivi écologique dit aussi "Monitoring" est une activité qui consiste à collecter des données d'une façon continue sur un milieu, sur sa biodiversité dans le temps et l'espace pour observer son évolution (Sutherland, 2000). Des auteurs comme Elzinga *et al*; (1998) définissent le monitoring comme "la collecte et l'analyse d'une répétition d'observation ou de mesure pour évaluer les changements dans le temps pour un but de gestion". C'est une partie très importante pour la biologie de conservation (Marsh & Trenham, 2008).

Pour entreprendre un suivi écologique de la faune, un système simple peut être mis en place (Figure 6). Suivant la définition même du suivi écologique, le but est donc de collecter des données sur la faune avec une possibilité de répétition.

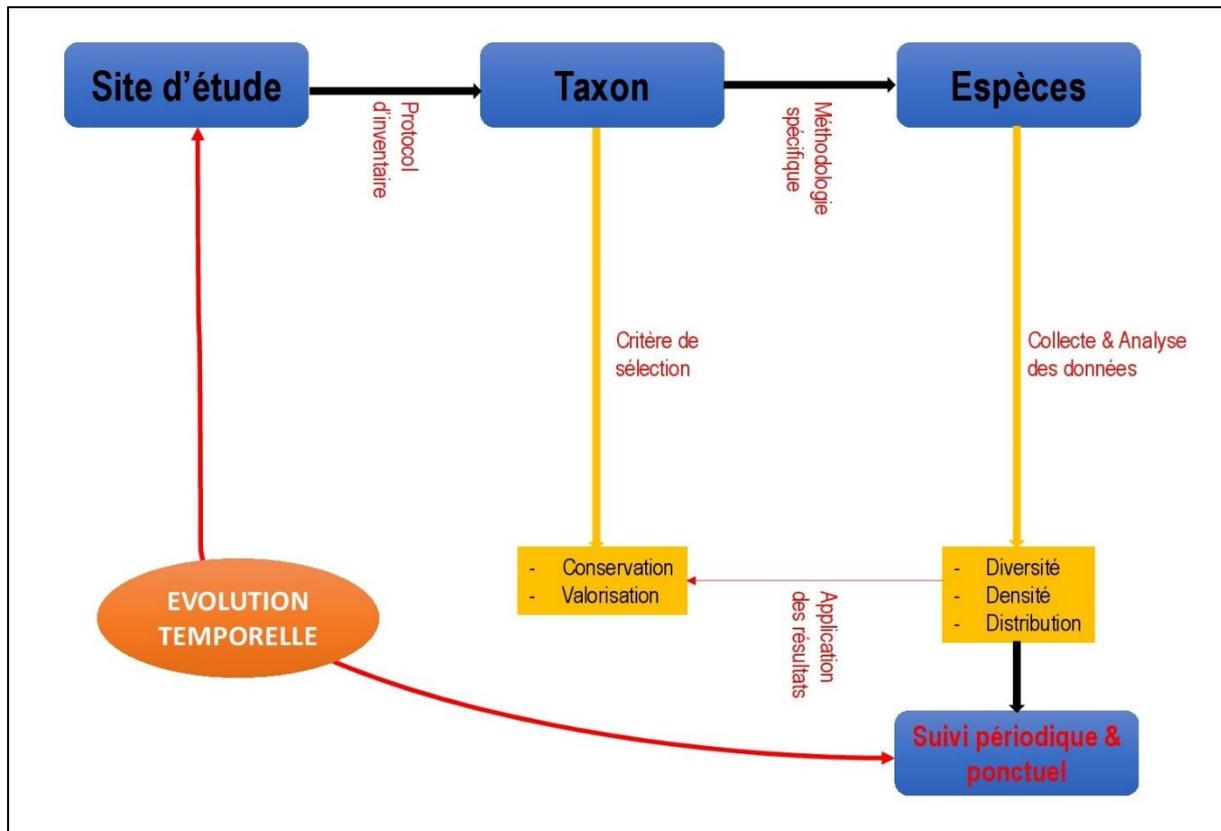


Figure 47: Schéma organisationnelle pour la mise en place d'un suivi écologique de la faune

En référant à la figure ci-dessus, le suivi écologique doit prendre en considération quatre paramètres :

- **Site d'étude:** Avant de d'entreprendre une quelconque action, la zone d'étude doit être bien délimitée pour clarifier l'étendue de la zone à étudier. Ceci est très important car l'importance d'une étude est souvent corrélée avec le milieu où elle est faite. Une fois le site d'étude déterminé, un protocole d'inventaire peut être mis en place suivant les différents types d'habitats présents, la topographie et le climat.
- **Taxon:** Dans une étude de suivi, faire l'inventaire de la totalité de toutes les espèces animales présentes dans le site d'étude est peu raisonnable. Les dénombrements et les mensurations devraient être faites sur des taxa bien déterminés pour assurer la faisabilité de la recherche. Le choix des taxa cibles doit se faire selon deux critères; la conservation et la valorisation du site. En d'autres termes, les suivis doivent considérer les espèces animales qui ont un intérêt pour la conservation afin de démontrer la pertinence de l'étude. Le site d'étude doit aussi être mis en valeur en choisissant des espèces endémiques ou menacées.
- **Espèce:** Quant les taxa à étudier ont été déterminés, une méthodologie sera mise en place pour mener à bien les suivis. A chaque classe animale, une méthode d'inventaire spécifique sera utilisée pour s'assurer de la qualité des observations et de la possibilité de répétition. Voici quelques exemples des méthodes les plus simples mais très efficaces selon les différents taxons :
  - Mammifères: Inventaire par transect
  - Reptiles: Inventaire par pit-fall
  - Amphibiens: Inventaire par fouille systématique des habitats
  - Oiseaux: Inventaire par liste Mac Kinnon
  - Insectes: Inventaire par piège lumineux

Grâce à ces méthodes, la densité, la distribution des différentes espèces et les indices de diversité du site d'étude peuvent être calculés.

- **Suivi périodique et ponctuelle:** C'est la partie la plus importante de l'étude. Une fois que les méthodes mises en place ont donné des résultats concluants, les inventaires doivent être répétés suivant divers paramètres temporels (Mensuelle, Annuelle ou Saisonnière). En faisant des répétitions, plusieurs résultats seront obtenus et des comparaisons pourront être faites. Avec ce procédé, l'évolution de la faune au cours du temps pourra être observée.

#### 4.6.2. Protocole de suivi des espèces floristiques

##### 4.6.2.1. Suivi de l'état sanitaire des mangroves : Placettes permanentes de suivi (PPS)

Pour le suivi de l'état de santé des mangroves, des placettes permanentes sont recommandées pour le suivi floristique. Le suivi consiste à relever toutes les informations sur les espèces présentes dans les placettes permanentes pour évaluer et généraliser l'état sanitaire de l'ensemble des mangroves. Les placettes permanentes sont réparties sur les 4 classes (MTD, MD, MC, MTC) que l'on a identifiées et prises comme base lors de cette étude.

- Les paramètres de suivi de PPS

La santé des mangroves est évaluée à l'aide de l'état de chaque espèce composant l'écosystème. Le suivi de chaque individu observé dans les placettes prises comme échantillons et le diagnostic du micro-écosystème représentatif de l'ensemble du site permet de généraliser l'ensemble des mangroves. Dans ce cas, pour chaque PPS, les paramètres de suivi sont :

- Richesse spécifique et composition de la population,
- Densité spécifique,
- Surface terrière (hauteur, Diamètre ou circonférence à 1,30m du sol ou au niveau du collet pour les petits arbres),
- Taux de recouvrement,
- Nombre de souches ou pieds coupés ou mort sur pieds,
- Taux de régénération naturelle

- Méthode et protocole de mise en œuvre

Puis que cette étude a fait ressortir 4 classes de mangroves au niveau de la baie d'Ambaro, le suivi devrait donc tenir compte des différentes classes pour la mise en place des placettes permanentes de suivi. La mise en œuvre de l'inventaire, la localisation et la délimitation de ces différentes placettes vont faire référence au protocole d'inventaire utilisé dans cette étude. En général, les placettes d'inventaire se trouvent le long d'un transect perpendiculaire aux chenaux ou à la mer à des intervalles constants de 50 m. La taille des PPS est de 10m x 10 m correspondant à un pixel d'une image Sentinel 2A. Pour chaque classe de mangrove, 3 placettes permanentes de suivi sont suggérées au niveau de chaque site, ce qui donnera 12 PPS par site (par COBA). Pour l'ensemble de 4 classes, on aura donc 1200m<sup>2</sup> d'aire de relevés au niveau de chaque site. Ce qui est déjà plus grande par rapport à l'aire minimale des relevés (900m<sup>2</sup>) définie par Afidegnon (1999) pour les mangroves. Les limites de ces parcelles seront matérialisées en permanence par des peintures à l'huile car les relevés se font régulièrement.

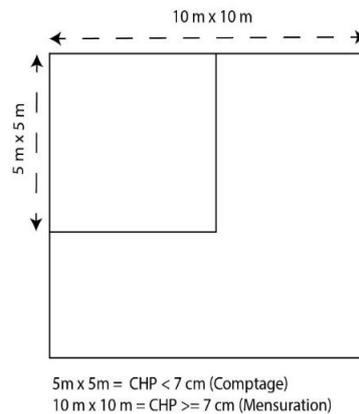


Figure 48 : Dispositif de suivi floristique

Dans chaque placette permanente et pour tous les individus, le nom de l'espèce, la CHP ou au niveau de collet, la hauteur du fut, la hauteur totale et l'état de développement des arbres seront enregistrés. Les jeunes arbres ayant une circonférence (CHP) strictement inférieure à 7 cm seront considérés comme régénération naturelle et dénombrés dans une sous-placette de 5 m x 5 m. De plus, le niveau des pressions dans la placette sera évalué par rapport au nombre des arbres coupés/morts.

#### 4.6.2.2. Suivi de l'état de développement : Suivi phénologique

Le suivi phénologique de chaque espèce consiste à suivre l'état des feuilles, de fleurs, des fruits, des graines ou propagules de la plante afin de suivre le développement et la période de chaque stade de développement de l'espèce, pour enfin faciliter la planification du reboisement/restauration au moment de la maturation des graines (propagules). Le suivi a également pour objet de surveiller la stabilité de chaque stade de développement (phase de croissance, phase de floraison, phase de fructification, phase de maturation des graines). Les individus cibles peuvent être localisés à l'intérieur des PPS ou en dehors des placettes. Pour cela, il faut choisir 5 pieds sains par espèce au niveau de chaque site (choisir et marquer à l'aide des peintures permanentes l'arbre qui peut être localisé dans les placettes permanentes ou dans les zones faciles d'accès pour faciliter le suivi.

Le suivi phénologique se fait **tous les mois**, mais en début de saison de floraison le suivi se fait **une fois par semaine** pour pouvoir bien suivre la période de production des graines (propagules).

Les entités responsables de suivi floristique sont :

- CLB : Collecte de données,
- ROSEDA : Encadrement et accompagnement des CLB dans la collecte des données sur le terrain,
- WWF : Formation des CLB sur la collecte des données ; traitement des données ; planification des activités de reboisement selon l'évolution de l'état phénologique des plantes ; analyse de la stabilité de la saison de chaque stade de développement.

Les CLB doivent se munir des GPS, Fiches d'inventaires (Cf. Annexe), mètre ruban (mesure de CHP), corde pour la délimitation de la placette, une perche graduée (mesure de hauteur), et un appareil photo (prise de photo pour chaque changement de l'état phénologique).

Bref, pour les suivis floristiques, le protocole de suivi est résumé comme suit :

Objectifs	Méthodes	Responsables	Echéances	Moyens d'exécution	Mise en œuvre
<b>1 - SUIVI DE L'ETAT SANITAIRE DES MANGROVES</b>					
Suivre en permanence l'état sanitaire des mangroves et l'évolution de l'écosystème	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suivi des PPS : 3 placettes par classe (4 classes)</li> <li>- Suivi des pressions dans les PPS</li> <li>- Suivi de la capacité de régénération</li> </ul>	CLB WWF ROSADA	Long terme (suivi en permanence sur des longues périodes dont les résultats de cette étude sont la base d'évaluation de l'évolution)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mensuration dendrométrique des individus ;</li> <li>- Comptage des arbres coupés ;</li> <li>- Comptage des régénérations naturelles</li> </ul>	Inventaire tous <b>les 6 mois.</b>
<b>2 - SUIVI DE L'ETAT DE DEVELOPPEMENT DES ESPECES</b>					
Suivre en permanence l'évolution de chaque stade de développement de chaque espèce de palétuviers	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choix de 5 individus par espèce à suivre et marquage des individus ;</li> <li>- Suivi continu de l'état des feuilles, fleurs, fruits, graines.</li> </ul>	CLB ROSEDA	MT à LT (selon la planification des activités de reboisement).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observation de l'état des feuilles, fleurs, fruits, graines ;</li> <li>- Remplissage des fiches de suivi (Cf. Annexe).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toute l'année,</li> <li>- Suivi phénologique à réaliser tous les mois pendant la période de végétation,</li> <li>- Suivi hebdomadaire dès le début de la floraison</li> </ul>

#### 4.6.3. Suivi des pressions et menaces sur l'écosystème

Pour le suivi des pressions et menaces sur l'écosystème de mangrove, un système de suivi écologique participatif (SEP) dans toutes les zones de mangroves accessibles à pieds ou en bateau seront à développer au niveau de chaque site. Le SEP consiste à surveiller les mangroves, à détecter toutes les chocs (climatiques et/ou non climatiques) qui peuvent avoir des impacts négatifs sur le fonctionnement de l'écosystème. Il s'agit d'appréhender et de constater en permanence les pressions et menaces observée à Ambaro pour pouvoir prendre à temps des mesures.

Les menaces et pressions les fréquentes et à suivre sont :

- Le défrichement
- Les coupes sélectives de palétuviers
- Changements de l'occupation du sol dans et autour des mangroves
- La chasse illicite (surtout les oiseaux)
- L'ensablement, inondation
- L'augmentation du niveau de la mer
- L'augmentation de la salinité de la mer
- La vitesse et direction de vents ou cyclones
- Divagation des bétails.

Généralement, les CLB sont les responsables de l'exécution du suivi écologique, avec l'appui du WWF et la collaboration des animateurs locaux (ROSEDA) pour les thématiques plus spécifiques. Les patrouilleurs doivent

se munir d'un GPS, d'une fiche de suivi, et d'un appareil photo (ou GPS avec appareil photo intégré). WWF se chargera de l'exploitation des données ici des activités locales (cartographie des pressions et menaces, par exemple), pour des prises de décision immédiates.

En appui aux patrouilles communautaires, des contrôles inopinés réalisés par les agents spécialisés de la Direction Régionale chargée de l'Environnement et du Cantonement Forestier devraient être faits pour la dératisation de la zone (au moins une fois par trimestre).

Tableau 56 : Protocole de suivi des pressions

PARAMETRES DE SUIVI	INDICATEURS	METHODES	MATERIELS/OUTILS	FREQUENCES	RESPONSABLES
Suivi des pressions anthropiques	Degré des pressions anthropiques : - Informations sur les bois coupés (Nom de l'espèce, Diamètre, longueur, Nombre, Estimation de date de coupe, utilisation probable des bois coupés...), - Surface des zones défrichées, - Fréquence de rencontre avec des hommes ou des animaux d'élevage.	- Descente inopinée dans les mangroves par les <i>Polisin'ala</i> (Patrouilleurs de la COBA), - Suivi suivant une piste, ou suivant le chenal en pirogue - Enregistrement des points d'occurrence des pressions sur GPS	- Fiche de suivi (Annexe) - GPS - Appareil photo	Une fois par semaine	Communauté locale
Mission de contrôle (brigade mixte) par l'administration forestière	- Nombre de missions de brigade mixte - Nombre d'infractions et de délits	- Descente inopinée des agents contrôleurs de l'administration forestière avec des gendarmes ; - Opération de répressions	- GPS - Moyens de transport	Trimestriel	- Direction régionale chargée de l'environnement et Cantonnement forestier. - WWF - Polisin'ala
Suivi des menaces sur la biodiversité	Degré de menaces : - Superficie des zones inondées, ensablées, ou atteinte de la sécheresse ; - Surface érodée, - Nombre, nom et caractéristique dendrologiques des bois morts sur pieds ou coupés (par des vents forts ou cyclones).	- Suivi en particulier des zones sensibles - Enregistrement des points d'occurrence des menaces sur GPS	- Fiche de suivi (le même que pour les pressions anthropiques) - GPS - Appareil photo	Une fois par semaine (réalisé avec le suivi des pressions anthropiques)	Communauté locale
Changements de l'occupation du sol	- Superficie affectée à des activités quelconques (changement observé) - Type d'occupation observé	- Observation directe lors des suivis participatifs - Enregistrement des points GPS	- GPS - Fiche de suivi	Une fois par semaine (réalisé avec le suivi des pressions anthropiques)	Communauté locale
Suivi de changement de la salinité de la mer	- Taux de salinité - Différence de salinité entre les dates	Mesure de la salinité à l'aide de salinomètre, dans ou à proximité des parcelles de suivi floristique.	- Salinomètre - Fiche de suivi de la salinité - GPS (relevé du lieu de mesure)	Tous les 6 mois (lors des inventaires)	Animateur local (ROSEDA)
Suivi de l'augmentation du niveau de la mer	- élévation du niveau de la mer	- Mise en place une barre graduée pour la mesure de l'élévation de la mer au niveau de chaque site, - Lecture de la valeur	Cahier de suivi	Tous les mois (heure de suivi fixe).	Animateur local (ROSEDA)
La vitesse et direction de vents forts cyclones	- Intensité de cyclones (Nom, Vitesse de vents, rafale...) - Fréquence de cyclones	Enregistrement du nom de cyclone, date de passage, et des vitesses de vents	Cahier de suivi	Appréciation locale à chaque passage des cyclones	Animateur local (ROSEDA)

## 5. CONCLUSION

Bref, le changement climatique n'est plus une fable pour la planète. Ses impacts sur les écosystèmes et la biodiversité ainsi que sur la vie humaine et les secteurs d'activité économique sont déjà constatés depuis des années. Des risques futurs probables menaçant la vie sur terre, en analysant les situations de vulnérabilité actuelles, sont à craindre. Pour le cas de l'écosystème des mangroves et de la communauté riveraine des mangroves de la baie d'Ambaro, l'analyse des situations de vulnérabilité actuelles constitue un point essentiel pour la prévision des risques climatiques futurs, afin d'en anticiper les stratégies d'adaptation ou d'atténuation des risques ; d'où l'importance cruciale de cette étude. Pour atteindre les objectifs assignés au mandat, la présente étude a mobilisé plusieurs concepts et approches, notamment la prise en compte des grandes lignes directives du Cinquième rapport du GIEC en 2014 (AR5) sur l'analyse de la vulnérabilité basée sur les risques, l'approche *Climate Crowd*, l'approche spatiale (en intégrant les données de la DGM dans le processus d'analyse), et l'enquête socio-économique. La prise en compte des directives de l'AR5 présente un grand intérêt du fait qu'elles englobent dans le processus d'analyse l'état de vulnérabilité actuelle (dans la chaîne d'impacts) et la prévision des risques climatiques futurs menaçant l'écosystème et la population riveraine. Cela permet d'anticiper des actions d'adaptations à court terme pour l'éradication des situations d'urgences actuelles et la prévision future des changements par rapport à l'exposition et la vulnérabilité de l'écosystème et de la communauté humaine.

Pour l'aspect flore, le prétraitement cartographique a permis de classer les mangroves de la baie d'Ambaro (34 516 ha) en 4 catégories, dominées par la classe de mangrove très claire : Mangrove très dense (19,94%), Mangrove dense (26,21%), Mangrove Claire (17,86%) et Mangrove Très Claire à caractère rabougri (36%). Cette classification a été validée sur le terrain, et a servi de base pour la conduite de l'inventaire et de l'analyse de la vulnérabilité floristique et l'analyse des risques. L'inventaire floristique a permis d'identifier 08 espèces de palétuviers appartenant à 08 genres et à 06 familles (la richesse spécifique par village varie de 5 à 7), dont la densité relative de la forêt de mangrove de la Baie d'Ambaro est de 3188 tiges/ha (allant de 1013 tiges/ha pour la mangrove très claire à 5630 tiges/ha pour la classe très dense). La faune associée à l'écosystème des mangroves fait également l'objet de cette étude, servant d'un état de référence de l'évolution de la communauté faunistique de la baie d'Ambaro. Neuf (09) espèces mammaliennes (plus haute diversité à Antsatrana) réparties dans cinq ordres (2 espèces de Lémuriens, 1 espèce de rongeurs, 1 espèce de félins, 3 espèces de Chiroptères et 2 espèces de Tenrec) ; 12 espèces de Reptiles (plus haute diversité à Bedara et plus faible à Antena) ; et 3 espèces d'Amphibiens ont été inventoriées dans la baie d'Ambaro (mangrove et écosystème associé). Concernant la population aviaire, avec l'utilisation des méthodes MacKinnon et Look-See, les résultats sont très riches. Ainsi, la baie d'Ambaro abrite 30 espèces d'oiseaux aquatiques et 45 espèces forestières. La partie Nord est plus riche en espèces aviaires, suivie de la partie Centre. La partie sud est pauvre en oiseaux. Les espèces aquatiques les plus abondantes à Ambaro sont *Butoroides striatus*, *Corythornis vintsioides*, et *Numenius phaeopus* ; tandis que les espèces forestières dominantes sont *Oena capensis*, *Dicrurus forficatus*, et *Nectarinia souimanga*. Vu l'importance des espèces d'animaux (surtout les oiseaux aquatiques) nichant les zones humides de l'Ambaro, la protection de la forêt des mangroves garantit des conditions optimales de survie des animaux sauvages. Des stratégies de gestion et de conservation des zones humides devraient être développées et mises en œuvre dans la zone d'Ambaro pour maintenir l'interaction entre les animaux et leurs habitats.

Concernant l'analyse des risques, les dangers climatiques impactant directement le fonctionnement de l'écosystème de mangrove et les moyens de subsistance de la population riveraine sont liés à l'instabilité des précipitations, l'élévation de la température, l'élévation du niveau de la mer et de la salinité, la sécheresse et les cyclones. Ces chocs climatiques ont des impacts négatifs sur la forêt de mangrove et les incidences non

maitrisées constituent sur le long terme des risques graves (risque de mort sur pieds des mangroves, risque d'ensablement des mangroves, risque d'appauvrissement spécifique, et risque de recul des mangroves). Par rapport à ces incidences climatiques, la population riveraine est également menacée (risque d'insécurité alimentaire, risque de perte financière pour les pêcheurs, et risque de réduction progressive de la taille de cheptel de bovidés).

Ces différents risques ont été traités et analysés un à un dans cette étude selon la vulnérabilité des systèmes et leur exposition. Pour l'aspect socioéconomique, le risque d'insécurité alimentaire est plus prononcé dans la communauté rizicole d'Andranofotsy, d'Ambatoaranana et d'Andilamoko (faible rendement et faible superficie cultivée). Pour la culture de canne à sucre, Bedara, Ambodibonara et Anjiabe constituent les sites les plus sensibles. Et, pour la culture de manioc, les localités d'Ambodibonara et d'Antenina figurent parmi les sites les plus sensibles. D'une manière globale, le niveau de risque d'insécurité alimentaire pour les ménages agricoles est élevé pour les sites d'Antenina (0,69) et d'Ambatoaranana (0,64), tandis que pour les autres sites le niveau de risque est intermédiaire (le niveau de risque varie de 0,48 à 0,6). Pour l'ensemble de la baie d'Ambaro, le niveau de risque d'insécurité alimentaire est évalué à intermédiaire. La stratégie d'adaptation recommandée serait donc l'adoption d'une agriculture durable résiliente au CC pour assurer l'autosuffisance alimentaire. Concernant le secteur pêche, les communautés ont un faible capacité d'adaptation à la baisse de production. Les pêcheurs d'Andilamoko, d'Ampasivelona et d'Antsatrana sont les plus sensibles en raison de baisse de capture journalière. Le niveau de risque de perte financière due à la vulnérabilité du secteur pêche est élevé pour les sites d'Antenina, d'Andilamoko, d'Ampasivelona, de Bedara d'Ambodibinara et d'Antsotsomo. Face à cette situation, l'axe stratégique pour l'adaptation est la promotion de la pêche durable en vue d'assurer la sécurité financière des communautés de pêcheurs. Pour l'ensemble de la baie d'Ambaro, le niveau de risque de perte financière est intermédiaire (0,58). En fin, pour le secteur élevage, le site d'Ambatoaranana est le plus risqué tandis que le risque pour le site d'Ampasivelona est faible, celui des autres sont intermédiaires. Pour éradiquer la situation de vulnérabilité, l'axe stratégique à mettre en œuvre est la promotion d'une pratique d'élevage tolérant et adapté à la sécheresse.

A propos des risques climatiques que court l'écosystème de mangrove, le niveau des 04 risques considérés varie en fonction des 12 villages. Ainsi, pour tous les villages, aucun risque ne dépasse le seuil de risque très élevé. Le village d'Antenina est le moins risqué avec 03 risques (ensablement, appauvrissement spécifique et mort sur pied) au niveau bas et 01 risque (recul) au niveau intermédiaire. Anjiabe est le plus risqué avec les 04 risques se trouvant au niveau du seuil de risque élevé. Le risque d'ensablement dépasse le niveau élevé dans 06 villages (Ambatoaranana, Anjiabe, Ankovana, Bedara, Antsotsomy et Antsatrana) ; le risque de recul dépasse ce seuil pour 02 villages (Anjiabe et Andranofotsy) ; 01 village (Antsatrana) pour le risque d'appauvrissement spécifique et aucun village n'atteint ce seuil pour le risque de mort sur pied. Le risque d'ensablement est dans la zone basse pour 03 villages (Antenina, Ampasivelona et Andilamoko) ; si les risques 03 autres risques n'est dans cette zone (niveau bas) que pour un village (Antenina pour le risque de mort sur pied et d'appauvrissement spécifique ; et Ankazomborona pour le risque de recul des mangroves). Toutefois, pour aucun village, aucun risque n'est dans la zone de risque très bas. Globalement, la forêt de mangrove de la Baie d'Ambaro est moyennement risqué par rapport à la variabilité des paramètres climatiques. Ces risques sont liés aux caractéristiques et structure floristiques des mangroves et la capacité de gestion des communautés locales de base. Bref, pour rendre résiliente l'écosystème de mangrove de l'Ambaro, des actions stratégiques visant à améliorer et renforcer la gestion locale des mangroves sont nécessaires pour augmenter la résilience de l'écosystème aux risques climatiques. Aussi, il faut augmenter la diversité et la superficie des forêts de mangrove à travers l'aménagement et la restauration des zones dégradées et des zones sensibles de l'écosystème des mangroves. Enfin, il faut limiter l'érosion hydrique et éolienne sur les versants et des écosystèmes hors mangroves par la gestion et

aménagement durables de ces écosystèmes hors mangrove (terres en amont des bassins versants sensibles à l'érosion).

## 6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

Durango-Cordero JS, Satyanarayana B, Zhang J, Wang J, Chen M, Fanghong X, Chan JCW, Kanagying L, Bogaert J, Koedam N, Dahdouh-Guebas F (2013) Vegetation structure at Zhangiang Mangrove National Reserve (ZMMNR), P.R. China: a comparison between original and non-original trees using ground truthing, remote sensing and GIS techniques. <http://www.vliz.be/imisdocs/>

Association RENIALA (2014), protocole de suivi écologique des mangroves de la baie d'Ambaro (région DIANA) vis-à-vis du changement climatique. WWF.

Association RENIALA (Décembre 2014), Rapport mis à jour sur la vulnérabilité des mangroves et de la faune associée d'Antsatrana et d'Ankazomborona (Région DIANA). WWF.

Baldwin, R. A, Quinn, N., David, D. H., & Engeman, R. M. (2005). Indexing principles and a widely applicable paradigm for indexing animal populations. *Wildlife Research*, 32 (3), pp. 203–210.

Ball, M. C., and M. A. Sobrado. 2002. Ecophysiology of mangroves: challenges in linking physiological processes with patterns in forest structure. Pages 331–346 in M. C. Press, J. D. Scholes and M. G. Barker, editors. *Advances in plant physiological ecology*. Blackwell Science, Oxford, UK.

Ball, M. C.. 1988. Ecophysiology of mangroves. *Trees – Structure and Function* 2:129–142.

Beals, M., Gross, L., & Harrell, S. (2000). Diversity indices: Shannon's H and E. p. <http://www.tiem.utk.edu/~gross/bioed/bealsmodules/shannonDI.html>.

Begon, M., Harper, L., M., & Townsend, C. R. (1996). *Ecology: Individuals, Populations, and Communities*, 3rd edition. Blackwell Science Ltd., Cambridge, MA.

Bianchi TS, Allison MA, Zhao J, Li X, Comeaux RS, Feagin RA, et al. Historical reconstruction of mangrove expansion in the Gulf of Mexico: linking climate change with carbon sequestration in coastal wetlands. *Estuar Coast Shelf Sci.* 2013;119:7–16. doi:10. 1016/j.ecss.2012.12.007.

Brahic, É., & Terreaux, J.-P. (2010). Estimer la valeur économique de la biodiversité en forêt, difficultés et méthodes. Dans *Sciences Eaux & Territoires* (Numéro 3), p. pages 16 à 19.

BUREL, F., BAUDRY, J. (2003). *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Paris France.

Cahoon, D. R., P. Hensel, J. Rybczyk, K. L. McKee, E. Proffitt, and B. C. Perez. 2003. Mass tree mortality leads to mangrove peat collapse at Bay Islands, Honduras after Hurricane Mitch. *Journal of Ecology* 91:1093–1105.

Castañeda-Moya, E., R. Twilley, and V. Rivera-Monroy. 2013. Allocation of biomass and net primary productivity of mangrove forests. *Forest Ecology and Management* 307:226–241.

Castañeda-Moya, E., R. Twilley, V. Rivera-Monroy, K. Zhang, S. III Davis, and M. Ross. 2010. Sediment and nutrient deposition associated with hurricane Wilma in mangroves of the Florida Coastal Everglades. *Estuaries and Coasts* 33:45–58.

Castilla, G. 2003. Object-oriented analysis of Remote Sensing images for land cover mapping: conceptual foundations and a segmentation method to derive a baseline partition for classification. Ph.D. Thesis. Polytechnic University of Madrid, Spain.

- Clough, B. F., T. J. Andrews, and I. R. Cowan. 1982. Physiological processes in mangroves. Pages 193–210 in B. F. Clough, editor. *Mangrove ecosystems in Australia: structure, function and management*. Australian National University Press, Canberra, Australia.
- Comeaux RS, Allison MA, Bianchi TS. Mangrove expansion in the Gulf of Mexico with climate change: implications for wetland health and resistance to rising sea levels. *Estuar Coast Shelf Sci.* 2012;96:81–95. doi:10.1016/j.ecss.2011.10.003.
- de Boer WF. The rise and fall of the mangrove forests in Maputo Bay, Mozambique. *Wetl Ecol Manag.* 2002;10:313–22. doi:10.1023/A:1020389420591.
- Doyle, T. W., K. W. Krauss, W. H. Conner, and A. S. From. 2010. Predicting the retreat and migration of tidal forests along the northern Gulf of Mexico under sea-level rise. *Forest Ecology and Management* 259:770–777.
- Duke, N. C., M. C. Ball, and J. C. Ellison. 1998. Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. *Global Ecology and Biogeography* 7:27–47.
- Ellis, M. V. (2013). Impacts of pit size, drift fence material and fence configuration on capture rates of small reptiles and mammals in the New South Wales rangelands. *Australian Zoologist*, 36: 404–412.
- Ellison, 2015. Vulnerability assessment of mangroves to climate change and sea-level rise impacts. *Wetlands Ecol Manage.* DOI 10.1007/s11273-014-9397-8
- Ellison, J.C. (2014), *Climate Change Adaptation: Management Options for Mangrove Areas*.
- Elzinga, A. L., Salzer, D. W., & Willoughby, J. W. (1998). *Measuring and Monitoring Plant Populations*. Bureau of Land Management, Denver, CO, USA.
- Eric L. Gilman, *et All.*, (2008), Threats to mangroves from climate change and adaptation options. 14p
- Eslami-Andargoli, L., P. Dale, N. Sipe, and J. Chaseling. 2009. Mangrove expansion and rainfall patterns in Moreton Bay, southeast Queensland, Australia. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 85:292–298.
- Field, C. 1995. Impacts of expected climate change on mangroves. *Hydrobiologia* 295:75–81.
- Frej Limayem. 2001. Modèles de pondération par les méthodes de tri croisé pour l'aide à la décision collaborative en projet. *Sciences de l'ingénieur [physics]*. Ecole Centrale Paris.
- Friess, D. A., K. W. Krauss, E. M. Horstman, T. Balke, T. J. Bouma, D. Galli, and E. L. Webb. 2012. Are all intertidal wetlands naturally created equal? Bottlenecks, thresholds and knowledge gaps to mangrove and saltmarsh ecosystems. *Biological Reviews* 87:346–366.
- Gerville-Réache, L., & Couallier, V. (2011). ÉCHANTILLON REPRÉSENTATIF (D'UNE POPULATION FINIE): DÉFINITION STATISTIQUE ET PROPRIÉTÉS. Échantillon représentatif, Sondage, Quotas, Probabilités d'inclusion. pp. <hal-00655566>.
- GIEC 2014. Summary for Policymakers. In : *Climate Change 2013 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Résumé à l'attention des décideurs in : Changements climatiques 2013 : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat)*. Cambridge et New York : Cambridge University Press.

GIEC, 2014, Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptation et vulnérabilité – Résumé à l'intention des décideurs. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

GIEC. 2013. Climate change 2013: the physical science basis. Cambridge University Press, New York, New York, USA.

Gilman, E., J. Ellison, and R. Coleman. 2007. Assessment of mangrove response to projected relative sea-level rise and recent historical reconstruction of shoreline position. *Environmental Monitoring Assessment* 124:105–130.

Gilman, E., J. Ellison, N. Duke, and C. Field. 2008. Threats to mangroves from climate change and adaptation options: a review. *Aquatic Botany* 89:237–250.

Giri, C.; Muhlhausen, J. (2008), Mangrove forest distributions and dynamics in Madagascar (1975–2005). *Sensors* 2008, 8, 2104–2117.

GIZ 2014 : Guide de référence sur la vulnérabilité : Concept et lignes directrices pour la conduite d'analyses de vulnérabilité standardisées. Bonn et Eschborn : GIZ. <http://www.adaptationcommunity.net/vulnerability-assessment/vulnerability-sourcebook/>

GIZ et EURAC (2017), Guide complémentaire sur la vulnérabilité : le concept de risque. Lignes directrices sur l'utilisation de l'approche du Guide de référence sur la vulnérabilité en intégrant le nouveau concept de risque climatique de l'AR5 du GIEC. Bonn : GIZ.

He, B., T. Lai, H. Fan, W. Wang, and H. Zheng. 2007. Comparison of flooding-tolerance in four mangrove species in a diurnal tidal zone in the Beibu Gulf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74:254–262.

HOUNTONDI, Y.-C.H. (2008). Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l' Afrique de l' Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Doctorat en Science, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement – Université de Liège. 153.

Kindberg, J., Swenson, J., Ericsson, G., Bellemain, E., Miquel, C., & Taberlet, P. (2011). Estimating population size and trends of the swedish brown bear *Ursus arctos* population. *Wildlife Biology*, pp. 17 (2) : 114–123.

Krauss, K., B. Keeland, J. Allen, K. Ewel, and D. Johnson. 2006. Effects of season, rainfall, and hydrogeomorphic setting on mangrove tree growth in Micronesia. *Biotropica* 39:161–170.

Krauss, K., C. Lovelock, K. McKee, L. Lopez-Hoffman, S. Ewe, and W. Sousa. 2008. Environmental drivers in mangrove establishment and early development: a review. *Aquatic Botany* 89:105–127.

LANDIS, J.; KOCH, G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*; 33:159-74.

Leopold, A. (2012), Dynamique du carbone au sein des mangroves- quantification spatiotemporelle des flux de CO<sub>2</sub> aux interfaces sol-air et eau - air. Thèse de doctorat. Université de la Nouvelle-Calédonie.

Lovelock, C., I. C. Feller, M. Adame, R. Reef, H. Penrose, L. Wei, and M. Ball. 2011. Intense storms and the delivery of materials that relieve nutrient limitations in mangroves of an arid zone estuary. *Functional Plant Biology* 38:514–522.

- MacKinnon, S., & Phillipps, K. (1993). *A Field Guide to the Birds of Borneo, Sumatra, Java and Bali*, . Oxford University Press, pp. Oxford, 491 p.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. . Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Marsh, D. M., & Trenham, P. C. (2008). Tracking current trends in plant and animal population monitoring. *Conservation Biology*, vol 22, pp647–655.
- Meine, C., Soulé, M., Noss, & R., F. (2006). « "A mission-driven discipline" : The growth of conservation biology ». *Conservation Biology* 20.3, pp. p. 631-651. doi : 10. 1111/j.1523-1739.2006.00449.x (cf. p. 3).
- Meyer, W. 2011. Measuring: indicators – scales – indices – interpretations. (Mesurer : indicateurs – échelles – indices – interprétations). In : Stockmann, R. (ed.) : *A Practitioner Handbook on Evaluation*. (Guide pratique de l'évaluation). Cheltenham : Edward Elgar.
- Nerem, R., D. Chamber, C. Choe, and G. Mitchum. 2010. Estimating mean sea level change from the TOPEX and Jason Altimeter Missions. *Marine Geodesy* 33:435–446.
- NOAA. 2015. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Center for Operational Oceanographic Products and Services, Tides and Currents. <http://tidesandcurrents.noaa.gov/>
- OCDE 2008 : *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. Technical Report. (Guide pratique sur la construction d'indicateurs composites : méthodologie et guide de l'utilisateur. Rapport technique) Paris : Publication de l'OCDE. <http://www.oecd.org/std/42495745.pdf>.
- Osland MJ, Enwright N, Day RH, Doyle TW. Winter climate change and coastal wetland foundation species: salt marshes vs. mangrove forests in the southeastern United States. *Glob Chang Biol*. 2013;19:482–1494. doi:10.1111/gcb.12126. A thorough analysis of vegetation changes in the southern US as a result of climate change.
- OSZWALD, J., LEFEBVRE, A., SARTRE, X.A. DE, THALES, M., OSZWALD, J., LEFEBVRE, A., SARTRE, X.A. DE, THALES, M., GOND, V. (2010). Analyse des directions de changement des états de surface végétaux pour renseigner la dynamique du front pionnier de Macaranduba (Pará , Brésil ) entre 1997 et 2006. *Revue de télédétection* 9: 97–111.
- Paling, E., E. Kobryn, and G. Humphreys. 2008. Assessing the extent of mangrove change caused by Cyclone Vance in the eastern Exmouth Gulf, northwestern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77:603–613.
- Peres, C. A. (1999). General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotrop.Primates*, 7: 11–16.
- PONTIUS, J. 2000. Quantification error versus location in comparison of categorical maps. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 66 (8), 1011-1016.
- Primack, R. B. (2008). *A primer of Conservation Biology*. 4e edition. 292 pages. pp. ISBN 978-0-87893-692-2. [publications/232700.pdf](http://publications/232700.pdf)
- Quinn, N., David, D., H., Engeman, R., M., & Baldwin, R. A. (2005). Indexing principles and a widely applicable paradigm for indexing animal populations. pp. 32 (3) : 203–210.

- Raabe EA, Roy LC, McIvor CC. Tampa Bay coastal wetlands: nineteenth to twentieth century tidal marsh-to-mangrove conversion. *Estuar Coast Shelf Sci.* 2012;35:1145–62. doi:10.1007/s12237-012-9503-1.
- Ranasinghe, R., T. Duong, S. Uhlenbrook, D. Roelvink, and M. Stive. 2013. Climate-change impact assessment for inlet-interrupted coastlines. *Nature Climate Change* 3:83–87.
- Reid PC, Beaugrand G. Global synchrony of an accelerating rise in sea surface temperature. *J Mar Biol Assoc UK.* 2012;92:1435– 50. doi:10.1017/S0025315412000549.
- RENIALA 2014, Analyse de vulnérabilité au changement climatique des écosystèmes de mangroves et de la faune associée de la Baie d'Ambaro en vue de l'identification des stratégies d'adaptation appropriées. Rapport de prestation.
- Rogers K, Saintilan N, Heijnis H. Mangrove encroachment of salt marsh in Western Port Bay, Victoria: the role of sedimentations, subsidence and sea level rise. *Estuaries.* 2005;28:551–9. doi:10.1007/BP02696066.
- Saenger, P. 2002. Mangrove ecology, silviculture and conservation. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Sanders CJ, Eyre BD, Santos IR, Machado W, Luiz-Silva W, Smoak JM, et al. Elevated rates of organic carbon, nitrogen, and phosphorus accumulation in a highly impacted mangrove wetland. *Geophys Res Lett.* 2014;41:2475–80. doi:10.1002/2014GL059789.
- Silveira, L., Jácomo, A., T., A., Diniz-Filho, J., A., & F. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, pp. 114 : 351-355.
- Smallwood, K. S., & Fitzhugh, E. L. (1995). A track count for estimating Mountain Lion *Felis concolor* California population trend. *Biological Conservation*, pp. 71 : 251-259.
- Smith, T. J. III, and N. C. Duke. 1987. Physical determinants of inter-estuary variation in mangrove species richness around the tropical coastline of Australia. *Journal of Biogeography* 14:9–19.
- Smith, T. J. III, G. H. Anderson, K. Balentine, G. Tiling, G. A. Ward, and K. R. T. Whelan. 2009. Cumulative impacts of hurricanes on Florida mangrove ecosystems: sediment deposition, storm surges and vegetation. *Wetlands* 29:24–34.
- Smith, T. J. III, M. B. Robblee, H. R. Wanless, and T. W. Doyle. 1994. Mangroves, hurricanes, and lightning strikes. *BioScience* 44:256–262.
- Smoak JM, Breithaupt JL, Smith III TJ, Sanders CJ. Sediment accretion and organic carbon burial relative to sea-level rise and storm events in two mangrove forests in Everglades National Park. *Catena.* 2013;104:58–66. doi:10.1016/j.catena.2012.10.009.
- Smoak, J., J. Breithaupt, T. J. III Smith, and C. Sanders. 2013. Sediment accretion and organic carbon burial relative to sea-level rise and storm events in two mangrove forests in Everglades National Park. *Catena* 104:58–66.
- Stokes DJ, Healy TR, Cooke PJ. Expansion dynamics of monospecific, temperate mangroves and sedimentation in two embayments of a barrier-enclosed lagoon, Tauranga Harbour, New Zealand. *J Coast Res.* 2010;26:113–22. doi:10.2112/08-1043.

- Sutherland, W. J. (2000). *The Conservation Handbook: Techniques in Research, Management and Policy*. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.
- Tittensor DP, Mora C, Jetz W, Lotze HK, Ricard D, Vanden Berghe E, et al. Global patterns and predictors of marine biodiversity across taxa. *Nature*. 2010;466:1098–101. doi:10.1038/nature09329.
- Van Bochove, J. W., Sullivan, Emma, Nakamura, T., Duke, Norman, . . . Lavieren, V. H. (2014). *The importance of mangroves to people: a call to action*. pp. DEP/1813/CA. ISBN: 978-92-807-3397-6.
- Whelan, K., T. J. III Smith, G. Anderson, and M. Ouelette. 2009. Hurricane Wilma's impact on overall soil elevation and zones within the soil profile in a mangrove forest. *Wetlands* 29:16–23.
- Whitesides, G. V., Oates, F. J., Green, S. M., & Kluberanz, R. P. (1988). Estimating primate densities from transects in a West African rain forest: A comparison of techniques. *J. Anim. Ecol*, 57: 345–367.
- Williamson GJ, Bogg GS, Bowman DMJS. Late 20th century mangrove encroachment in the coastal Australian monsoon tropics parallels the regional increase in woody biomass. *Reg EnvironChang*. 2011;11:19–27. doi:10.1007/s10113-010-0109-5.
- Wilson, E. O., & Peter, F. M. (1988). *Biodiversity*. Washington, D.C. The National Academies Press, p. cf. p. 3.
- WWF- Association RENIALA, 2014. *Analyse de vulnérabilité au changement climatique des écosystèmes de mangroves et de la faune associée de la Baie d'Ambaro en vue de l'identification des stratégies d'adaptation appropriées*. WWF MWIOPO, Antananarivo. 82p
- WWF, 2010. *Temoignages de Madagascar Changement climatique et modes de vie ruraux*. 36p.

## 7. ANNEXES

### 7.1. Annexe 1 : Termes de référence de l'étude



#### TERMES DE REFERENCE

**Reference:** AO-010/2018

MG2015.01 - BMZ Sustainable Mangrove Management in the Ambaro Bay, in Madagascar II

**Intitulé :** Analyse de vulnérabilité des écosystèmes de mangroves et des faunes associées de la Baie d'Ambaro, des risques climatiques et propositions de stratégies d'adaptation appropriées

#### 1. Contexte

Selon le GIEC (2007), pour les systèmes côtiers et de basses terres, les changements liés au climat qui sont attendus comprennent : une élévation du niveau de la mer de 0,2 à 0,6 mètre ou plus vers 2100 ; une poursuite de la hausse de la température à la surface de la mer de 1 à 3°C ; des cyclones tropicaux ou extratropicaux d'une intensité croissante ; la survenue encore plus massive de vagues et de tempêtes extrêmes ; une modification des précipitations et des débits ; l'acidification de l'océan. Ces manifestations du changement climatique constituent une menace importante pour les écosystèmes marins et côtiers mais également pour les communautés humaines qui en dépend.

La région DIANA située dans le nord-ouest de Madagascar est l'une des régions les plus importantes en termes de biodiversité marine, dont les écosystèmes de mangroves qui se trouvent au niveau de la Baie d'Ambaro. Les données climatiques développées jusqu'ici pour cette partie nord de Madagascar démontrent que le changement climatique présente une menace importante pour les systèmes humains et naturels et pourra exacerber les pressions déjà existantes (baisse de précipitation de plus de 10% en 59 ans, augmentation de la température de 0,4 à 1°C en 04 ans, etc...). L'augmentation du niveau de la mer a été identifiée comme étant la menace la plus significative qui pèse sur les mangroves (Gilman et al. 2008). Des mesures d'adaptation devront donc être mises en œuvre pour réduire les impacts actuels et futurs du changement climatique sur ces écosystèmes. WWF met un accent particulier sur l'adaptation basée sur les écosystèmes visant à utiliser de la biodiversité et des services écosystémiques pour aider les communautés locales à s'adapter au changement climatique.

En 2014, le WWF a déjà mené une étude similaire sur 4 sites pilotes notamment au niveau des villages d'Antsatrana, Ankazomborona, Antenna et Ampasivelo. La présente étude constitue alors une mise à l'échelle de celles déjà effectuées. Ainsi, dans le cadre de la mise en œuvre du projet «Gestion durable des mangroves dans la Baie d'Ambaro, Madagascar» WWF fait appel à un consultant ou groupe de consultants experts en mangroves avec une équipe pour effectuer une « *Analyse de vulnérabilité des écosystèmes de mangroves et des faunes associées de la Baie d'Ambaro et des risques climatiques en vue de l'identification des stratégies d'adaptation appropriées* ».

#### 2. Objectif du mandat

L'objectif de ce mandat est d'évaluer la vulnérabilité des écosystèmes de mangroves et des faunes associées dans la partie de la Baie d'Ambaro se trouvant dans le district d'Ambilobe (qui représente environ 90% de l'ensemble de la Baie d'Ambaro), en vue de mettre en place des stratégies d'adaptation efficaces pour renforcer leur résilience. Les principales cibles seront les

WWF MDCO  
Prés lot 11 M 85 Ter  
Antsakavro  
(101) Antananarivo  
Tél: +261 34 49 888 04  
Tél: +261 34 49 888 05  
Tél: +261 34 49 888 06  
Fax: +261 20 22 348 88  
P.O. Box 738  
wwfmg@moov.mg  
www.wwf.mg  
www.panda.org

President: Yolanda Kakabadse  
Director General: Marco Lambertini  
President Emeritus:  
HRH The Duke of Edinburgh  
Founder President:  
HRH Prince Bernard  
of the Netherlands  
Registered as:  
WWF-World Wildlife Fund for Nature  
WWF-Fondo Mondiale per la Natura  
WWF-Fondo Mundial para la  
Naturaleza  
WWF-Fonds Mondial pour la Nature  
WWF-Weit Natur-Fonds  
Also known as World Wildlife Fund



écosystèmes de mangroves incluant la flore et la faune qui s'y trouvent ainsi que les communautés qui dépendent des biens et services fournis.

Les résultats issus de cette étude permettront à WWF et à ses partenaires d'identifier des stratégies d'adaptation basées sur les écosystèmes et les zones potentielles futures pour la restauration des mangroves.

### 3. Attributions de l'expert et son équipe

Pour atteindre cet objectif, les principales attributions de ou du groupe d'experts et son équipe sont les suivantes :

- Apporter leur expertise sur les écosystèmes de mangroves et changement climatique durant l'exécution du présent mandat ;
- Affiner la méthodologie (y compris les indicateurs) sur l'évaluation de la vulnérabilité des écosystèmes de mangroves sur la base de celle déjà développée par WWF et ses partenaires lors des études antérieures sur les mangroves. Une étude préalable SWOT (force, faiblesse, opportunité, menace) de la méthodologie déjà utilisée incluant les leçons tirées des études au niveau des quatre villages, et apporter des innovations suivant les nouvelles méthodologies développées récemment (tenir compte de la méthodologie adoptée par le GIEC lors du cinquième rapport). La méthodologie affinée devra tenir compte des recommandations y afférentes ;
- Mettre à jour le guide pratique sur la méthodologie d'analyse de vulnérabilité des mangroves pour servir de base aux autres parties prenantes travaillant dans les domaines des mangroves à Madagascar ;
- Analyser les données disponibles au niveau de la Baie d'Ambaro et établir l'état de référence de ces zones à travers un document de synthèse (Baseline) ;
- Intégrer dans l'analyse les liens entre les écosystèmes de mangroves et les écosystèmes associés (incluant les menaces engendrées, les bénéfiques, etc.), ceci doit faire partie intégrante de l'analyse ;
- Inventorier méthodiquement les faunes ainsi que les écosystèmes associées en vue d'une possible classification de la zone (Ramsar ou autres) garantissant sa protection sur le long terme ;
- Analyser le lien entre les impacts du changement climatique sur les moyens de subsistance des communautés et les impacts sur les écosystèmes de mangroves, en utilisant l'outil climate crowd ou autres outils jugés pertinents ;
- Evaluer la vulnérabilité au changement climatique et des risques climatiques de la zone d'étude incluant une mise à jour des résultats des études de vulnérabilité menées précédemment dans les quatre sites et dans les villages d'Ankazomborona et d'Antsatrana suivant la méthodologie affinée (dans un souci d'homogénéité et de comparabilité des résultats) ;
- Développer la carte de vulnérabilité de la Baie d'Ambaro (zone d'étude) en mettant en exergue le niveau de vulnérabilité des catégories des mangroves existantes incluant:
  - La carte d'évolution temporelle des mangroves de la Baie d'Ambaro ;
  - la cartographie des mangroves en fonction des mesures ou itinéraires techniques préconisées par le ou groupe d'experts, en vue d'une restauration écologique ou autres objectifs plus susceptible d'être attribuée à chaque zone.
  - la cartographie des zones de mangroves dites « sensibles » nécessitant des mesures de gestion particulières afin d'en assurer la protection.
  - La cartographie des zones potentielles pour la restauration tenant compte des impacts futurs du changement climatique.



- Proposer les stratégies/mesures d'adaptations appropriées pour rehausser la résilience des écosystèmes de mangroves et notamment par rapport aux biens et services écosystémiques qu'ils fournissent sur la base de l'analyse de vulnérabilité. Pour chaque mesure proposée, des arguments bien fondés sur comment cette mesure pourrait réduire la vulnérabilité au changement climatique du système ainsi que faire face aux impacts identifiés.
- Affiner le protocole de suivi des mangroves tenant compte des aspects changements climatique et suggérer les sites appropriés pour un suivi permanent ;
- Restituer les résultats des études effectuées auprès des communautés, autorités locales, ROSEDA, WWF et autres partenaires clés ;
- Entreprendre une session de formation sur terrain sur le suivi des mangroves visant l'équipe de WWF et les partenaires (autant que possible, valoriser le glossaire malagasy sur le changement climatique lors de cette formation).

Tout au long du mandat :

- Les experts sont tenus de travailler étroitement avec l'équipe de la DGM et de WWF, et utiliser les nouvelles données océanographiques récemment développés par C-Rise (Costal Risk and Information Services, disponible auprès de WWF et DGM)
- La méthodologie devra être validée conjointement par les tous les experts impliqués et WWF avant d'entamer les analyses proprement dites.

#### 4. Résultats attendus

Les principaux résultats attendus sont les suivants :

- La méthodologie pour l'analyse de vulnérabilité des mangroves est affinée et un guide pratique mis à jour est développé;
- Le document de référence sur la vulnérabilité en général des mangroves est mis à jour, lequel servira de base pour les études de vulnérabilité des mangroves ;
- Les données de référence de la Baie d'Ambaro est disponible et servira d'orientation pour l'analyse proprement dite ;
- Les liens entre la vulnérabilité des écosystèmes de mangroves et les écosystèmes associés sont analysés ;
- Les faunes et les écosystèmes associés sont inventoriés incluant leur statut actuel ;
- Les impacts du changement climatique sur les écosystèmes des mangroves liés aux impacts sur les moyens de subsistances des communautés sont connus ;
- Les résultats des études de vulnérabilité au niveau des 4 villages en 2014 et celui d'Ankazomborona et Antsatrana sont mis à jour ;
- Une analyse de vulnérabilité de la Baie d'Ambaro est réalisée (actuelle et future) ;
- Les cartes de vulnérabilité des catégories de mangroves des zones étudiées sont développées ainsi que celle de la Baie d'Ambaro incluant les cartographies des zones sensibles, des zones à restaurer activement ou passivement ainsi que les actions à mener en amont des mangroves ;
- Des stratégies/mesures d'adaptation sont proposées pour la Baie d'Ambaro;
- Un protocole de suivi est mis à jour, lequel servira d'outils de travail pour les communautés locales de base ;
- Les parties prenantes clés du projet sont formées sur le suivi des mangroves.
- Tous les résultats issus de cette étude sont restitués et validés auprès des parties prenantes identifiées au préalable avec WWF.

Par rapport au présent mandat, WWF va:

- Organiser une réunion avec l'expert et son équipe avant le début effectif du mandat, afin de bien clarifier les attentes du mandat. Des ajustements pourront être apportés en vue de bien expliciter les résultats attendus ;



- Apporter son appui technique lors du développement de la méthodologie affinée ;
- Faciliter les collaborations avec les autres experts (DGM, etc.);
- Fournir les commentaires et recommandations nécessaires tout au long du mandat en vue d'avoir des livrables de qualité ;
- Assurer avec ses partenaires l'organisation relative à la formation et la préparation de la descente sur terrain.

#### 5. Produits livrables

- a. Rapport d'analyse SWOT de la méthodologie jusqu'ici utilisée avec les recommandations ;
- b. Méthodologie affinée pour l'évaluation de la vulnérabilité des mangroves et guide pratique mis à jour sur la méthodologie;
- c. Document mis à jour sur la vulnérabilité des mangroves et Baseline de la zone d'étude ;
- d. Table des matières de rapports pour validation auprès de WWF avant la collecte de données sur terrain ;
- e. Rapport de mission relatif aux travaux sur terrain;
- f. Données brutes structurées sur les mangroves (faune et flore) et CD des photos prises sur terrain;
- g. Rapport mis à jour sur la vulnérabilité des mangroves et des faunes associées de la Baie d'Ambaro incluant celui mis à jour des 4 villages;
- h. Rapport de situation actuelle des faunes et écosystèmes associés de la Baie d'Ambaro
- i. Rapport climate crowd et les résultats d'analyse ;
- j. Rapport préliminaire du mandat (version électronique) avec un résumé exécutif en anglais et français pour commentaires auprès du WWF et ses partenaires (tenant compte des éléments stipulés dans les résultats attendus);
- k. Rapport de restitution des études de vulnérabilité et des stratégies d'adaptation auprès de WWF et ses partenaires incluant les présentations (Powerpoint) y afférentes ;
- l. Rapport final de l'étude (version électronique) avec un résumé exécutif en anglais et français tenant compte de tous les commentaires et recommandations;
- m. Protocole de suivi pour les mangroves intégrant les aspects changement climatique et suggestion des sites pour le suivi permanent ;
- n. Rapport de renforcement de capacité de l'équipe et des partenaires sur le suivi des mangroves.

Par rapport à la mise en œuvre de ce mandat, le consultant ou le groupe de consultants est tenu de travailler en étroite collaboration avec l'équipe de WWF et ses partenaires clés. Toutes les étapes prévues dans le planning de travail devraient être systématiquement validées par l'équipe de WWF.

#### 6. Durée de l'intervention

Les interventions doivent s'étaler sur une période de 3 mois, avec des travaux de terrain de 25 jours effectifs au maximum.

#### Profil requis

Consultant ou groupe de consultants répondant aux critères ci-après :

- Expert au moins titulaire d'un Master ou DEA en Biologie Marine, Sciences Naturelles, Sciences Environnementales ou domaine équivalent;
- Equipe multidisciplinaire composé des spécialistes en flore et faune des mangroves, en socio-economie et maîtrisant l'aspect Système d'Information Géographique;
- Expériences prouvées d'au moins cinq ans (5 ans) dans le domaine des écosystèmes de mangroves ;



- Expériences dans le domaine de l'analyse de vulnérabilité au changement climatique ;
- Bonne connaissance sur l'adaptation au changement climatique ;
- Très bonne capacité d'analyse, de rédaction et de synthèse ;
- Apte à travailler dans des conditions de terrain difficile ;
- Avoir effectué des mandats similaires constituera un atout.

### **CONDITIONS D'EXECUTION DE L'OFFRE**

#### **7. Présentation de l'offre**

La proposition du consortium devra contenir les éléments suivants :

- Une offre technique comprenant :
  - o la méthodologie détaillée ;
  - o le calendrier de réalisation des travaux ;
  - o les moyens (matériels et humains) mis en œuvre pour réaliser la prestation ;
  - o les curriculum vitae (un canevas est disponible sur le site <http://www.wwf.mg/aboutus/tenders/> ou peut être demandé par e-mail à l'adresse [recrutement@wwf.mg](mailto:recrutement@wwf.mg)) des consultants désignés pour réaliser la prestation, qui devront indiquer clairement les expériences similaires à l'objet de la présente prestation avec mention des références et le domaine de spécialisation ;
  - o les références pour les expériences similaires avec certificat en appui;
  - o autre document jugés utiles.
- Une offre financière libellée en Ariary. La décomposition du budget sera faite en précisant le nombre de jours par catégorie de consultant et les honoraires journaliers par catégorie de consultant. Les honoraires et les débours doivent être bien séparés dans l'offre. L'offre inclura également les détails des montants hors taxe et toutes taxes. Une mention spéciale devra être faite en cas d'exemption.

#### **8. Conditions d'exécution du mandat**

- Les prestataires :
  - o devront soumettre les livrables au WWF avant la fin de leur contrat ;
  - o utiliseront leur propre ordinateur et équipement pour réaliser la prestation ;
  - o assument toutes les obligations fiscales relatives à son statut de Consultant. En sa qualité de travailleur indépendant, le consultant est seul responsable du paiement de toute taxe ou de tout impôt qui pourrait lui être réclamé dans le cadre du présent contrat, à condition qu'il soit en règle et à jour vis à vis des autorités administrative et fiscale sur présentation des pièces justificatives; à défaut, et conformément aux dispositions de la loi de finances en vigueur, le WWF est dans l'obligation de retenir à la source, sur le montant de ses prestations ou honoraires / factures, le pourcentage légal à reverser au fisc.
  - o sont tenus aux procédures de gestion du WWF dans le cadre de la réalisation des prestations, objet de cette offre de consultance.
- WWF fixe un délai de 10 jours après la réception des livrables pour apporter ses remarques et commentaires ;
- La prestation fera l'objet d'un contrat auquel seront annexés les présents TDR ainsi que l'offre validée.

#### **9. Coordination du mandat**

Le consultant effectuera son mandat sous les supervisions techniques du Responsable Technique Ambilobe et du Responsable d'Adaptation au changement climatique de WWF.



Les superviseurs techniques fourniront toutes les informations utiles pour mener à bien la prestation. Le consultant travaillera aussi étroitement avec toute l'équipe de WWF.

#### 10. Modalités de paiement

Le paiement se fera comme suit :

- 30% des honoraires après remise et approbation par le WWF des livrables (a), (b), (c) et (d) ;
- 30% des honoraires après remise et approbation par le WWF des livrables (e), (f) ;(g) ; (h) et (i) ;
- 40% des honoraires après remise et approbation par le WWF des livrables (j), (k), (l), (m) et (n)

Le paiement ne pourra se faire qu'après approbation des travaux fourni par le superviseur technique et suivant le respect des livrables demandées par le WWF.

Les débours peuvent être payés avant les missions sur terrain une fois le contrat établi. Toutefois, WWF ne peut accorder aucune avance sur note d'honoraires.

Le règlement financier est subordonné à la production préalable de facture originale portant outre les mentions légales, les indications suivantes : la référence du marché, la domiciliation bancaire et la période d'exécution de la prestation.

Toute dépense nécessitant une pièce justificative selon les procédures du WWF, et qui n'est pas justifiée, sera déduite des honoraires.

#### 11. Dossier de soumission

Les offres sont à adresser aux bureaux du WWF MDCO ci-après :

- WWF Tanà : Près LOT II M 85 Ter Antsakaviro, Antananarivo 101, Madagascar
- WWF Ambilobe : Près ex-bureau de la JIRAMA Antafiankasaka Ambilobe-204
- WWF Diégo : 4 rue Louis Brunet Antsiranana-201

Au plus tard le **22 juin 2018 à 17.00** avec la mention «AO-010/2018 Analyse de vulnérabilité des mangroves et des faunes associées de la Baie d'Ambaro et propositions d'options d'adaptation – MG2015.01».

Les soumissionnaires peuvent également envoyer leurs offres à l'adresse email : [procurement@wwf.mg](mailto:procurement@wwf.mg)

#### 12. Dépouillement et évaluation

Le dépouillement aura lieu dans le bureau de WWF Ambilobe le 27 juin 2018. Un comité d'évaluation sera chargé d'évaluer les offres recevables.

La grille d'évaluation technique est la suivante :

Adéquation Méthodologie	25
Expériences spécifiques liées au mandat	20



Qualifications et compétences des personnes - clefs désignées à effectuer la prestation	25
Calendrier de réalisation par apport à la méthodologie proposée	10

Si l'offre technique se situe en dessous du score de 50/80, l'offre est immédiatement éliminée sans considération de l'offre financière.

Après classement des offres techniques, on procède à l'analyse de l'offre financière correspondante à la meilleure offre technique.

Au regard du contenu de l'offre technique et des éventuelles remarques du comité, les négociations sont entamées avec l'adjudicataire dans la limite du budget disponible. Si les négociations n'aboutissent pas, on passe à l'ouverture du pli contenant l'offre financière de la 2ème meilleure offre technique, et ainsi de suite.

### 13. Note de réserve sur l'annulation de l'appel d'offres

Le présent appel d'offres peut être annulé dans une des conditions ci-après :

- La concurrence aurait été insuffisante ;
- Aucune offre conforme au dossier d'appel d'offres n'aurait été reçue ;
- Les offres admises au dépouillement dépasseraient largement le budget disponible.

### 14. Fraudes et corruption et déclaration de conflit d'intérêt

L'équipe prestataire confirme avoir lu entièrement la Politique du WWF relative aux conflits d'intérêts ainsi que la politique du WWF pour la Prévention et l'Enquête sur la Fraude et la Corruption. Il comprend ses responsabilités à s'y conformer, et s'y engager pleinement. A sa connaissance, il n'a pas de conflits tels que décrit dans la Politique du WWF relative aux conflits d'intérêts ; <http://www.wwf.mg/aboutus/job/>

## 7.2. Annexe 2 : Questionnaire pour Climate Crowd

### Community survey on human responses to climate change, and subsequent impacts on biodiversity

Questionnaire reference	
Interviewer's email	
Interviewer's organisation	
Interviewer's sex (male/female)	
Translator's name	
Country	
Village	
Questionnaire date (date – dd/mm/yyyy)	
Time started (24-hour time notation - hh:mm)	
Time ended (24-hour time notation - hh:mm)	

#### A. BACKGROUND INFORMATION

A1. Respondent's Role (e.g. farmer, park ranger, village leader, etc.)	
A2. Main livelihood(s) in village (e.g. farming, livestock, etc.)	
A3. Respondent's sex (male/female)	
A4. If the respondent is a woman, is a man present during the survey? (yes/no)	
A5. How many years have you lived in this area? (Enter range: less than 1 year, 1-5 years, 6-10 years, >10 years)	
A6. What is your age? (Enter range: 18-35, 36-53, 54-70, >71)	

#### B. CHANGES in WEATHER and CLIMATE

In this section we are trying to learn about the most significant changes in weather and climate that have occurred over the last few years. It is not necessary to find out about all the changes that have occurred, just those the interviewee mentions as most significant.

<p><b>B1. What are some of the biggest changes you have observed over the last few years?</b></p> <p><i>If they immediately begin talking about weather or climate, record their responses in section B2 below.</i></p>	
<p><b>B2. What are the biggest changes in weather you have observed over the last few years?</b> <i>Engage the interviewee in conversation about different aspects of the weather and, if you are not certain of their answer, then ask them to clarify. e.g. After a chat about rainfall, "so, do you think rainfall is staying the same or increasing or decreasing? What about timing?"</i></p>	
<p><b>B3. The boxes below are for use by the interviewer only. Please place a check mark next to the changes in weather, climate and extreme events that the interviewee has mentioned. Check all that apply. *Note: When submitting the interview on the Climate Crowd website, please re-check these boxes using the online form.</b></p>	
Increased rainfall	<input type="checkbox"/>
Decreased rainfall	<input type="checkbox"/>
Changes in timing of seasons	<input type="checkbox"/>
Drought	<input type="checkbox"/>
Loss of water source	<input type="checkbox"/>
Flooding	<input type="checkbox"/>
Storms	<input type="checkbox"/>
Heat waves/hotter days	<input type="checkbox"/>
Cold spells/frost	<input type="checkbox"/>
Wildfires	<input type="checkbox"/>
Changes in wind	<input type="checkbox"/>
Erosion/landslides	<input type="checkbox"/>
Ice/permafrost melt	<input type="checkbox"/>
Sea level rise	<input type="checkbox"/>
Other (please specify)	<input type="checkbox"/>
None	<input type="checkbox"/>

<p><b>C. IMPACT of CHANGES in WEATHER and CLIMATE and RESPONSES</b></p>	
<p><b>C1. Main livelihood</b></p> <p><i>This section is focused on the impacts and responses to changes in weather and climate on the main livelihood of the interviewee, or the main livelihood in the area. Be sure to repeat the changes in weather they mentioned, then ask how this has impacted their livelihood.</i></p>	
<p><b>C1a. How have the changes in weather you mentioned impacted the main livelihood? What are the specific impacts? Be sure to list the weather changes that have played a role. (e.g. hotter temperatures lead to decreased production and more pests; changing seasonality of rainfall changes the availability of surface water, etc.) Elaborate the nature of the change with as much detail as possible. The above examples are merely indicative.</b></p>	
<p><b>C1b. How have people responded to these impacts?</b></p> <p><i>(e.g. change in farming practices, change in location, water management, disease/pest management, diversifying livelihood, use of natural resources, natural habitat encroachment, illegal hunting, diversifying livelihood, etc.)</i></p> <p><i>Elaborate the nature of the change with as much detail as possible. The above examples are merely indicative.</i></p>	
<p><b>C2. Natural Resources (e.g. water, wood, etc.)</b></p> <p><i>This section is focused on the impacts and responses to changes in weather and climate on natural resources in the area.</i></p>	
<p><b>C2a. How have the changes in weather you mentioned affected the availability of natural resources?</b></p>	

<p><i>What are the specific impacts? Be sure to list the weather changes that have played a role.</i></p> <p><i>(e.g. traveling further for firewood, traveling further for water, using alternative species for fire, reduction in the variety and/or size of wild animals to eat, any animal species no longer seen, reduction in availability of wild fruits, etc.)</i></p> <p><i>Elaborate the nature of the change with as much detail as possible. The above examples are merely indicative.</i></p>	
<p><b>C2b. How have people responded to these impacts?</b></p> <p><i>(e.g. natural habitat encroachment, illegal hunting, change in livelihood location, diversifying livelihood, water management, etc.)</i></p> <p><i>Elaborate the nature of the change with as much detail as possible. The above examples are merely indicative.</i></p>	

<p><b>C3. Other impacts and responses</b></p> <p><i>This section is for noting any other general responses to changes in weather and climate that are not specific to the categories above, for example health.</i></p>	
<p><b>C3. Are there any other impacts or responses to the changes in weather you mentioned?</b></p> <p><i>e.g. new health conditions, migration, borrowing, reliance on NGO/government support, selling assets, etc.</i></p>	

<p><b>C4.</b> <i>The boxes below are for use by the interviewer only. Please place a check mark next to the change in activities in response to changes in weather and climate that the interviewee has mentioned. Check all that apply. *Note: When submitting the interview on the Climate Crowd website, please re-check these boxes using the online form.</i></p>
--

	<input type="checkbox"/>
Crop practices	<input type="checkbox"/>
Livestock practices	<input type="checkbox"/>
Fishing/aquaculture practices	<input type="checkbox"/>
Livelihood type	<input type="checkbox"/>
Livelihood location	<input type="checkbox"/>
Water management	<input type="checkbox"/>
Disease/Pest management	<input type="checkbox"/>
Natural resource use	<input type="checkbox"/>
Natural habitat encroachment	<input type="checkbox"/>
Land conversion	<input type="checkbox"/>
Infrastructure development	<input type="checkbox"/>
Energy source	
Migration	
Other (please specify)	
None	

#### D. IMPACT of RESPONSES on BIODIVERSITY

*The intention here is to investigate whether any responses to changes in weather in climate are having knock-on effects on biodiversity (local wildlife and ecosystems). In some cases, this will be obvious from the impacts and responses outlined in section C, and so you will be able to fill these in yourself. In other cases, the respondent may not explicitly point to the impact of responses on biodiversity – particularly if they are negative.*

*However, with your knowledge you may be aware of the implications for certain responses, and so can further probe these. For example, if it has been mentioned that livestock are now roaming a protected area, you can specifically probe issues such as increased human-wildlife conflict, and change in wildlife populations, as a result.*

##### D1. Which responses potentially have negative impacts on biodiversity?

*(e.g. Increased competition for water leads to an increase in human-wildlife conflict, shifting livelihood location leads to increased land degradation/encroachment, etc.)*

Which response? How?

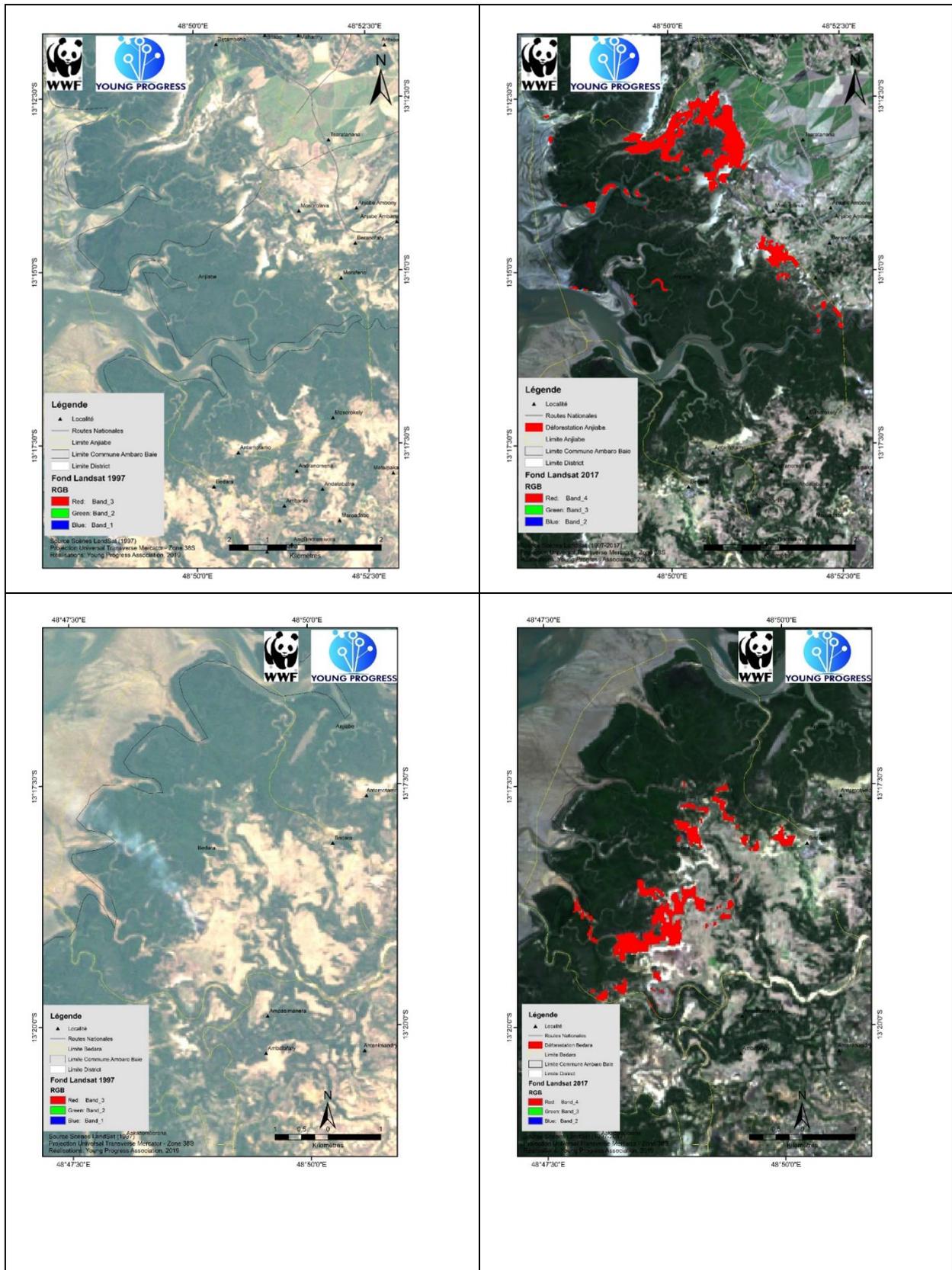
Which response? How?

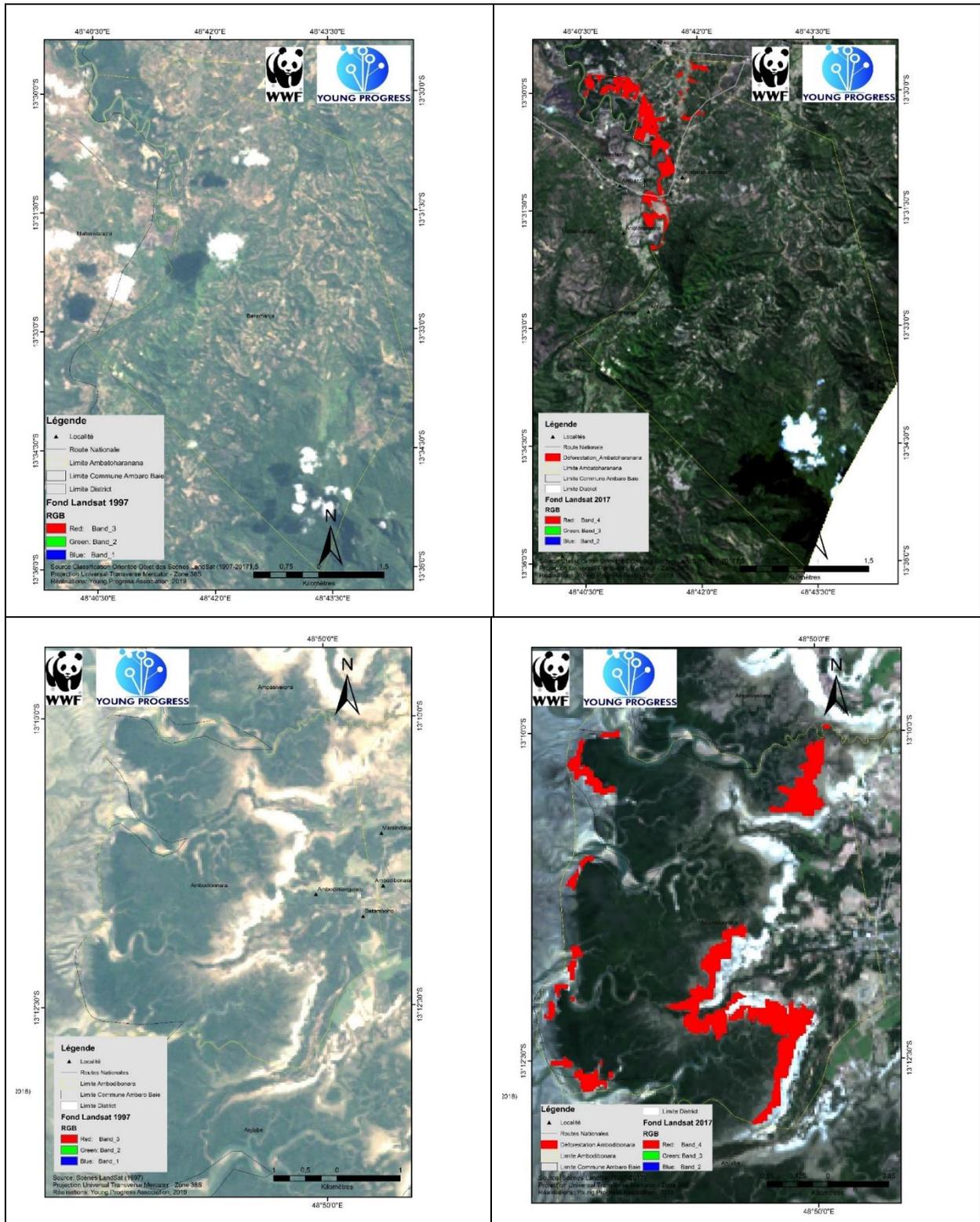


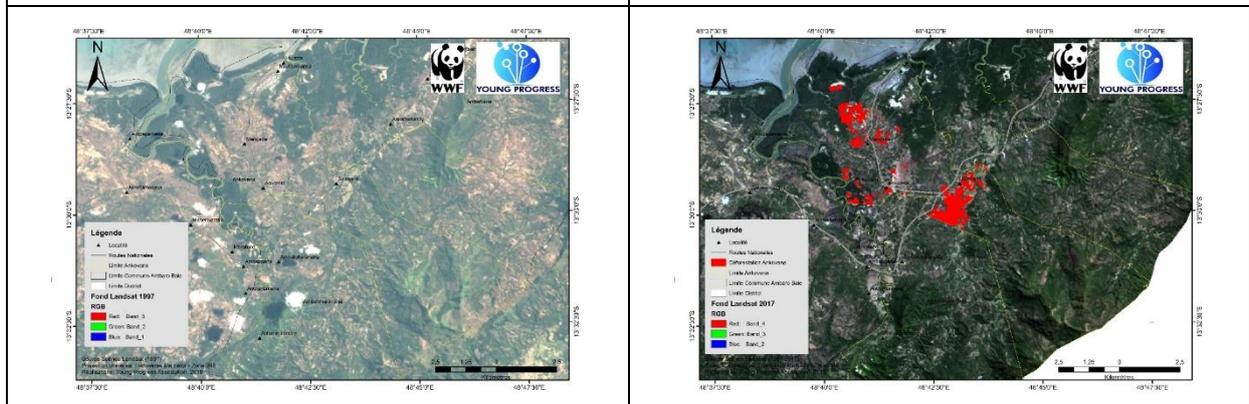
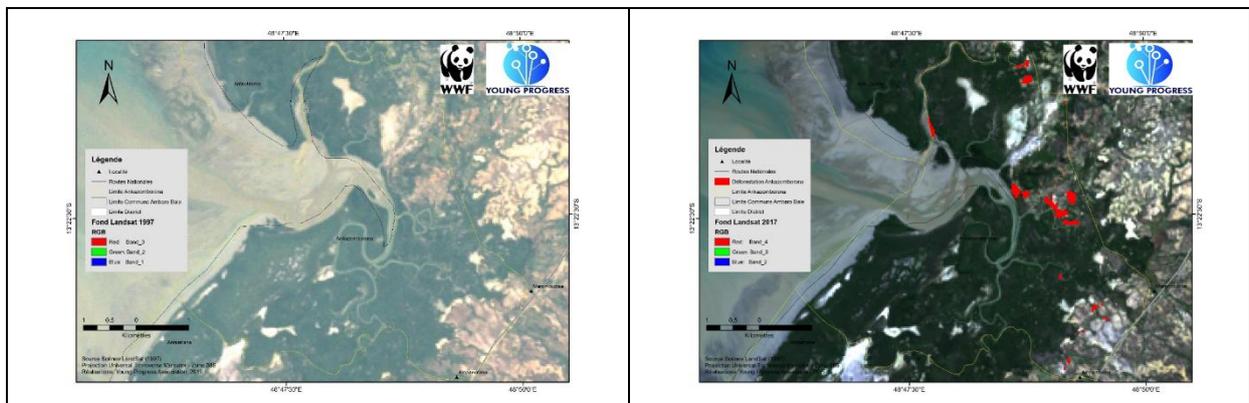
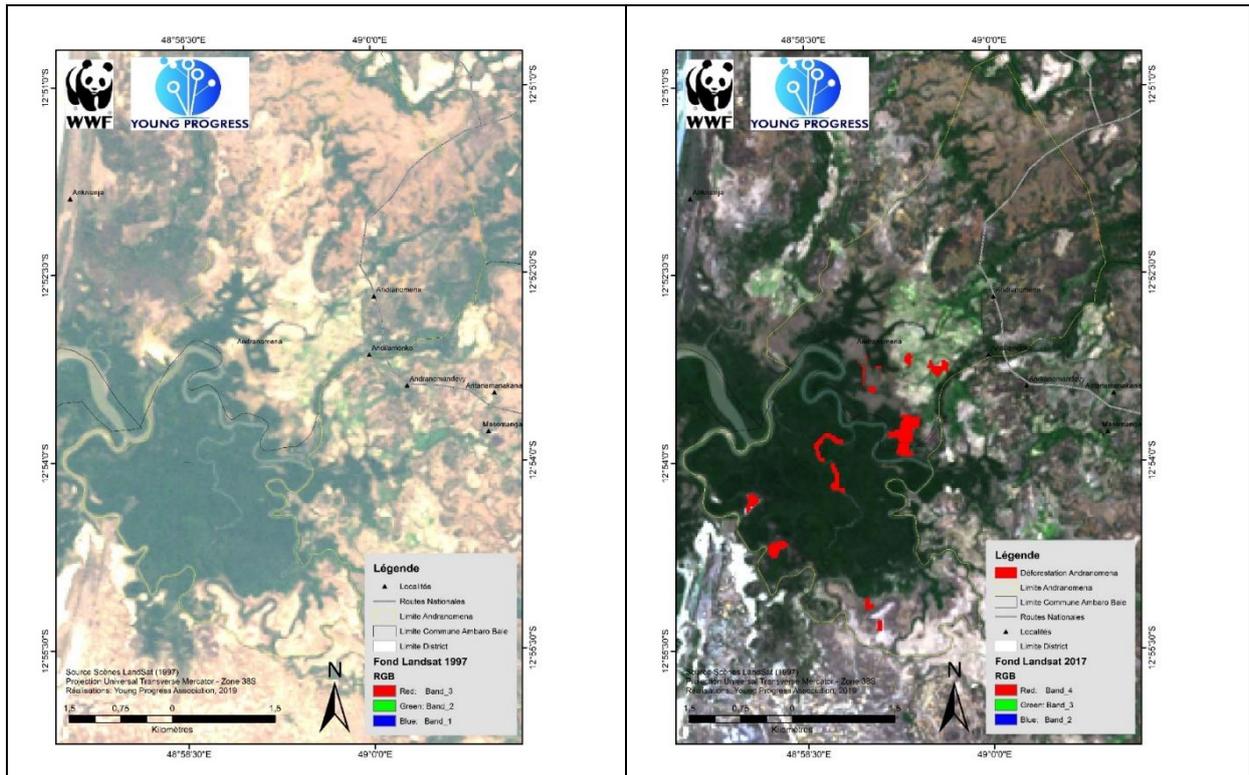
	<p><i>Which response? How?</i></p>

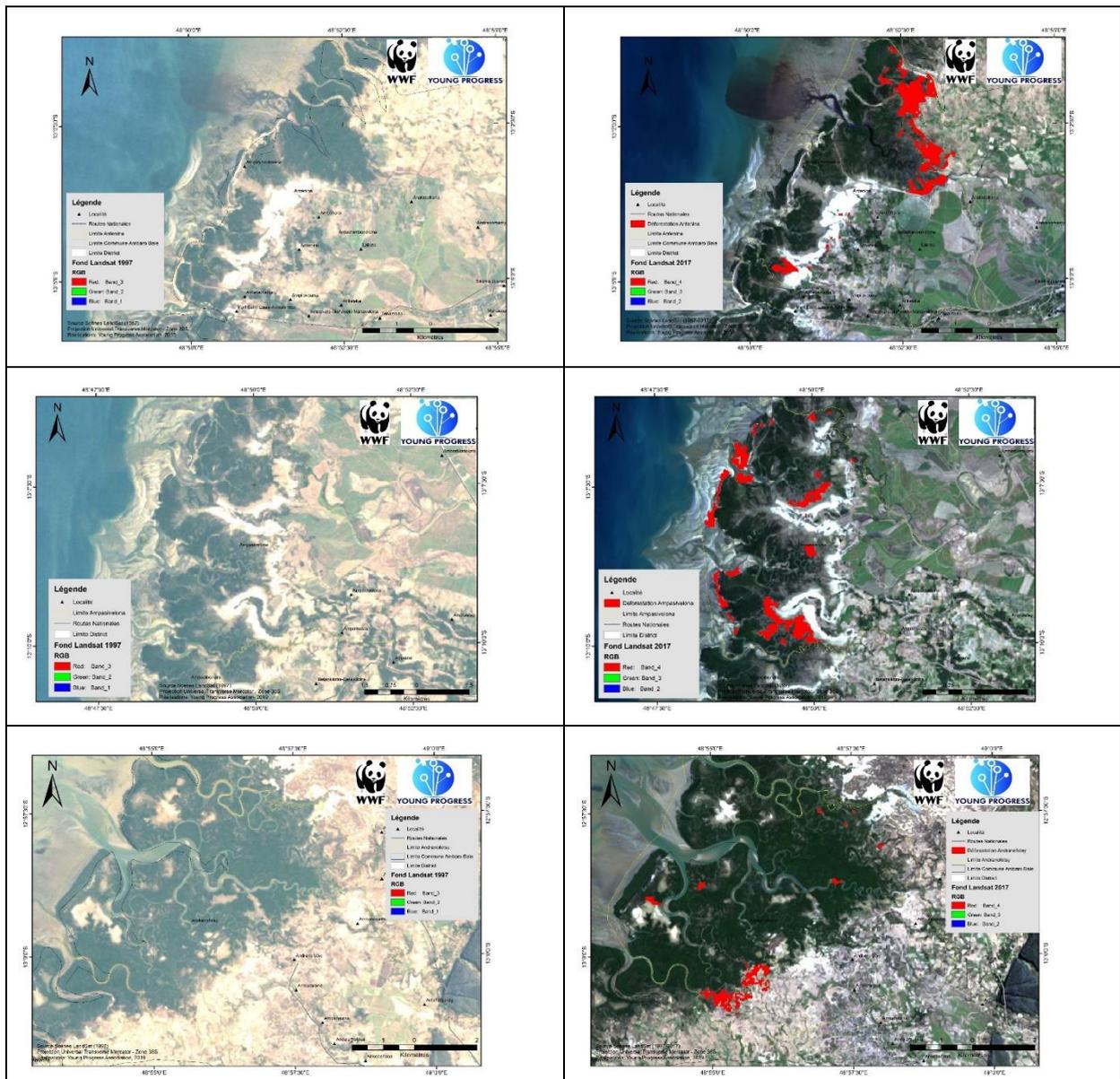
Please submit all data at <https://www.wwfclimatecrowd.org/form>

**7.3. Annexe 3 : Carte de déforestation des mangroves au niveau de chaque site**

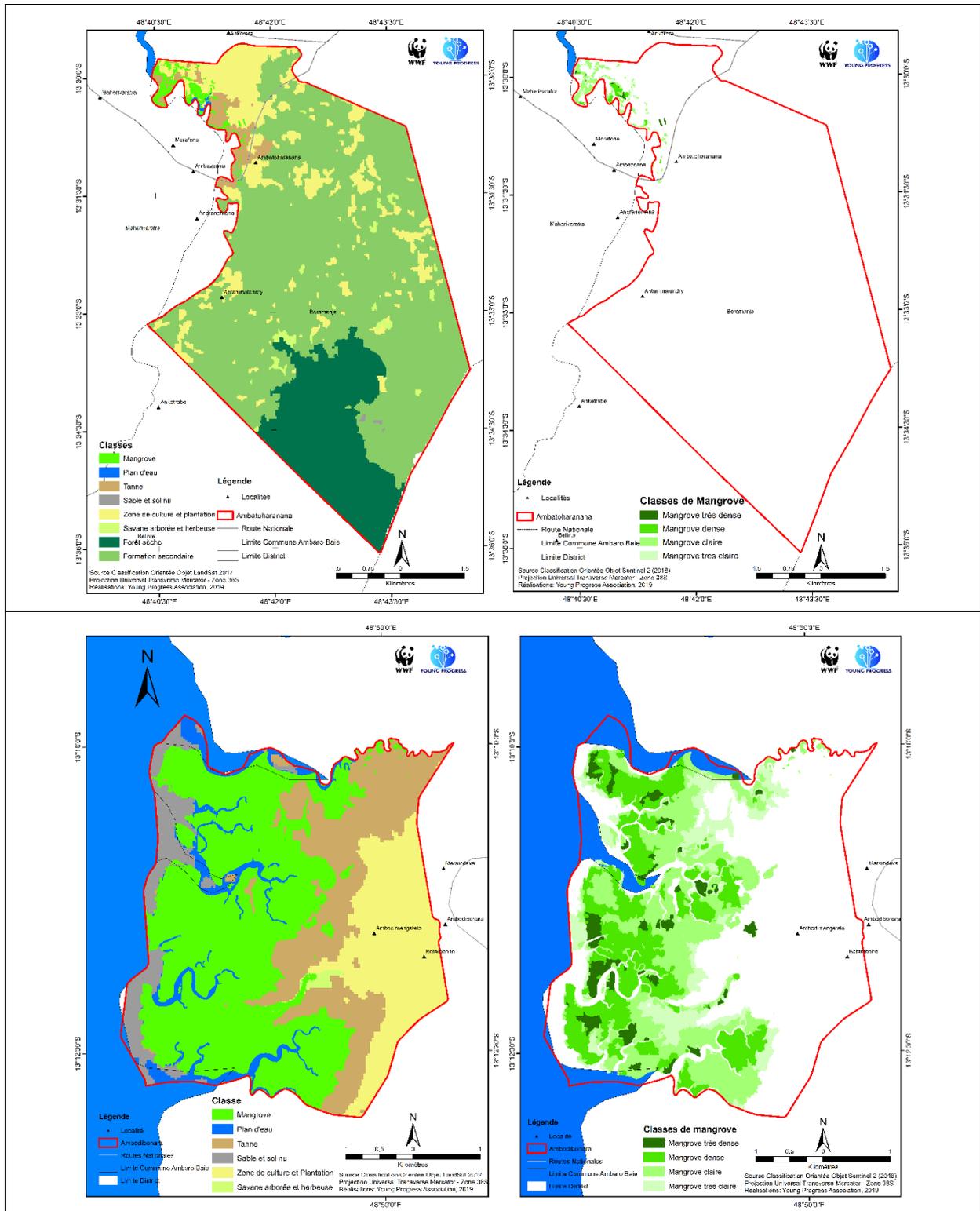


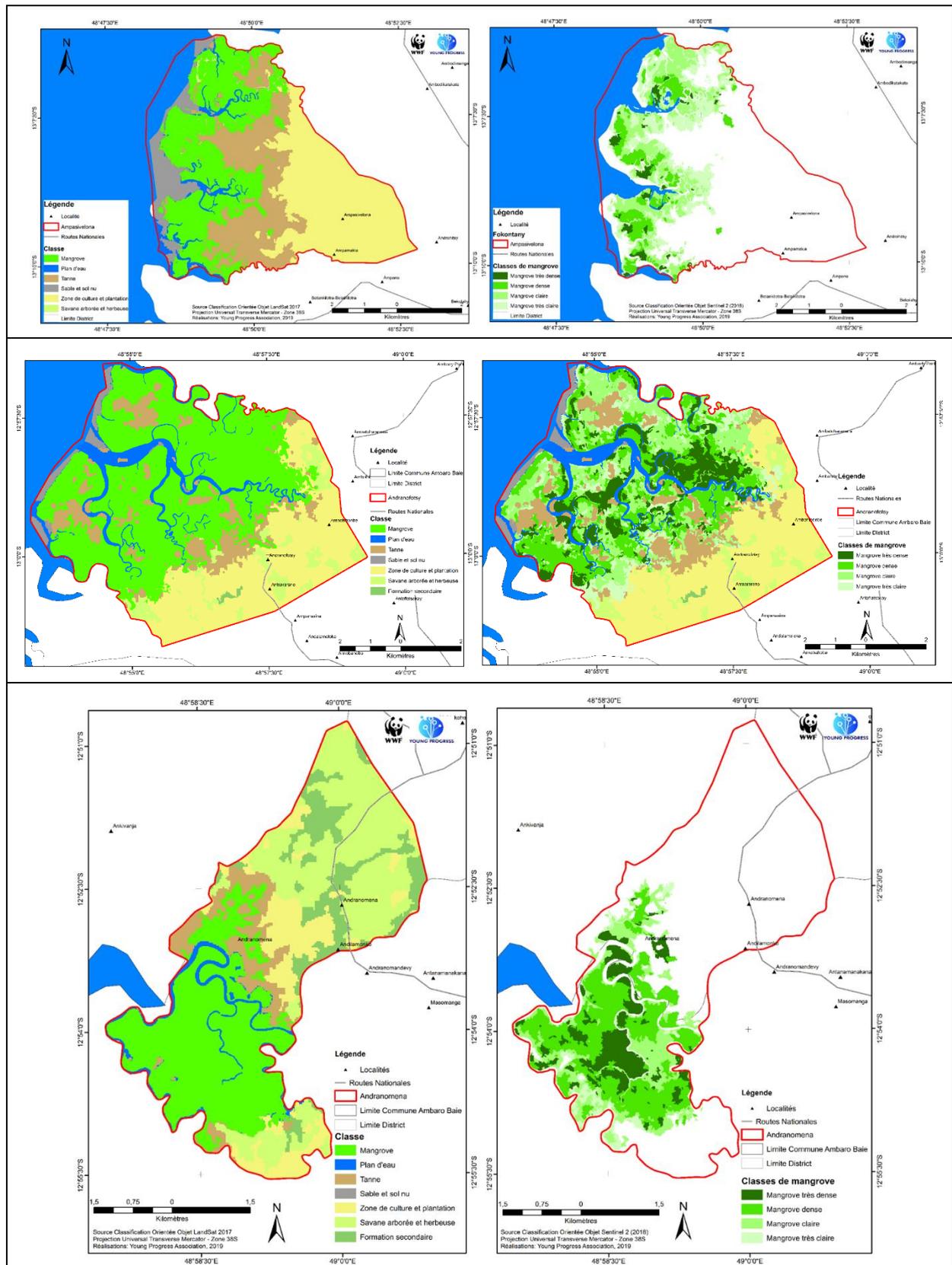


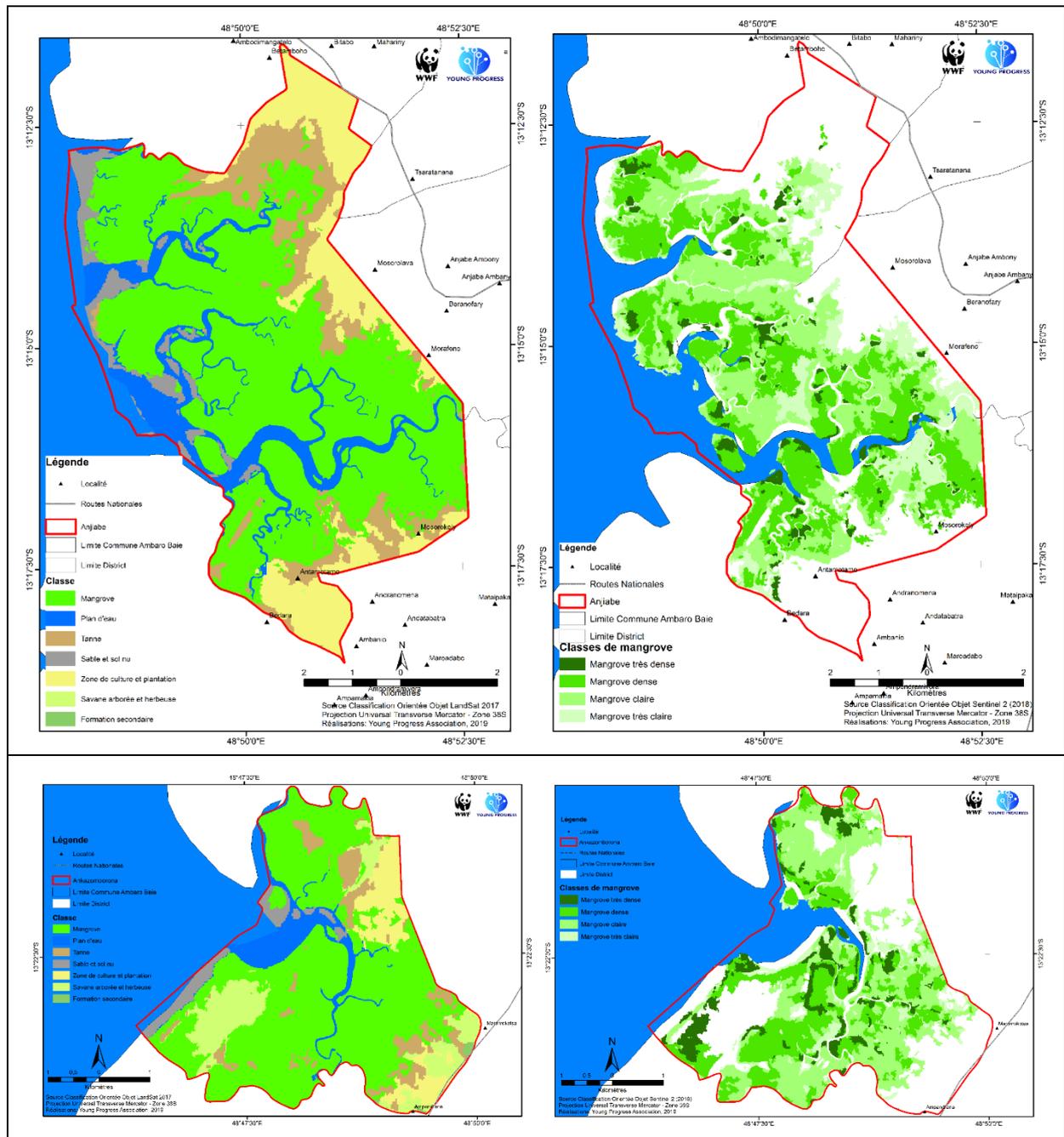


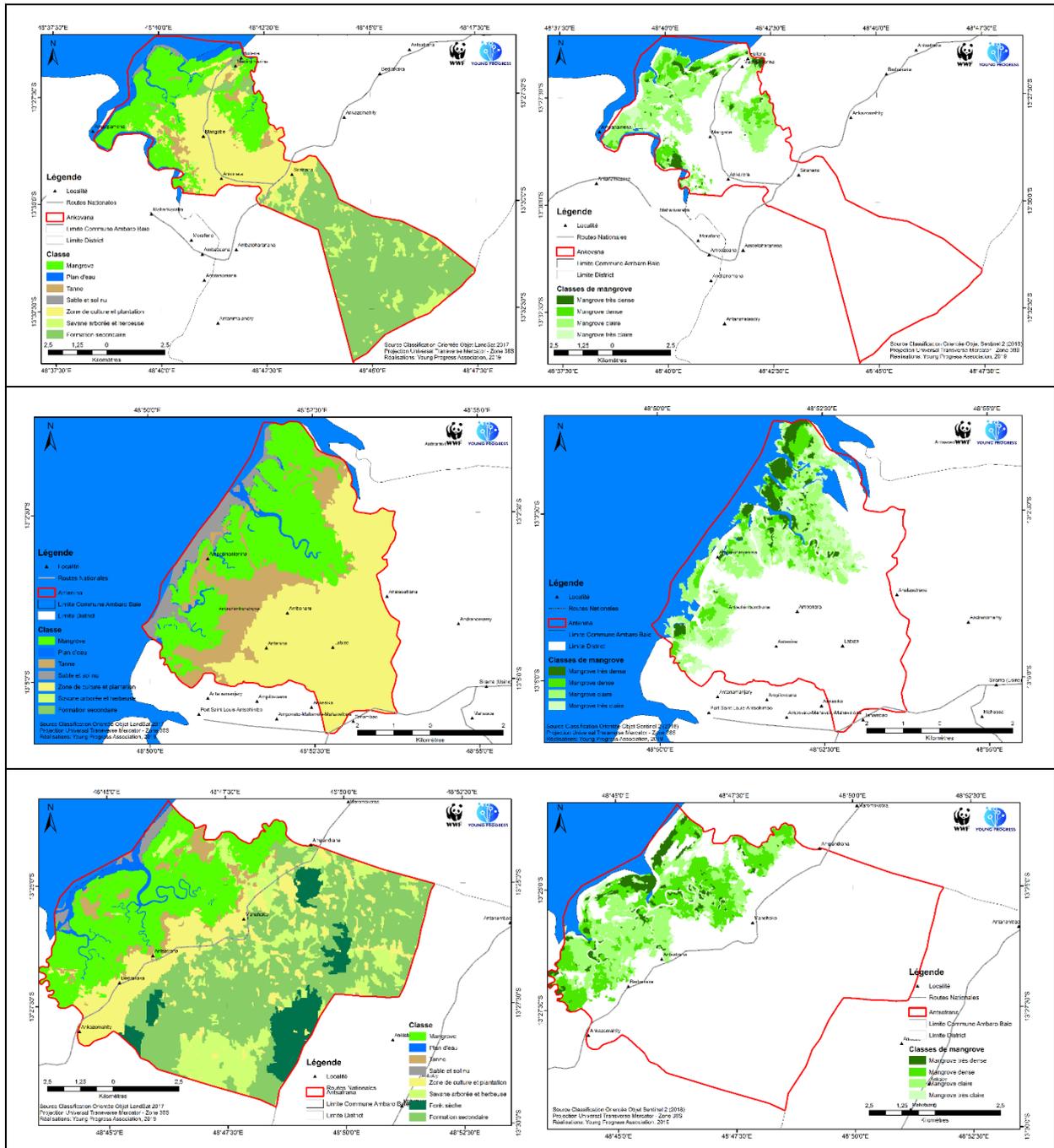


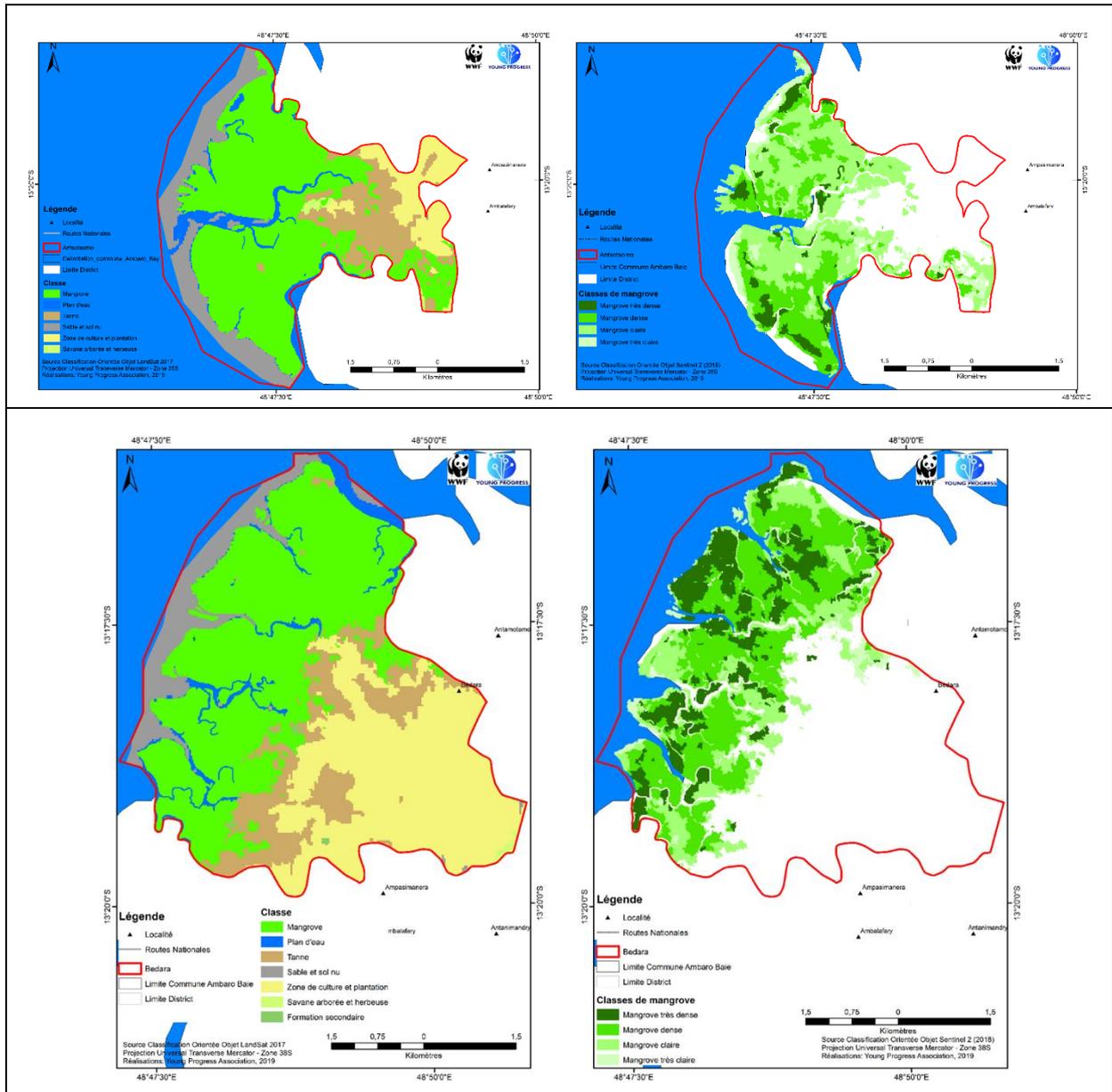
7.4. Annexe 4 : Cartes d'occupation du sol en 2018 par site











### 7.5. Annexe 5 : Superficie des mangroves par sites

#### a) Superficie de mangrove par image Landsat 1997 en Ha

SITES	Mangrove en 1997 Ha	Mangrove en 2017 Ha
Ambatoharanana	123,60	56,63
Ankovana	1 578,35	1 455,59
Antsatrana	2 549,17	2 317,11
Ankazomborona	1 636,78	1 444,85
Antsotsomo	984,76	884,59
Bedara	1 519,35	1 289,94
Anjiabe	3 463,65	3 249,25
Ambodibonara	1 171,36	1 021,65
Ampasivelona	1 525,06	1 270,94
Antenina	1 175,88	1 191,66
Andranofotsy	3 541,20	3 308,29
Andranomena	885,25	812,36

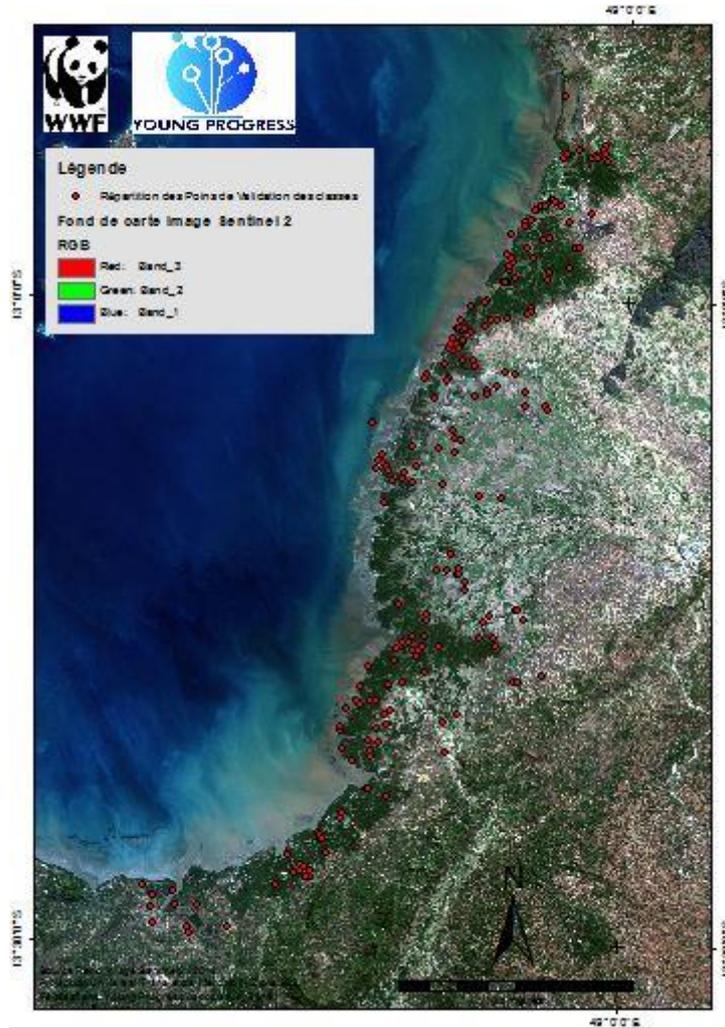
#### b) Superficie de mangrove par image Landsat 2017 en Ha

Sites	Mangrove très dense	Mangrove dense	Mangrove claire	Mangrove très claire	Total
Ambatoharanana	2,96	9,12	38,33	6,23	<b>56,63</b>
Ankovana	100,58	293,48	885,91	175,62	<b>1 455,59</b>
Antsatrana	248,00	890,67	1 029,85	148,59	<b>2 317,11</b>
Ankazomborona	179,87	469,56	649,25	146,17	<b>1 444,85</b>
Antsotsomo	71,27	266,22	439,87	107,24	<b>884,59</b>
Bedara	310,65	578,27	336,60	64,42	<b>1 289,94</b>
Anjiabe	173,99	1 319,78	1 279,53	475,96	<b>3 249,25</b>
Ambodibonara	76,96	345,17	413,62	185,90	<b>1 021,65</b>
Ampasivelona	74,43	261,99	483,28	451,25	<b>1 270,94</b>
Antenina	137,46	172,45	492,48	389,27	<b>1 191,66</b>
Andranofotsy	700,49	1 045,86	1 128,94	432,99	<b>3 308,29</b>
Andranomena	177,10	372,15	204,98	58,13	<b>812,36</b>

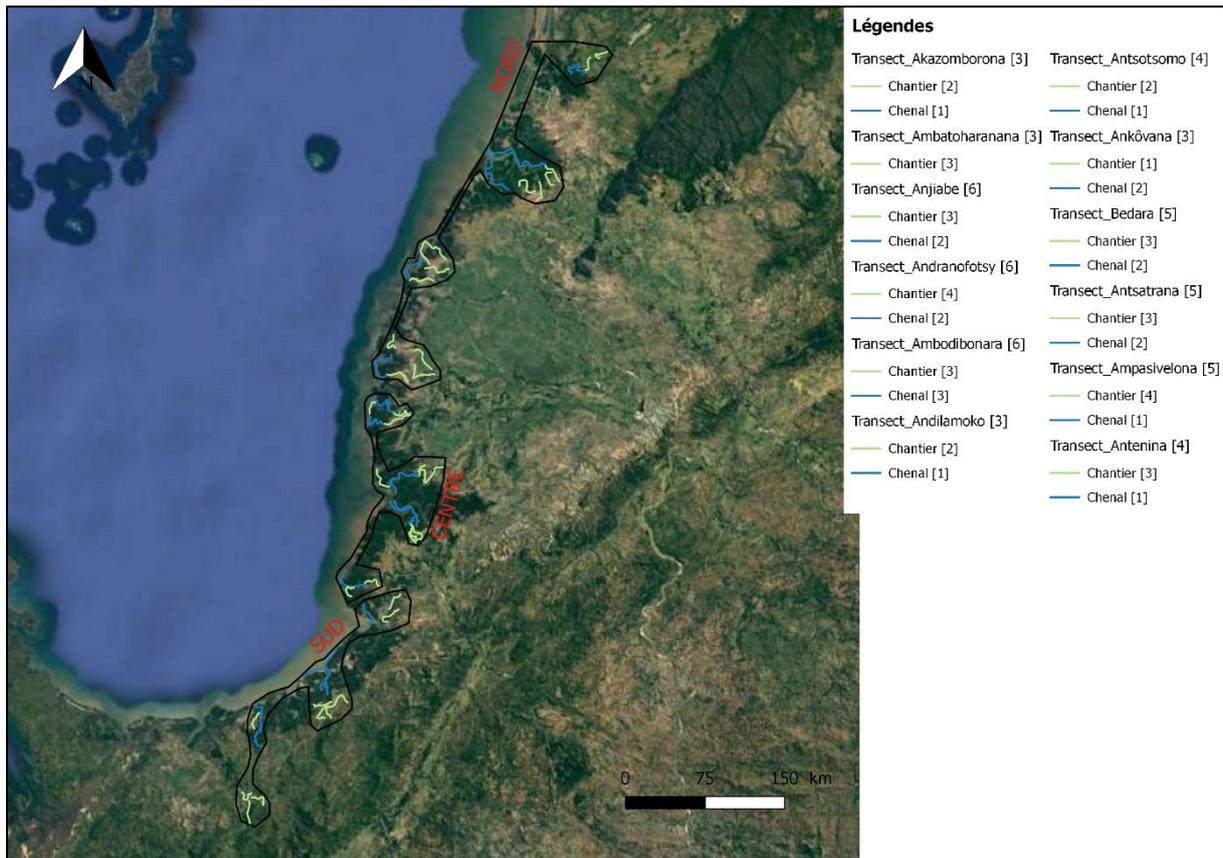
### 7.6. Annexe 6 : Taux de déforestation par site

Sites	Taux de déforestation (%)
Ambatoharanana	62,89
Ankovana	12,33
Antsatrana	12,96
Ankazomborona	15,51
Antsotsomo	16,69
Bedara	17,77
Anjiabe	7,09
Ambodibonara	14,23
Ampasivelona	20,86
Antenina	9,14
Andranofotsy	9,93
Andranomena	9,82

**7.7. Annexe 7 : Répartition spatiale des points de validation**



**7.8. Annexe 8: Répartition des chantiers et des chenaux utilisés comme transect dans les sites d'inventaire**



### 7.9. Annexe 9: Nom des sites d'inventaire dans les trois zones d'études

Zone	Village
Nord	Ampasivelona
	Andilamoko
	Andranofotsy
	Antenina
Centre	Ambodibodinara
	Anjiabe
	Antsotsomo
	Bedara
Sud	Ambatoharanana
	Ankazomborona
	Ankôvana
	Antsatrana

**7.10. Annexe 10: Fiche de collecte des données à enregistrement multiple**

***Multi-purpose data sheet – Fauna Rapid Assessment***

Code ID: \_\_\_\_\_

Observer:				Site :	Commentaire*:			
#	Date	Heure	Classe <sup>1</sup>	Espèce	Nombre	Localisation	Distance	Observation
1								a b c d e
2								a b c d e
3								a b c d e
4								a b c d e
5								a b c d e
6								a b c d e
7								a b c d e
8								a b c d e
9								a b c d e
10								a b c d e
11								a b c d e
12								a b c d e
13								a b c d e
14								a b c d e
15								a b c d e
16								a b c d e
17								a b c d e
18								a b c d e
19								a b c d e
20								a b c d e
21								a b c d e
22								a b c d e
23								a b c d e
24								a b c d e
25								a b c d e
26								a b c d e
27								a b c d e
28								a b c d e
29								a b c d e
30								a b c d e

<sup>1</sup>: O: Oiseaux, M: Mammifères, L: Lémuriens, R: Reptiles, C: Chiroptères

\* : Remarque sur le climat, la marée, le transect

**a:** Visuelle

**b:** Vocalisation

**c:** Mort

**d:** Traces (Fèces, Empreinte, etc...)

**e:** Témoignage

### 7.11. Annexe 11: Détails sur le calcul du taux de rencontre des animaux durant l'inventaire faunistique

#### a) Calcul du taux de rencontre des Mammifères

Zone	Village	Espèces	Taux de rencontre	Nombre Individus	Nombre de Transect
NORD	Andilamoko	<i>Eulemur macaco</i>	0,5	1	2
		<i>Pteropus rufus</i>	0,5	1	
	Andranofotsy	<i>Pteropus rufus</i>	0,25	1	4
CENTRE	Ambodibodinara	<i>Eliurus sp.</i>	1	3	3
		<i>Felis catus</i>	0,33	1	
		<i>Ramanavy</i>	0,67	2	
		<i>Setifer setosus</i>	1	3	
	Anjiabe	<i>Eliurus sp.</i>	0,75	3	4
		<i>Felis catus</i>	0,25	1	
		<i>Pteropus rufus</i>	0,25	1	
		<i>Ramanavy</i>	0,5	2	
	Antsotsomo	<i>Eliurus sp.</i>	0,5	1	2
	Bedara	<i>Eliurus sp.</i>	1,67	5	3
		<i>Pteropus rufus</i>	0,33	1	
	SUD	Ankazomborona	<i>Eliurus sp.</i>	1	2
<i>Eulemur macaco</i>			1	2	
<i>Kananavy</i>			0,5	1	
<i>Microcebus mampiratra</i>			1,5	3	
Ankôvana		<i>Eliurus sp.</i>	1	1	1
		<i>Kananavy</i>	1	1	
		<i>Microcebus mampiratra</i>	3	3	
Antsatrana		<i>Eliurus sp.</i>	0,67	2	3
		<i>Kananavy</i>	0,67	2	
		<i>Ramanavy</i>	0,67	2	
		<i>Setifer setosus</i>	0,33	1	
	<i>Tenrec ecaudatus</i>	0,67	2		
Ambatoharanana	<i>Microcebus mampiratra</i>	0,33	1	3	

## b) Calcul du taux de rencontre des Reptiles

Zone	Village	Row Labels	Taux de rencontre	Nombre d'individus	Nombre de transect
NORD	Ampasivelona	<i>Furcifer pardalis</i>	0,25	1	4
		<i>Phelsuma abbotti</i>	0,25	1	
		<i>Trachylepis elegans</i>	0,5	2	
	Andilamoko	<i>Crocodilius niloticus</i>	1,5	3	2
		<i>Furcifer pardalis</i>	0,5	1	
		<i>Phelsuma abbotti</i>	0,5	1	
		<i>Phelsuma cochii</i>	2,5	5	
	Andranofotsy	<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	0,5	1	4
		<i>Acrantophis madagascariensis</i>	0,5	2	
		<i>Crocodilius niloticus</i>	1	4	
		<i>Furcifer pardalis</i>	0,5	2	
		<i>Phelsuma abbotti</i>	0,5	2	
Antenina	<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	0,25	1	3	
	<i>Madagascarophis colibrinus</i>	0,33	1		
	<i>Phelsuma abbotti</i>	2	6		
CENTRE	Ambodibodinara	<i>Trachylepis elegans</i>	0,33	1	3
		<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	0,67	2	
		<i>Furcifer pardalis</i>	2,67	8	
		<i>Hemidactylus mercatorius</i>	1,33	4	
		<i>Madagascarophis colibrinus</i>	1	3	
	Anjiabe	<i>Trachylepis elegans</i>	0,33	1	4
		<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	1	4	
		<i>Furcifer pardalis</i>	0,5	2	
		<i>Hemidactylus mercatorius</i>	0,5	2	
		<i>Phelsuma abbotti</i>	0,5	2	
		<i>Phelsuma cochii</i>	0,25	1	
	Antsotsomo	<i>Trachylepis elegans</i>	0,75	3	2
		<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	1,5	3	
		<i>Furcifer pardalis</i>	0,5	1	
	Bedara	<i>Phelsuma cochii</i>	0,5	1	3
		<i>Trachylepis elegans</i>	1,5	3	
		<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	1,5	3	
		<i>Acrantophis madagascariensis</i>	0,67	2	
		<i>Crocodilius niloticus</i>	0,67	2	
		<i>Furcifer pardalis</i>	1	3	
		<i>Hemidactylus mercatorius</i>	1	3	
<i>Leioheterodon madagascariensis</i>		0,33	1		
<i>Phelsuma abbotti</i>		0,33	1		
<i>Phelsuma cochii</i>	0,67	2			
SUD	Ambatoharanana	<i>Sanzinia madagascariensis</i>	1,33	4	3
		<i>Trachylepis elegans</i>	0,67	2	
		<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	1,33	4	
		<i>Furcifer pardalis</i>	0,67	2	
		<i>Madagascarophis colibrinus</i>	0,33	1	
	Ankazomborona	<i>Phelsuma abbotti</i>	0,67	2	2
		<i>Phelsuma cochii</i>	0,33	1	
		<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	2,33	7	
		<i>Dromicodryas cf. quadrilienatus</i>	0,5	1	
		<i>Furcifer pardalis</i>	3	6	
	Ankôvana	<i>Madagascarophis colibrinus</i>	1	2	1
		<i>Phelsuma abbotti</i>	1	2	
		<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	2	2	
	Antsatrana	<i>Phelsuma cochii</i>	0,5	1	3
		<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	2,5	5	
<i>Furcifer pardalis</i>		0,67	2		
<i>Hemidactylus mercatorius</i>		1	3		
<i>Madagascarophis colibrinus</i>		1,67	5		
<i>Phelsuma abbotti</i>		1	3		
<i>Trachylepis elegans</i>	0,33	1			
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	2,33	7			

### c) Calcul du taux de rencontre des Amphibiens

Zone	Village	Espèces	Taux de rencontre	Nombre Individus	Nombre de Transect
NORD	Ampasivelona	<i>Boophis tephraeomystax</i>	0,25	1	4
		<i>Ptychadena mascareniensis</i>	0,25	1	
	Andranofotsy	<i>Ptychadena mascareniensis</i>	0,25	1	4
CENTRE	Ambodibodinara	<i>Boophis tephraeomystax</i>	1,67	5	3
	Anjiabe	<i>Boophis tephraeomystax</i>	0,75	3	4
		<i>Hoplobatrachus tigerinus</i>	0,5	1	2
	Bedara	<i>Boophis tephraeomystax</i>	1	3	3
		<i>Hoplobatrachus tigerinus</i>	1	3	
		<i>Ptychadena mascareniensis</i>	1	3	
SUD	Ankazomborona	<i>Ptychadena mascareniensis</i>	0,5	1	2
	Ambatoharanana	<i>Boophis tephraeomystax</i>	1,67	5	3
	Antsatrana	<i>Boophis tephraeomystax</i>	3	5	3
		<i>Hoplobatrachus tigerinus</i>	3,33	9	
		<i>Ptychadena mascareniensis</i>	3,33	10	

**7.12. Annexe 12 : Liste des Oiseaux recensé par Reniala en 2015**

Types	Espèces	Antenina	Ampasivelona	Ankazomborona	Antsatrana
<b>Oiseaux marins et côtiers</b>	<i>Ardea alba</i>	+	+	+	+
	<i>Ardea cinerea</i>	+	+	+	+
	<i>Ardea humblotii</i>	-	+	+	+
	<i>Bubulcus ibis</i>	+	+	+	+
	<i>Butorides striata</i>	-	+	+	+
	<i>Calidris ferruginea</i>	+	+	+	+
	<i>Drama ardeola</i>	-	+	+	+
	<i>Egretta dimorpha</i>	+	+	+	+
	<i>Numenius phaecopus</i>	+	+	+	+
	<i>Phoenicopterus ruber</i>	-	-	+	+
	<i>Pluvialis squatarola</i>	-	+	+	+
	<i>Sterna dongalii</i>	+	+	+	+
	<i>Sterna hurido</i>	+	+	+	+
<b>Oiseaux terrestres</b>	<i>Alcedo vintsioides</i>	+	+	+	+
	<i>Agapornis nana</i>	+	+	+	+
	<i>Acridotheres tristis</i>	+	-	+	+
	<i>Buteo brachypterus</i>	-	+	+	-
	<i>Caprimulgus madagascariensis</i>	-	+	-	-
	<i>Centropus toulou</i>	+	+	+	+
	<i>Cinniris souimanga</i>	+	+	+	+
	<i>Copsychus albospecularis</i>	+	+	+	+
	<i>Cuculus rochii</i>	+	+	+	+
	<i>Corvus albus</i>	+	+	+	-
	<i>Falco newtoni</i>	+	+	+	+
	<i>Foudia madagascariensis</i>	+	+	+	+
	<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	+	+	+	+
	<i>Launcura nana</i>	+	+	+	+
	<i>Milvus aegyptius</i>	+	+	+	+
	<i>Oena capensis</i>	+	+	+	+
	<i>Ploceus sakalava</i>	-	+	+	+
	<i>Terpsiphone mutata</i>	+	+	+	+
<i>Upupa marginata</i>	-	+	+	-	
<i>Vanga curvirostris</i>	-	-	-	+	

**7.13. Annexe 13 : Détails de calcul sur l'indice de diversité de la faune**

**a) Calcul de l'indice de diversité des Mammifères dans les sites d'inventaire**

Site & Espèce	Nombre	Simpson	Shannon	Equitabilité
<b>Ambatoharanana</b>	<b>1</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<i>Microcebus mambiratra</i>	1	0,000	0,000	
<b>Ambodibodinara</b>	<b>9</b>	<b>0,806</b>	<b>1,311</b>	<b>0,946</b>
<i>Eliurus sp.</i>	3	0,083	-0,366	
<i>Felis catus</i>	1	0,000	-0,244	
<i>Ramanavy</i>	2	0,028	-0,334	
<i>Setifer setosus</i>	3	0,083	-0,366	
<b>Andilamoko</b>	<b>2</b>	<b>1,000</b>	<b>0,693</b>	<b>1,000</b>
<i>Eulemur macaco</i>	1	0,000	-0,347	
<i>Pteropus rufus</i>	1	0,000	-0,347	
<b>Andranofotsy</b>	<b>1</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<i>Pteropus rufus</i>	1	0,000	0,000	
<b>Anjiabe</b>	<b>7</b>	<b>0,810</b>	<b>1,277</b>	<b>0,921</b>
<i>Eliurus sp.</i>	3	0,143	-0,363	
<i>Felis catus</i>	1	0,000	-0,278	
<i>Pteropus rufus</i>	1	0,000	-0,278	
<i>Ramanavy</i>	2	0,048	-0,358	
<b>Ankazomborona</b>	<b>8</b>	<b>0,821</b>	<b>1,321</b>	<b>0,953</b>
<i>Eliurus sp.</i>	2	0,036	-0,347	
<i>Eulemur macaco</i>	2	0,036	-0,347	
<i>Kananavy</i>	1	0,000	-0,260	
<i>Microcebus mambiratra</i>	3	0,107	-0,368	
<b>Ankôvana</b>	<b>5</b>	<b>0,700</b>	<b>0,950</b>	<b>0,865</b>
<i>Eliurus sp.</i>	1	0,000	-0,322	
<i>Kananavy</i>	1	0,000	-0,322	
<i>Microcebus mambiratra</i>	3	0,300	-0,306	
<b>Antsatrana</b>	<b>9</b>	<b>0,889</b>	<b>1,581</b>	<b>0,982</b>
<i>Eliurus sp.</i>	2	0,028	-0,334	
<i>Kananavy</i>	2	0,028	-0,334	
<i>Ramanavy</i>	2	0,028	-0,334	
<i>Setifer setosus</i>	1	0,000	-0,244	
<i>Tenrec ecaudatus</i>	2	0,028	-0,334	
<b>Antsotsomo</b>	<b>1</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<i>Eliurus sp.</i>	1	0,000	0,000	
<b>Bedara</b>	<b>6</b>	<b>0,333</b>	<b>0,322</b>	<b>0,464</b>
<i>Eliurus sp.</i>	5	0,667	0,000	
<i>Pteropus rufus</i>	1	0,000	-0,322	

**b) Calcul de l'indice de diversité des Reptiles dans les sites d'inventaire**

SITE ET ESPECE	NOMBRE	SIMPSON	SHANNON	EQUITABILITE
<b>Ambatoharanana</b>	<b>13</b>	<b>0,71</b>	<b>1,30</b>	<b>0,81</b>
<i>Furcifer pardalis</i>	2	0,01	-0,29	
<i>Madagascarophis colibrinus</i>	1	0,00	-0,20	
<i>Phelsuma abbotti</i>	2	0,01	-0,29	
<i>Phelsuma cochii</i>	1	0,00	-0,20	
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	7	0,27	-0,33	
<b>Ambodibodinara</b>	<b>18</b>	<b>0,75</b>	<b>1,40</b>	<b>0,87</b>
<i>Furcifer pardalis</i>	8	0,18	-0,36	
<i>Hemidactylus mercatorius</i>	4	0,04	-0,33	
<i>Madagascarophis colibrinus</i>	3	0,02	-0,30	
<i>Trachylepis elegans</i>	1	0,00	-0,16	
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	2	0,01	-0,24	
<b>Ampasivelona</b>	<b>4</b>	<b>0,83</b>	<b>1,04</b>	<b>0,95</b>
<i>Furcifer pardalis</i>	1	0,00	-0,35	
<i>Phelsuma abbotti</i>	1	0,00	-0,35	
<i>Trachylepis elegans</i>	2	0,17	-0,35	
<b>Andilamoko</b>	<b>11</b>	<b>0,76</b>	<b>1,37</b>	<b>0,85</b>
<i>Crocodylus niloticus</i>	3	0,05	-0,35	
<i>Furcifer pardalis</i>	1	0,00	-0,22	
<i>Phelsuma abbotti</i>	1	0,00	-0,22	
<i>Phelsuma cochii</i>	5	0,18	-0,36	
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	1	0,00	-0,22	
<b>Andranofotsy</b>	<b>11</b>	<b>0,84</b>	<b>1,52</b>	<b>0,94</b>
<i>Acrantophis madagascariensis</i>	2	0,02	-0,31	
<i>Crocodylus niloticus</i>	4	0,11	-0,37	
<i>Furcifer pardalis</i>	2	0,02	-0,31	
<i>Phelsuma abbotti</i>	2	0,02	-0,31	
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	1	0,00	-0,22	
<b>Anjiabe</b>	<b>14</b>	<b>0,87</b>	<b>1,71</b>	<b>0,95</b>
<i>Furcifer pardalis</i>	2	0,01	-0,28	
<i>Hemidactylus mercatorius</i>	2	0,01	-0,28	
<i>Phelsuma abbotti</i>	2	0,01	-0,28	
<i>Phelsuma cochii</i>	1	0,00	-0,19	
<i>Trachylepis elegans</i>	3	0,03	-0,33	
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	4	0,07	-0,36	
<b>Ankazomborona</b>	<b>17</b>	<b>0,80</b>	<b>1,56</b>	<b>0,87</b>
<i>Dromicodryas cf. quadrilienatus</i>	1	0,00	-0,17	
<i>Furcifer pardalis</i>	6	0,11	-0,37	
<i>Madagascarophis colibrinus</i>	2	0,01	-0,25	
<i>Phelsuma abbotti</i>	2	0,01	-0,25	
<i>Phelsuma cochii</i>	1	0,00	-0,17	
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	5	0,07	-0,36	
<b>Ankôvana</b>	<b>3</b>	<b>0,67</b>	<b>0,64</b>	<b>0,92</b>

\*\*\* Rapport final\*\*\*

SITE ET ESPECE	NOMBRE	SIMPSON	SHANNON	EQUITABILITE
<i>Phelsuma abbotti</i>	1	0,00	-0,37	
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	2	0,33	-0,27	
<b>Antenina</b>	<b>8</b>	<b>0,46</b>	<b>0,74</b>	<b>0,67</b>
<i>Madagascarophis colibrinus</i>	1	0,00	-0,26	
<i>Phelsuma abbotti</i>	6	0,54	-0,22	
<i>Trachylepis elegans</i>	1	0,00	-0,26	
<b>Antsatrana</b>	<b>21</b>	<b>0,82</b>	<b>1,63</b>	<b>0,91</b>
<i>Furcifer pardalis</i>	2	0,00	-0,22	
<i>Hemidactylus mercatorius</i>	3	0,01	-0,28	
<i>Madagascarophis colibrinus</i>	5	0,05	-0,34	
<i>Phelsuma abbotti</i>	3	0,01	-0,28	
<i>Trachylepis elegans</i>	1	0,00	-0,14	
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	7	0,10	-0,37	
<b>Antsotsomo</b>	<b>5</b>	<b>0,70</b>	<b>0,95</b>	<b>0,86</b>
<i>Furcifer pardalis</i>	1	0,00	-0,32	
<i>Phelsuma cochii</i>	1	0,00	-0,32	
<i>Trachylepis elegans</i>	3	0,30	-0,31	
<b>Bedara</b>	<b>24</b>	<b>0,92</b>	<b>2,21</b>	<b>0,96</b>
<i>Acrantophis madagascariensis</i>	2	0,00	-0,21	
<i>Crocodylus niloticus</i>	2	0,00	-0,21	
<i>Furcifer pardalis</i>	3	0,01	-0,26	
<i>Hemidactylus mercatorius</i>	3	0,01	-0,26	
<i>Leioheterodon madagascariensis</i>	1	0,00	-0,13	
<i>Phelsuma abbotti</i>	1	0,00	-0,13	
<i>Phelsuma cochii</i>	2	0,00	-0,21	
<i>Sanzinia madagascariensis</i>	4	0,02	-0,30	
<i>Trachylepis elegans</i>	2	0,00	-0,21	
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	4	0,02	-0,30	

### c) Calcul des indices de diversité des Oiseaux aquatiques dans les sites d'inventaire

SITE ET ESPECE	NOMBRE	SIMPSON	SHANNON	EQUITABILITE
<b>Ambatoharanana</b>	<b>5</b>	<b>0,800</b>	<b>1,055</b>	<b>0,960</b>
<i>Bubulcus ibis</i>	2	0,100	-0,367	
<i>Corythornis vintsioides</i>	2	0,100	-0,367	
<i>Dendrocygna viduata</i>	1	0,000	-0,322	
<b>Ambodibodinara</b>	<b>36</b>	<b>0,889</b>	<b>2,206</b>	<b>0,888</b>
<i>Actitis hypoleucos</i>	3	0,005	-0,207	
<i>Ardea ardesiaca</i>	3	0,005	-0,207	
<i>Ardea cineria</i>	1	0,000	-0,100	
<i>Arenaria interceps</i>	1	0,000	-0,100	
<i>Bubulcus ibis</i>	4	0,010	-0,244	
<i>Butoroides striatus</i>	6	0,024	-0,299	
<i>Casmerodius albus</i>	1	0,000	-0,100	

\*\*\* Rapport final\*\*\*

SITE ET ESPECE	NOMBRE	SIMPSON	SHANNON	EQUITABILITE
<i>Corythornis vintsioides</i>	4	0,010	-0,244	
<i>Dendrocygna viduata</i>	1	0,000	-0,100	
<i>Egretta dimorpha</i>	2	0,002	-0,161	
<i>Numenius phaeopus</i>	9	0,057	-0,347	
<i>Sterna sumatrana</i>	1	0,000	-0,100	
<b>Ampasivelona</b>	<b>69</b>	<b>0,842</b>	<b>2,059</b>	<b>0,828</b>
<i>Anhinga rufa</i>	1	0,000	-0,061	
<i>Ardea purpurea</i>	1	0,000	-0,061	
<i>Ardeola ralloides</i>	1	0,000	-0,061	
<i>Bubulcus ibis</i>	7	0,009	-0,232	
<i>Butorides striatus</i>	2	0,000	-0,103	
<i>Casmerodius albus</i>	8	0,012	-0,250	
<i>Charadrius marginatus</i>	3	0,001	-0,136	
<i>Charadrius tricollaris</i>	12	0,028	-0,304	
<i>Corythornis vintsioides</i>	6	0,006	-0,212	
<i>Dendrocygna viduata</i>	3	0,001	-0,136	
<i>Egretta dimorpha</i>	3	0,001	-0,136	
<i>Numenius phaeopus</i>	22	0,098	-0,364	
<b>Andilamoko</b>	<b>73</b>	<b>0,895</b>	<b>2,421</b>	<b>0,855</b>
<i>Actitis hypoleucos</i>	13	0,030	-0,307	
<i>Anastomus lamelligerus</i>	1	0,000	-0,059	
<i>Anhinga rufa</i>	5	0,004	-0,184	
<i>Ardea ardesiaca</i>	7	0,008	-0,225	
<i>Ardea purpurea</i>	1	0,000	-0,059	
<i>Ardeola ralloides</i>	1	0,000	-0,059	
<i>Bubulcus ibis</i>	2	0,000	-0,099	
<i>Casmerodius albus</i>	3	0,001	-0,131	
<i>Corythornis vintsioides</i>	16	0,046	-0,333	
<i>Dendrocygna viduata</i>	2	0,000	-0,099	
<i>Dryolimnas cuvieri</i>	8	0,011	-0,242	
<i>Egretta dimorpha</i>	4	0,002	-0,159	
<i>Ixobrychus minutus</i>	3	0,001	-0,131	
<i>Numenius phaeopus</i>	4	0,002	-0,159	
<i>Phalacrocorax africanus</i>	1	0,000	-0,059	
<i>Platalea alba</i>	1	0,000	-0,059	
<i>Plegadis falcinellus</i>	1	0,000	-0,059	
<b>Andranofotsy</b>	<b>37</b>	<b>0,829</b>	<b>1,861</b>	<b>0,847</b>
<i>Anhinga rufa</i>	1	0,000	-0,098	
<i>Ardea ardesiaca</i>	3	0,005	-0,204	
<i>Bubulcus ibis</i>	5	0,015	-0,270	
<i>Charadrius marginatus</i>	2	0,002	-0,158	
<i>Charadrius tricollaris</i>	1	0,000	-0,098	
<i>Corythornis vintsioides</i>	8	0,042	-0,331	

\*\*\* Rapport final\*\*\*

SITE ET ESPECE	NOMBRE	SIMPSON	SHANNON	EQUITABILITE
<i>Dryolimnas cuvieri</i>	4	0,009	-0,240	
<i>Egretta dimorpha</i>	1	0,000	-0,098	
<i>Numenius phaeopus</i>	12	0,099	-0,365	
<b>Anjiabe</b>	<b>67</b>	<b>0,829</b>	<b>2,037</b>	<b>0,794</b>
<i>Ardea ardesiaca</i>	5	0,005	-0,194	
<i>Ardea purpurea</i>	1	0,000	-0,063	
<i>Arenaria interpres</i>	2	0,000	-0,105	
<i>Bubulcus ibis</i>	5	0,005	-0,194	
<i>Butorides striatus</i>	4	0,003	-0,168	
<i>Casmerodius albus</i>	1	0,000	-0,063	
<i>Charadrius marginatus</i>	5	0,005	-0,194	
<i>Charadrius tricollaris</i>	4	0,003	-0,168	
<i>Corythornis vintsioides</i>	15	0,047	-0,335	
<i>Dryolimnas cuvieri</i>	1	0,000	-0,063	
<i>Egretta dimorpha</i>	1	0,000	-0,063	
<i>Haliaeetus vociferoides</i>	1	0,000	-0,063	
<i>Numenius phaeopus</i>	22	0,104	-0,366	
<b>Ankazomborona</b>	<b>22</b>	<b>0,814</b>	<b>1,668</b>	<b>0,857</b>
<i>Butorides striatus</i>	7	0,091	-0,364	
<i>Casmerodius albus</i>	1	0,000	-0,141	
<i>Charadrius tricollaris</i>	4	0,026	-0,310	
<i>Corythornis vintsioides</i>	1	0,000	-0,141	
<i>Egretta dimorpha</i>	2	0,004	-0,218	
<i>Numenius phaeopus</i>	6	0,065	-0,354	
<i>Sterna sumatrana</i>	1	0,000	-0,141	
<b>Ankôvana</b>	<b>14</b>	<b>0,769</b>	<b>1,400</b>	<b>0,720</b>
<i>Butorides striatus</i>	1	0,000	-0,189	
<i>Corythornis vintsioides</i>	6	0,165	-0,363	
<i>Dryolimnas cuvieri</i>	3	0,033	-0,330	
<i>Egretta dimorpha</i>	1	0,000	-0,189	
<i>Numenius phaeopus</i>	3	0,033	-0,330	
<b>Antenina</b>	<b>95</b>	<b>0,829</b>	<b>2,089</b>	<b>0,815</b>
<i>Ardea ardesiaca</i>	1	0,000	-0,048	
<i>Bubulcus ibis</i>	8	0,006	-0,208	
<i>Butorides striatus</i>	7	0,005	-0,192	
<i>Casmerodius albus</i>	5	0,002	-0,155	
<i>Charadrius marginatus</i>	14	0,020	-0,282	
<i>Charadrius tricollaris</i>	3	0,001	-0,109	
<i>Corythornis vintsioides</i>	8	0,006	-0,208	
<i>Egretta dimorpha</i>	4	0,001	-0,133	
<i>Fregata sp.</i>	1	0,000	-0,048	
<i>Himantopus himantopus</i>	6	0,003	-0,174	
<i>Numenius phaeopus</i>	34	0,126	-0,368	

\*\*\* Rapport final\*\*\*

SITE ET ESPECE	NOMBRE	SIMPSON	SHANNON	EQUITABILITE
<i>Phoenicopterus sp.</i>	2	0,000	-0,081	
<i>Sterna sumatrana</i>	2	0,000	-0,081	
<b>Antsatrana</b>	<b>58</b>	<b>0,839</b>	<b>1,935</b>	<b>0,807</b>
<i>Butoroides striatus</i>	12	0,040	-0,326	
<i>Casmerodius albus</i>	2	0,001	-0,116	
<i>Charadrius tricollaris</i>	12	0,040	-0,326	
<i>Corythornis vintsioides</i>	14	0,055	-0,343	
<i>Drakidrakirano</i>	1	0,000	-0,070	
<i>Dryolimnas cuvieri</i>	1	0,000	-0,070	
<i>Egretta dimorpha</i>	4	0,004	-0,184	
<i>Numenius phacopus</i>	9	0,022	-0,289	
<i>Sadrôgny</i>	1	0,000	-0,070	
<i>Sterna dougallii</i>	1	0,000	-0,070	
<i>Sterna sumatrana</i>	1	0,000	-0,070	
<b>Antsotsomo</b>	<b>50</b>	<b>0,876</b>	<b>2,199</b>	<b>0,885</b>
<i>Ardea ardesiaca</i>	4	0,005	-0,202	
<i>Arenaria interceps</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Butoroides striatus</i>	3	0,002	-0,169	
<i>Casmerodius albus</i>	8	0,023	-0,293	
<i>Charadrius marginatus</i>	4	0,005	-0,202	
<i>Charadrius tricollaris</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Corythornis vintsioides</i>	3	0,002	-0,169	
<i>Egretta dimorpha</i>	4	0,005	-0,202	
<i>Haliaeetus vociferoides</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Numenius phacopus</i>	14	0,074	-0,356	
<i>Sterna dougallii</i>	4	0,005	-0,202	
<i>Sterna sumatrana</i>	3	0,002	-0,169	
<b>Bedara</b>	<b>67</b>	<b>0,847</b>	<b>2,011</b>	<b>0,839</b>
<i>Ardea ardesiaca</i>	11	0,025	-0,297	
<i>Arenaria interceps</i>	2	0,000	-0,105	
<i>Bubulcus ibis</i>	4	0,003	-0,168	
<i>Butoroides striatus</i>	2	0,000	-0,105	
<i>Casmerodius albus</i>	1	0,000	-0,063	
<i>Charadrius marginatus</i>	8	0,013	-0,254	
<i>Charadrius tricollaris</i>	4	0,003	-0,168	
<i>Corythornis vintsioides</i>	16	0,054	-0,342	
<i>Dryolimnas cuvieri</i>	2	0,000	-0,105	
<i>Egretta dimorpha</i>	1	0,000	-0,063	
<i>Numenius phacopus</i>	16	0,054	-0,342	

d) Calcul des indices de diversité des Oiseaux forestiers dans les sites d'inventaire

Site & Espèces	Nombre	Simpson	Shannon	Equitabilité
----------------	--------	---------	---------	--------------

\*\*\* Rapport final\*\*\*

Site & Espèces	Nombre	Simpson	Shannon	Equitabilité
<b>Ambatoharanana</b>	<b>35</b>	<b>0,889</b>	<b>2,157</b>	<b>0,899</b>
<i>Acridotheres tristis</i>	3	0,005	-0,211	
<i>Centropus toulou</i>	5	0,017	-0,278	
<i>Copsychus albospecularis</i>	1	0,000	-0,102	
<i>Dicirus forficatus</i>	3	0,005	-0,211	
<i>Foudia madagascariensis</i>	6	0,025	-0,302	
<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	2	0,002	-0,164	
<i>Lonchura nana</i>	1	0,000	-0,102	
<i>Nectarinia souimanga</i>	8	0,047	-0,337	
<i>Neomixis tenela</i>	1	0,000	-0,102	
<i>Streptopelia picturata</i>	4	0,010	-0,248	
<i>Terpsiphone mutata</i>	1	0,000	-0,102	
<b>Ambodibodinara</b>	<b>84</b>	<b>0,953</b>	<b>3,018</b>	<b>0,926</b>
<i>Acridotheres tristis</i>	4	0,002	-0,145	
<i>Agapornis cana</i>	2	0,000	-0,089	
<i>Centropus toulou</i>	4	0,002	-0,145	
<i>Copsychus albospecularis</i>	2	0,000	-0,089	
<i>Coracina cineria</i>	2	0,000	-0,089	
<i>Coracopsis vasa</i>	4	0,002	-0,145	
<i>Cuculus rochii</i>	4	0,002	-0,145	
<i>Cypripus parvus</i>	1	0,000	-0,053	
<i>Dicirus forficatus</i>	8	0,008	-0,224	
<i>Falco pinnatus</i>	2	0,000	-0,089	
<i>Foudia madagascariensis</i>	6	0,004	-0,189	
<i>Leptopterus viridis</i>	2	0,000	-0,089	
<i>Leptosomus discolor</i>	1	0,000	-0,053	
<i>Lonchura nana</i>	8	0,008	-0,224	
<i>Merops superciliosus</i>	4	0,002	-0,145	
<i>Milvus aegyptius</i>	1	0,000	-0,053	
<i>Nectarinia souimanga</i>	8	0,008	-0,224	
<i>Neomixis tenela</i>	1	0,000	-0,053	
<i>Oena capensis</i>	7	0,006	-0,207	
<i>Phedina borbonica</i>	2	0,000	-0,089	
<i>Ploceus sakalava</i>	1	0,000	-0,053	
<i>Streptopelia picturata</i>	4	0,002	-0,145	
<i>Terpsiphone mutata</i>	2	0,000	-0,089	
<i>Treron australis</i>	1	0,000	-0,053	
<i>Upupa marginatata</i>	2	0,000	-0,089	
<i>Zosterops madagascariensis</i>	1	0,000	-0,053	
<b>Ampasivelo</b>	<b>216</b>	<b>0,937</b>	<b>2,918</b>	<b>0,876</b>
<i>Acridotheres tristis</i>	10	0,002	-0,142	
<i>Agapornis cana</i>	1	0,000	-0,025	
<i>Berneria madagascariensis</i>	4	0,000	-0,074	

\*\*\* Rapport final\*\*\*

Site & Espèces	Nombre	Simpson	Shannon	Equitabilité
<i>Caprimulgus madagascariensis</i>	1	0,000	-0,025	
<i>Centropus toulou</i>	16	0,005	-0,193	
<i>Copsychus albospectularis</i>	6	0,001	-0,100	
<i>Coracopsis vasa</i>	1	0,000	-0,025	
<i>Coturnix delegorguei</i>	3	0,000	-0,059	
<i>Cuculus rochii</i>	12	0,003	-0,161	
<i>Dicirus forficatus</i>	19	0,007	-0,214	
<i>Eurystomus glaucurus</i>	1	0,000	-0,025	
<i>Falco concolor</i>	2	0,000	-0,043	
<i>Falco newtoni</i>	1	0,000	-0,025	
<i>Falcoea palliata</i>	5	0,000	-0,087	
<i>Foudia madagascariensis</i>	8	0,001	-0,122	
<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	5	0,000	-0,087	
<i>Leptopterus viridis</i>	3	0,000	-0,059	
<i>Lonchura nana</i>	3	0,000	-0,059	
<i>Merops superciliosus</i>	14	0,004	-0,177	
<i>Moticola flaviventris</i>	1	0,000	-0,025	
<i>Nectarinia souimanga</i>	23	0,011	-0,239	
<i>Neomixis tenela</i>	15	0,005	-0,185	
<i>Nesillas typica</i>	3	0,000	-0,059	
<i>Oena capensis</i>	29	0,017	-0,270	
<i>Phedina borbonica</i>	13	0,003	-0,169	
<i>Ploceus sakalava</i>	1	0,000	-0,025	
<i>Streptopelia picturata</i>	8	0,001	-0,122	
<i>Terpsiphone mutata</i>	8	0,001	-0,122	
<b>Andilamoko</b>	<b>137</b>	<b>0,954</b>	<b>3,133</b>	<b>0,912</b>
<i>Acridotheres tristis</i>	6	0,002	-0,137	
<i>Agapornis cana</i>	2	0,000	-0,062	
<i>Centropus toulou</i>	7	0,002	-0,152	
<i>Copsychus albospectularis</i>	5	0,001	-0,121	
<i>Coracopsis vasa</i>	2	0,000	-0,062	
<i>Corvus albus</i>	2	0,000	-0,062	
<i>Coturnix delegorguei</i>	1	0,000	-0,036	
<i>Coua coquereli</i>	1	0,000	-0,036	
<i>Cuculus rochii</i>	3	0,000	-0,084	
<i>Dicirus forficatus</i>	8	0,003	-0,166	
<i>Falco concolor</i>	2	0,000	-0,062	
<i>Falco newtoni</i>	2	0,000	-0,062	
<i>Falcoea palliata</i>	3	0,000	-0,084	
<i>Foudia madagascariensis</i>	13	0,008	-0,223	
<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	6	0,002	-0,137	
<i>Leptopterus chabert</i>	1	0,000	-0,036	
<i>Leptopterus viridis</i>	5	0,001	-0,121	

\*\*\* Rapport final\*\*\*

Site & Espèces	Nombre	Simpson	Shannon	Equitabilité
<i>Lonchura nana</i>	1	0,000	-0,036	
<i>Merops superciliosus</i>	5	0,001	-0,121	
<i>Nectarinia souimanga</i>	11	0,006	-0,203	
<i>Nesillas typica</i>	4	0,001	-0,103	
<i>Numida melagris</i>	1	0,000	-0,036	
<i>Oena capensis</i>	7	0,002	-0,152	
<i>Phedina borbonica</i>	3	0,000	-0,084	
<i>Poluboroides radiatus</i>	1	0,000	-0,036	
<i>Scopus umbretta</i>	1	0,000	-0,036	
<i>Streptopelia picturata</i>	11	0,006	-0,203	
<i>Terpsiphone mutata</i>	13	0,008	-0,223	
<i>Treron australis</i>	6	0,002	-0,137	
<i>Upupa marginatata</i>	2	0,000	-0,062	
<i>Vanga curvirostris</i>	2	0,000	-0,062	
<b>Andranofotsy</b>	<b>155</b>	<b>0,940</b>	<b>2,877</b>	<b>0,905</b>
<i>Acridotheres tristis</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Agapornis cana</i>	4	0,001	-0,094	
<i>Asio madagascariensis</i>	2	0,000	-0,056	
<i>Berneria madagascariensis</i>	5	0,001	-0,111	
<i>Centropus toulou</i>	8	0,002	-0,153	
<i>Copsychus albospectularis</i>	11	0,005	-0,188	
<i>Coracina cineria</i>	9	0,003	-0,165	
<i>Coturnix delegorguei</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Coua coquereli</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Dicrurus forficatus</i>	12	0,006	-0,198	
<i>Falco pectoralis</i>	5	0,001	-0,111	
<i>Foudia madagascariensis</i>	13	0,007	-0,208	
<i>Leptopterus viridis</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Merops superciliosus</i>	7	0,002	-0,140	
<i>Nectarinia souimanga</i>	8	0,002	-0,153	
<i>Neomixis tenela</i>	12	0,006	-0,198	
<i>Nesillas typica</i>	17	0,011	-0,242	
<i>Numida melagris</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Oena capensis</i>	6	0,001	-0,126	
<i>Phedina borbonica</i>	4	0,001	-0,094	
<i>Saxicola torquata</i>	3	0,000	-0,076	
<i>Streptopelia picturata</i>	6	0,001	-0,126	
<i>Terpsiphone mutata</i>	17	0,011	-0,242	
<i>Treron australis</i>	1	0,000	-0,033	
<b>Anjiabe</b>	<b>143</b>	<b>0,889</b>	<b>2,712</b>	<b>0,814</b>
<i>Acridotheres tristis</i>	7	0,002	-0,148	
<i>Agapornis cana</i>	3	0,000	-0,081	
<i>Centropus toulou</i>	7	0,002	-0,148	

\*\*\* Rapport final\*\*\*

Site & Espèces	Nombre	Simpson	Shannon	Equitabilité
<i>Copsychus albospectularis</i>	3	0,000	-0,081	
<i>Coracopsis vasa</i>	2	0,000	-0,060	
<i>Coturnix delegorguei</i>	2	0,000	-0,060	
<i>Cuculus rochii</i>	1	0,000	-0,035	
<i>Dicrurus forficatus</i>	16	0,012	-0,245	
<i>Falco newtoni</i>	2	0,000	-0,060	
<i>Falcoea palliata</i>	9	0,004	-0,174	
<i>Foudia madagascariensis</i>	10	0,004	-0,186	
<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	1	0,000	-0,035	
<i>Leptopterus chabert</i>	1	0,000	-0,035	
<i>Leptopterus viridis</i>	4	0,001	-0,100	
<i>Leptosomus discolor</i>	3	0,000	-0,081	
<i>Lonchura nana</i>	5	0,001	-0,117	
<i>Merops superciliosus</i>	3	0,000	-0,081	
<i>Milvus aegyptius</i>	3	0,000	-0,081	
<i>Nectarinia souimanga</i>	41	0,081	-0,358	
<i>Neomixis tenela</i>	2	0,000	-0,060	
<i>Oena capensis</i>	6	0,001	-0,133	
<i>Ploceus sakalava</i>	1	0,000	-0,035	
<i>Poluboroides radiatus</i>	1	0,000	-0,035	
<i>Streptopelia picturata</i>	3	0,000	-0,081	
<i>Terpsiphone mutata</i>	1	0,000	-0,035	
<i>Treron australis</i>	1	0,000	-0,035	
<i>Vanga curvirostris</i>	1	0,000	-0,035	
<i>Zosterops madagascariensis</i>	4	0,001	-0,100	
<b>Ankazomborona</b>	<b>18</b>	<b>0,876</b>	<b>2,033</b>	<b>0,883</b>
<i>Centropus toulou</i>	2	0,007	-0,244	
<i>Corvus albus</i>	1	0,000	-0,161	
<i>Coturnix delegorguei</i>	1	0,000	-0,161	
<i>Dicrurus forficatus</i>	1	0,000	-0,161	
<i>Eurystomus glaucurus</i>	1	0,000	-0,161	
<i>Merops superciliosus</i>	1	0,000	-0,161	
<i>Milvus aegyptius</i>	1	0,000	-0,161	
<i>Nectarinia souimanga</i>	6	0,098	-0,366	
<i>Neomixis tenela</i>	1	0,000	-0,161	
<i>Phedina borbonica</i>	3	0,020	-0,299	
<b>Ankôvana</b>	<b>30</b>	<b>0,834</b>	<b>1,988</b>	<b>0,829</b>
<i>Acridotheres tristis</i>	1	0,000	-0,113	
<i>Centropus toulou</i>	5	0,023	-0,299	
<i>Dicrurus forficatus</i>	3	0,007	-0,230	
<i>Eurystomus glaucurus</i>	1	0,000	-0,113	
<i>Falcoea palliata</i>	1	0,000	-0,113	
<i>Nectarinia souimanga</i>	11	0,126	-0,368	

\*\*\* Rapport final\*\*\*

Site & Espèces	Nombre	Simpson	Shannon	Equitabilité
<i>Neomixis tenela</i>	2	0,002	-0,181	
<i>Streptopelia picturata</i>	3	0,007	-0,230	
<i>Terpsiphone mutata</i>	1	0,000	-0,113	
<i>Upupa marginatata</i>	1	0,000	-0,113	
<i>Vanga curvirostris</i>	1	0,000	-0,113	
<b>Antenina</b>	<b>263</b>	<b>0,934</b>	<b>2,950</b>	<b>0,859</b>
<i>Acridotheres tristis</i>	17	0,004	-0,177	
<i>Agapornis cana</i>	5	0,000	-0,075	
<i>Berneria madagascariensis</i>	2	0,000	-0,037	
<i>Centropus toulou</i>	7	0,001	-0,097	
<i>Copsychus albospectularis</i>	6	0,000	-0,086	
<i>Coracina cineria</i>	4	0,000	-0,064	
<i>Coracopsis vasa</i>	5	0,000	-0,075	
<i>Corvus albus</i>	1	0,000	-0,021	
<i>Coturnix delegorguei</i>	2	0,000	-0,037	
<i>Cuculus rochii</i>	18	0,004	-0,184	
<i>Dicirrus forficatus</i>	25	0,009	-0,224	
<i>Falco concolor</i>	4	0,000	-0,064	
<i>Falcoea palliata</i>	1	0,000	-0,021	
<i>Foudia madagascariensis</i>	24	0,008	-0,218	
<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	6	0,000	-0,086	
<i>Leptopterus chabert</i>	2	0,000	-0,037	
<i>Leptopterus viridis</i>	3	0,000	-0,051	
<i>Lonchura nana</i>	2	0,000	-0,037	
<i>Merops superciliosus</i>	5	0,000	-0,075	
<i>Moticola flaviventris</i>	3	0,000	-0,051	
<i>Nectarinia souimanga</i>	28	0,011	-0,238	
<i>Neomixis tenela</i>	15	0,003	-0,163	
<i>Nesillas typica</i>	7	0,001	-0,097	
<i>Oena capensis</i>	37	0,019	-0,276	
<i>Phedina borbonica</i>	13	0,002	-0,149	
<i>Ploceus sakalava</i>	1	0,000	-0,021	
<i>Saxicola torquata</i>	1	0,000	-0,021	
<i>Streptopelia picturata</i>	5	0,000	-0,075	
<i>Terpsiphone mutata</i>	11	0,002	-0,133	
<i>Treron australis</i>	2	0,000	-0,037	
<i>Upupa marginatata</i>	1	0,000	-0,021	
<b>Antsatrana</b>	<b>61</b>	<b>0,934</b>	<b>2,742</b>	<b>0,915</b>
<i>Acridotheres tristis</i>	3	0,002	-0,148	
<i>Caprimulgus madagascariensis</i>	2	0,001	-0,112	
<i>Centropus toulou</i>	3	0,002	-0,148	
<i>Copsychus albospectularis</i>	4	0,003	-0,179	
<i>Coracina cineria</i>	2	0,001	-0,112	

\*\*\* Rapport final\*\*\*

Site & Espèces	Nombre	Simpson	Shannon	Equitabilité
<i>Coracopsis vasa</i>	3	0,002	-0,148	
<i>Cuculus rochii</i>	2	0,001	-0,112	
<i>Dicirus forficatus</i>	6	0,008	-0,228	
<i>Eurystomus glaucurus</i>	1	0,000	-0,067	
<i>Falco pallasii</i>	1	0,000	-0,067	
<i>Foudia madagascariensis</i>	5	0,005	-0,205	
<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	1	0,000	-0,067	
<i>Leptosomus discolor</i>	1	0,000	-0,067	
<i>Nectarinia souimanga</i>	11	0,030	-0,309	
<i>Neomixis tenela</i>	6	0,008	-0,228	
<i>Nesillas typica</i>	2	0,001	-0,112	
<i>Streptopelia picturata</i>	3	0,002	-0,148	
<i>Terpsiphone mutata</i>	3	0,002	-0,148	
<i>Vanga curvirostris</i>	1	0,000	-0,067	
<i>Zosterops madagascariensis</i>	1	0,000	-0,067	
<b>Antsotsomo</b>	<b>50</b>	<b>0,911</b>	<b>2,598</b>	<b>0,867</b>
<i>Acridotheres tristis</i>	3	0,002	-0,169	
<i>Agapornis cana</i>	2	0,001	-0,129	
<i>Caprimulgus madagascariensis</i>	2	0,001	-0,129	
<i>Centropus toulou</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Copsychus albospectularis</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Coracopsis vasa</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Cuculus rochii</i>	4	0,005	-0,202	
<i>Cypripus parvus</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Dicirus forficatus</i>	6	0,012	-0,254	
<i>Foudia madagascariensis</i>	2	0,001	-0,129	
<i>Leptopterus viridis</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Lonchura nana</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Merops superciliosus</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Milvus aegyptius</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Nectarinia souimanga</i>	12	0,054	-0,343	
<i>Nesillas typica</i>	2	0,001	-0,129	
<i>Phedina borbonica</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Ploceus sakalava</i>	1	0,000	-0,078	
<i>Terpsiphone mutata</i>	6	0,012	-0,254	
<i>Vanga curvirostris</i>	1	0,000	-0,078	
<b>Bedara</b>	<b>153</b>	<b>0,931</b>	<b>2,895</b>	<b>0,878</b>
<i>Accipiter francesiae</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Acridotheres tristis</i>	9	0,003	-0,167	
<i>Agapornis cana</i>	8	0,002	-0,154	
<i>Centropus toulou</i>	13	0,007	-0,209	
<i>Copsychus albospectularis</i>	8	0,002	-0,154	
<i>Coracina cineria</i>	5	0,001	-0,112	

\*\*\* Rapport final\*\*\*

Site & Espèces	Nombre	Simpson	Shannon	Equitabilité
<i>Coracopsis vasa</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Cuculus rochii</i>	4	0,001	-0,095	
<i>Dicrurus forficatus</i>	27	0,030	-0,306	
<i>Eurystomus glaucurus</i>	6	0,001	-0,127	
<i>Falcula palliata</i>	4	0,001	-0,095	
<i>Foudia madagascariensis</i>	6	0,001	-0,127	
<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	6	0,001	-0,127	
<i>Leptopterus chabert</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Leptopterus viridis</i>	8	0,002	-0,154	
<i>Leptosomus discolor</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Lonchura nana</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Merops superciliosus</i>	3	0,000	-0,077	
<i>Nectarinia souimanga</i>	18	0,013	-0,252	
<i>Nesillas typica</i>	2	0,000	-0,057	
<i>Oena capensis</i>	3	0,000	-0,077	
<i>Ploceus sakalava</i>	4	0,001	-0,095	
<i>Streptopelia picturata</i>	2	0,000	-0,057	
<i>Terpsiphone mutata</i>	7	0,002	-0,141	
<i>Treron australis</i>	1	0,000	-0,033	
<i>Upupa marginatata</i>	2	0,000	-0,057	
<i>Zosterops madagascariensis</i>	2	0,000	-0,057	

**7.14. Annexe 14 : Liste des espèces d'oiseaux**

<b>Aquatique</b>	<b>29</b>
<i>Actitis hypoleucos</i>	
<i>Anastomus lamelligerus</i>	
<i>Anhinga rufa</i>	
<i>Ardea ardesiaca</i>	
<i>Ardea cineria</i>	
<i>Ardea purpurea</i>	
<i>Ardeola ralloides</i>	
<i>Bubulcus ibis</i>	
<i>Butoroides striatus</i>	
<i>Casmerodius albus</i>	
<i>Charadrius marginatus</i>	
<i>Charadrius tricollaris</i>	
<i>Corythornis vintsioides</i>	
<i>Dendrocygna viduata</i>	
<i>Drakidrakirano*</i>	
<i>Dryolimnas cuvieri</i>	
<i>Egretta dimorpha</i>	
<i>Fregata sp.</i>	
<i>Haliaeetus vociferoides</i>	
<i>Himantopus himantopus</i>	
<i>Ixobrychus minutus</i>	
<i>Numenius phaeopus</i>	
<i>Phalacrocorax africanus</i>	
<i>Phoenicopterus sp.</i>	
<i>Platalea alba</i>	
<i>Plegadis falcinellus</i>	
<i>Sadrôgny*</i>	
<i>Sterna dougallii</i>	
<i>Sterna sumatrana</i>	
<b>Forestière</b>	<b>47</b>
<i>Accipiter francesiae</i>	
<i>Acridotheres tristis</i>	
<i>Agapornis cana</i>	
<i>Arenaria interpres</i>	
<i>Asio madagascariensis</i>	
<i>Berneria madagascariensis</i>	
<i>Caprimulgus madagascariensis</i>	
<i>Centropus toulou</i>	

*Copsychus albospecularis*  
*Coracina cineria*  
*Coracopsis vasa*  
*Corvus albus*  
*Coturnix delegorguei*  
*Coua coquereli*  
*Cuculus rochii*  
*Cyprius parvus*  
*Dicrurus forficatus*  
*Eurystomus glaucurus*  
*Falco concolor*  
*Falco newtoni*  
*Falcula palliata*  
*Foudia madagascariensis*  
*Hypsipetes madagascariensis*  
*Leptopterus chabert*  
*Leptopterus viridis*  
*Leptosomus discolor*  
*Lonchura nana*  
*Merops superciliosus*  
*Milvus aegyptius*  
*Moticola flaviventris*  
*Nectarinia souimanga*  
*Neomixis tenela*  
*Nesillas typica*  
*Numida melagris*  
*Oena capensis*  
*Otus rutilus*  
*Phedina borbonica*  
*Ploceus sakalava*  
*Polyboroides radiatus*  
*Saxicola torquata*  
*Scopus umbretta*  
*Streptopelia picturata*  
*Terpsiphone mutata*  
*Treron australis*  
*Upupa marginatata*  
*Vanga curvirostris*  
*Zosterops madagascariensis*

### 7.15. Annexe 15 : Détails sur le Baseline de la subsistance de la population

#### – Baseline sur la dépendance de la population envers les ressources naturelles

Fokontany	Bois de construction			Bois énergie			Raphia			Satrana		
	% pratiquant	Fréquence collecte (tous les x années)	Qté prélevée (pieds/x années)	% pratiquant	Fréquence de collecte mensuelle	Qté prélevée (pieds)	% pratiquant	Nb pied prélevé	Fréquence mensuelle	% pratiquant	Fréquence mensuelle	Nb pied prélevé
Ambatoaranana	-			-			-			-		
Ambodibonara	89	4	44	44	2	29	-			-		
Ampasivelona	100	4	38	61	2	14	6	1	1	11	1	3
Andilamoko	83	5	47	39	9	11	61	55	18	56	8	13
Andranofotsy	73	4	32	60	5	4	-			80	6	16
Anjiabe	100	5	37	44	6	24	-			-		
Ankazomborona	94	4	40	-			-			-		
Ankorera	71	9	47	100	15	5	-			-		
Antenina	89	4	37	72	2	13	-			-		
Antsatrana	50	3	38	38	5	9	25	109	8	-		
Antsotsomo	100	4	43	83	14	1	-			-		
Bedara	100	5	53	11	12	6	-			-		
<b>Moyenne</b>	<b>86</b>	<b>5</b>	<b>41</b>	<b>55</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>31</b>	<b>55</b>	<b>9</b>	<b>49</b>	<b>5</b>	<b>11</b>

— Baseline sur le secteur agricole

Fokontany	Riz				Canne à sucre				Manioc				Patate douce			
	Taux d'adoption	Surface (ha)	Production (kg/an)	Rendement (kg/ha)	Taux d'adoption	Surface (ha)	Production (kg/an)	Rendement (kg/ha)	Taux d'adoption	Surface (ha)	Production (kg/an)	Rendement (kg/ha)	Taux d'adoption	Surface (ha)	Production (kg/an)	Rendement (kg/ha)
Ambatoaranana	100	2,05	1 334	917,33	-				-				-			
Ambodibonara	94	0,93	1 182	1 311,31	-				11	0,59	100	490,59	6	1	80	80
Ampasivelona	100	1,21	1 819	1 328,25	50	1,76	62 689	39 216,67	17	0,15	242	1 611,11	11	0,3	563	1 875,00
Andilamoko	94	1,46	1 659	1 169,12	-				39	0,24	289	40 980,00	-			
Andranofotsy	100	1,68	460	411,86	20	2,67	70 000	42 222,22	7	0,3	450	1 500,00	20	0,05	225	12 750,00
Anjiabe	100	0,53	1 242	2 146,70	-				6	0,09	40	470,59	6	0,09	80	941,18
Antenina	83	0,89	761	913,69	33	1,47	79 833	53 555,56	17	0,1	300	3 000,00	-			
Antsatrana	54	1,47	1 792	1 846,15	-				-				-			
Antsotsomo	72	0,49	575	1 208,27	-				-				-			
Bedara	100	0,81	489	1 120,50	11	0,59	45	264,71	-				17	0,39	720	2 126,87
Ankazomborona	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
Ankovana	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<b>Moyenne</b>	<b>89,70</b>	<b>1,15</b>	<b>1 131,30</b>	<b>1 031,10</b>	<b>28,50</b>	<b>1,62</b>	<b>53 141,75</b>	<b>22 543,19</b>	<b>16,17</b>	<b>0,25</b>	<b>236,83</b>	<b>6 006,54</b>	<b>12,00</b>	<b>0,37</b>	<b>333,60</b>	<b>2 539,01</b>

— Baseline sur le secteur pêche

Fokontany	Chivaquine			Crabe			Crevette			Poisson		
	Taux d'adoption	Capture (kg/mois)	Revenu (Ar/an)	Taux d'adoption	Capture (kg/mois)	Revenu (Ar/an)	Taux d'adoption	Capture (kg/mois)	Revenu (Ar/an)	Taux d'adoption	Capture (kg/mois)	Revenu (Ar/an)
Ambatoaranana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ambodibonara	-	-	-	11	8	184 500	6	2	36 000	33	65,5	3 053 333
Ampasivelona	-	-	-	17	4,33	293 333	6	2	93 000	39	28,21	1 371 643
Andilamoko	6	8	202 000	28	30,4	1 382 400	17	71,67	2 912 000	28	76,2	1 174 600
Andranofotsy	-	-	-	40	26,5	2 179 500	13	26,5	2 526 000	20	226,67	9 498 333
Anjiabe	-	-	-	-	-	-	6	150	3 200 000	44	33,75	1 262 286
Ankazomborona	-	-	-	-	-	-	53	45,56	3 601 111	76	238,46	7 193 846
Ankorera	-	-	-	-	-	-	76	32,69	2 051 923	88	35	1 017 167
Antenina	17	50	121 667	50	20,56	482 500	33	49,17	2 216 667	89	84,5	1 937 571
Antsatrana	8	42,5	1 109 375	21	43	2 711 000	67	60,63	4 162 500	17	13,75	321 250
Antsotsomo	17	48,33	641 667	6	50	2 370 000	28	95	4 233 600	89	202,53	7 504 571
Bedara	6	15	400 000	22	13,75	533 000	11	18,75	600 000	28	93	3 828 000
<b>Moyenne</b>	<b>11</b>	<b>32,766</b>	<b>494942</b>	<b>24</b>	<b>24,6</b>	<b>1267029</b>	<b>29</b>	<b>50,36</b>	<b>2 330 255</b>	<b>50</b>	<b>99,78</b>	<b>3 469 327</b>

— Baseline sur le secteur élevage

Fokontany	Avicole		Bovin		Caprin		Ovin		Porcin	
	Taux d'adotion	Effectif élevé								
Ambatoaranana	50	8	50	6	-	-	-	-	10	5
Ambodibonara	78	23	56	12	11	28	-	-	-	-
Ampasivelona	61	25	78	10	11	9	17	20	-	-
Andilamoko	78	10	78	14	17	3	6	10	6	10
Andranofotsy	73	12	67	19	7	5	-	-	20	10
Anjiabe	72	10	72	4	11	5	-	-	6	8
Ankazomborona	29	9	6	6	-	-	-	-	-	-
Ankorera	29	5	6	1	-	-	-	-	-	-
Antenina	72	12	56	6	-	-	17	5	-	-
Antsatrana	63	14	21	6	-	-	-	-	4	6
Antsotsomo	89	14	33	4	-	-	6	4	-	-
Bedara	72	14	78	9	6	4	33	2	6	6

**7.16. Annexe 16 : Détails sur la sensibilité sur les secteurs prioritaires de subsistance de la population**

• **Sensibilité du secteur agricole**

Fokontany	Riziculture					Canne à sucre					Manioc				
	Dépendance eau	Surface	Rendement	Mode de faire valoir	Sensibilité	Dépendance eau	Surface	Rendement	Mode de faire valoir	Sensibilité	Dépendance eau	Surface	Rendement	Mode de faire valoir	Sensibilité
Ambatoaranana	0,7	1	0,6	-	0,66	-	-	1	-	0,5	-	-	1	-	0,5
Ambodibonara	0,7	0,5	0,4	0,9	0,49	-	-	1	0,9	0,59	0,3	1	0,7	0,9	0,77
Ampasivelona	0,7	0,6	0,4	1	0,54	0,5	0,7	0,3	1	0,48	0,3	0,3	0	1	0,21
Andilamoko	0,7	0,8	0,5	0,8	0,6	-	-	1	0,8	0,58	0,3	0,4	0,5	0,8	0,45
Andranofotsy	0,7	0,8	0,8	0,9	0,81	0,5	1	0,2	0,9	0,55	0,3	0,5	0,1	0,9	0,31
Anjiabe	0,7	0,3	0	0,9	0,23	-	-	1	0,9	0,59	0,3	0,1	0,7	0,9	0,51
Ankazomborona	-	-	1		0,5	-	-	1		0,5	-	-	1		0,5
Ankorera	-	-	1		0,5	-	-	1		0,5	-	-	1		0,5
Antenina	0,7	0,4	0,6	0,3	0,51	0,5	0,5	0	0,3	0,24	0,3	0,9	0,8	0,3	0,74
Antsatrana	0,7	0,7	0,1	0,3	0,39	-	-	1	0,3	0,53	-	-	1	0,3	0,53
Antsotsomo	0,7	0,2	0,4	0,5	0,41	-	-	1	0,5	0,55	-	-	1	0,5	0,55
Bedara	0,7	0,4	0,5	0,6	0,49	0,5	0,2	1	0,6	0,67	-	-	1	0,6	0,56

• Sensibilité du secteur pêche

Fokontany	Chivaquine				Crabe				Crevette				Poisson			
	Prix	Capture	Revenu	Sensibilité												
Ambatoaranana																
Ambodibonara					-	0,08	-	<b>0,96</b>	-	-	-		0,83	0,23	0,3	<b>0,63</b>
Ampasivelona					0,63	0	0,04	<b>0,86</b>	0,55	-	0,01	<b>0,89</b>	0,55	0,06	0,11	<b>0,82</b>
Andilamoko	0,83	-	0,08	<b>0,81</b>	0,21	0,57	0,47	<b>0,53</b>	0,61	0,47	0,69	<b>0,44</b>	-	0,28	0,09	<b>0,83</b>
Andranofotsy					0,49	0,49	0,79	<b>0,42</b>	0,64	0,17	0,59	<b>0,61</b>	0,49	0,95	1	<b>0,13</b>
Anjiabe									-	1	0,75	<b>0,27</b>	0,72	0,09	0,1	<b>0,78</b>
Ankazomborona									1	0,29	0,85	<b>0,4</b>	0,54	1	0,75	<b>0,17</b>
Ankorera									0,66	0,21	0,48	<b>0,62</b>	0,79	0,09	0,08	<b>0,77</b>
Antenina	-	1	-	<b>0,5</b>	0,5	0,36	0,12	<b>0,69</b>	0,4	0,32	0,52	<b>0,61</b>	0,44	0,31	0,18	<b>0,7</b>
Antsatrana	0,92	0,82	1	<b>0,11</b>	1	0,85	1	<b>0,08</b>	0,94	0,4	0,98	<b>0,32</b>	1	-	-	<b>0,8</b>
Antsotsomo	1	0,96	0,53	<b>0,16</b>	0,21	1	0,87	<b>0,2</b>	-	0,63	1	<b>0,39</b>	0,69	0,84	0,78	<b>0,21</b>
Bedara	1	0,17	0,28	<b>0,63</b>	0,16	0,21	0,14	<b>0,82</b>	-	0,11	0,13	<b>0,9</b>	0,69	0,35	0,38	<b>0,57</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,94</b>	<b>0,74</b>	<b>0,47</b>	<b>0,44</b>	<b>0,46</b>	<b>0,45</b>	<b>0,49</b>	<b>0,57</b>	<b>0,69</b>	<b>0,40</b>	<b>0,60</b>	<b>0,55</b>	<b>0,67</b>	<b>0,42</b>	<b>0,38</b>	<b>0,58</b>

### 7.17. Annexe 17 : Exposition des secteurs de subsistance de la poulation

- Exposition agriculture

Fokontany	Riz		Canne à sucre		Manioc		Exposition globale
	Taux d'adoption	Exposition	Taux d'adoption	Exposition	Taux d'adoption	Exposition	
Ambatoaranana	100	1	0	0	0	0	<b>0,60</b>
Ambodibonara	94	0,94	0	0	11	0,28	<b>0,59</b>
Ampasivelona	100	1	50	1	17	0,44	<b>0,94</b>
Andilamoko	94	0,94	0	0	39	1	<b>0,66</b>
Andranofotsy	100	1	20	0,4	7	0,18	<b>0,74</b>
Anjiabe	100	1	0	0	6	0,15	<b>0,62</b>
Ankazomborona	0	0	0	0	0	0	-
Ankovana	0	0	0	0	0	0	-
Antenina	83	0,83	33	0,66	17	0,44	<b>0,74</b>
Antsatrana	54	0,54	0	0	0	0	<b>0,32</b>
Antsotsomo	72	0,72	0	0	0	0	<b>0,43</b>
Bedara	100	1	11	0,22	0	0	<b>0,67</b>
<b>Moyenne</b>	<b>74,75</b>	<b>0,75</b>	<b>9,50</b>	<b>0,19</b>	<b>8,08</b>	<b>0,21</b>	

• Exposition secteur pêche

Fokontany	Taux d'adoption (%)				Exposition [0-1]				Exposition globale [0-1]
	Chivaquine	Crabe	Crevette	Poisson	Chivaquine	Crabe	Crevette	Poisson	
Ambatoaranana	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ambodibonara	-	11,00	6,00	33,00	-	0,22	0,08	0,37	<b>0,25</b>
Ampasiveloana	-	17,00	6,00	39,00	-	0,34	0,08	0,44	<b>0,30</b>
Andilamoko	6,00	28,00	17,00	28,00	0,35	0,56	0,22	0,31	<b>0,35</b>
Andranofotsy	-	40,00	13,00	20,00	-	0,80	0,17	0,22	<b>0,30</b>
Anjiabe	-	-	6,00	44,00	-	-	0,08	0,49	<b>0,26</b>
Ankazomborona	-	-	53,00	76,00	-	-	0,70	0,85	<b>0,57</b>
Ankorera	-	-	76,00	88,00	-	-	1,00	0,99	<b>0,70</b>
Antenina	17,00	50,00	33,00	89,00	1,00	1,00	0,43	1,00	<b>0,89</b>
Antsatrana	8,00	21,00	67,00	17,00	0,47	0,42	0,88	0,19	<b>0,40</b>
Antsotsomo	17,00	6,00	28,00	89,00	1,00	0,12	0,37	1,00	<b>0,70</b>
Bedara	6,00	22,00	11,00	28,00	0,35	0,44	0,14	0,31	<b>0,31</b>
<b>Moyenne</b>	4,50	16,25	26,33	45,92	0,26	0,33	0,35	0,51	<b>0,42</b>



**7.18. Annexe 18 : Fiche de suivi écologique participatif (SEP)**

**PROJET : «Gestion durable des mangroves dans la Baie d'Ambaro, Madagascar»**

**SUIVI DES PRESSIONS ET MENACES SUR LES MANGROVES**



**Nom de la communauté et nom du site :** .....

**Date :** .....

**Heure de début :** .....

**Fin de la mission (heure) :** .....

**TRANSECT/CHENAL :** .....

**Jour de mission :** .....

**Nom de lieu de départ :** .....

**Nom du lieu d'arrivée :** .....

**Coordonnées géographiques 1 (Départ) :** N.....S..... **2 (Fin) :** N.....S.....

**Résultats du suivi**

N°	Heure et N° de Photo	Coordonnées géographiques	Pressions et menaces*	Observations/Remarques**

\* Bois coupés (par l'homme ou par les vents), bois mort sur pieds, défrichement, rencontre avec des hommes et/ou animaux d'élevage (ou traces), inondation, ensablement, érosion, toutes formes d'occupation de l'espace (changement observé dans et aux alentours de mangroves), ...

\*\* Informations sur les bois coupés (Nom de l'espèce, Diamètre, longueur, Nombre, date de coupe probable, utilisation probable des bois coupés...), superficie des zones défrichées, rencontre avec des hommes ou des animaux d'élevage, Superficie des zones inondées ou ensablées, érodées, ou atteinte de la sécheresse ; Nombre, nom et caractéristique dendrologiques des bois morts sur pieds ou coupés (par des vents forts ou cyclones), type d'occupation de l'espace observée...

**Responsables du suivi**

Nom et prénom	Adresse	Signature

**7.19. Annexe 19 : Fiche de suivi floristique (Suivi des placettes permanentes)**

**PROJET : «Gestion durable des mangroves dans la Baie d'Ambaro, Madagascar»**

**SUIVI FLORISTIQUE**



Date : .....

Classe de mangrove : .....

Nom du pointeur : .....

Coordonnées GPS : N.....

Site:.....

S.....

Placette Permanente N° : ....

**Inventaire des mangroves**

Nom vernaculaire	CHP (cm)	Ht (m)	Hf (m)	Etat de développement

CHP : Circonférence à 1,3m du sol ; Ht : Hauteur totale ; Hf : Hauteur du fur

**Comptage des régénérations**

Nom vernaculaire	Nombre	
	Régénérés	Semenciers

**Remarque sur la placette :**

(Bois coupés récents, bois morts sur pieds, défrichage, etc.)

**7.20. Annexe 20 : Fiche de suivi phénologique**

PROJET : «Gestion durable des mangroves dans la Baie d'Ambaro, Madagascar»

**SUIVI PHENOLOGIQUE**



Date : .....

Classe de mangrove : .....

Nom du responsable : .....

Coordonnées GPS : N.....

Site:.....

S.....

Placette Permanente N° : ....

**Résultat des suivis**

Espèces	Phase végétative	Floraison	Fructification	Maturité des Graines
	A ou B ou C ou AB ou BC	A ou B ou C	A ou B ou C	
<b>Signification des CODES</b>	<b>A</b> : Début (beaucoup de feuille juvénile) <b>AB</b> : Intermédiaire <b>B</b> : En pleine feuillaison (maturité de feuille) <b>BC</b> : Début de chute de feuilles <b>C</b> : Chute de feuilles	<b>A</b> : Début de la floraison <b>B</b> : En pleine floraison <b>C</b> : Chute de fleurs et transition vers la fructification	<b>A</b> : Début de la fructification <b>B</b> : En pleine fructification <b>C</b> : Début de la maturation des graines	<b>OUI</b> : propagule mature/ <b>NON</b>

**Observations**

**7.21. Annexe 21 : Données utilisé pour l'analyse de risque de mort sur pied des mangroves**

- Codification des indicateurs

Composante AR5	Indicateurs	Codification
Danger	Tendance de 30 dernières années de la température maximale	Danger1 (°C)
	Maximum des anomalies de températures moyennes par rapport à la normale annuelle durant ces 30 dernières années	Danger2 (°C)
	Tendance annuelle de 30 dernières années des intensités des précipitations journalières	Danger3 (mm/jour/an)
	Nombre moyen de cyclone des 7 dernières années	Danger4 (cyclone)
	Perception locale sur l'augmentation de l'intensité du vent	Danger5 (qualitative)
Vulnérabilité-Sensibilité	Pourcentage moyenne de bois mort sur pied	Sensibilite1 (%)
	Densité de la forêt de mangrove	Sensibilite2 (tige/100m <sup>2</sup> )
	Production moyenne de graine	Sensibilite3 (graines/100m <sup>2</sup> )
	Proportion de classe de mangrove très dense	Sensibilite4 (%)
	Couverture végétale au niveau des bassins versants	Sensibilite5 (qualitative)
	Densité ders espèces vulnérables	Sensibilite6 (tiges/ha)
	Fréquence de présence d'érosion et de « lavaka »	Sensibilite7 (qualitative)
Vulnérabilité-Capacité	Taux de réussite moyenne des campagne de restauration	Capacite1 (%)
	Existence de plan d'aménagement relatif aux BO et BE	Capacite2 (qualitative)
	Existence d'aménagement agricole et d'infrastructure hydro-agricole	Capacite3 (qualitative)
	Existence de plan de défense et restauration du sol	Capacite4 (qualitative)
	Taux de déforestation des mangroves	Capacite5 (%)
	Age de la CLB	Capacite6 (années)
Exposition	Superficie de la forêt de mangrove	Exposition1 (ha)
	Pourcentage de population dépendant de la mangrove	Exposition2 (%)

• Données brutes

Village	Danger1	Danger2	Danger3	Danger4	Danger5	Sensibilite1	Sensibilite2	Sensibilite3	Sensibilite4	Sensibilite5	Sensibilite6	Sensibilite7	Capacite1	Capacite2	Capacite3	Capacite4	Capacite5	Capacite6	Exposition1	Exposition2
Ambatoaranana	1,15	0,80	0,01	5	Oui	2,80	6,90	275,70	8,30	Forte	1,83	Faible	0,00	Non	Tres faible	Non	61,77	17,00	72,93	75,00
Ambodibonara	1,19	0,73	-0,03	5	Oui	15,65	40,15	736,55	14,37	Moyenne	23,06	Tres faible	90,00	Non	Forte	Non	18,17	15,00	1448,60	99,00
Ampasivelona	0,78	0,61	-0,06	5	Oui	9,15	35,35	776,30	16,05	Moyenne	24,92	Tres faible	90,00	Non	Tres forte	Non	10,74	17,00	1170,08	100,00
Andilamoko	0,81	0,52	-0,10	5	Non	5,55	22,65	505,35	57,71	Tres faible	28,30	Moyenne	0,00	Non	Tres faible	Non	2,51	1,00	1001,08	100,00
Andranofotsy	0,77	0,52	-0,07	5	Non	3,85	15,90	502,15	26,75	Tres faible	7,85	Tres faible	0,00	Non	Faible	Non	0,21	1,00	3667,36	100,00
Anjiabe	1,02	0,69	-0,03	5	Oui	2,45	27,85	790,50	16,58	Faible	14,06	Tres faible	75,00	Non	Moyenne	Non	7,41	15,00	3669,45	100,00
Ankazomborona	1,18	0,75	-0,01	5	Non	5,14	30,52	736,00	22,02	Moyenne	12,00	Tres faible	90,00	Non	Faible	Non	-0,03	17,00	1716,64	80,00
Ankovana	1,09	0,75	0,00	5	Non	6,55	36,25	1362,20	15,27	Moyenne	12,25	Faible	90,00	Non	Tres faible	Non	12,87	17,00	2178,55	100,00
Antenina	0,86	0,62	-0,07	5	Non	1,15	41,80	1039,50	11,09	Moyenne	20,83	Tres faible	75,00	Non	Tres forte	Non	4,55	17,00	801,10	100,00
Antsatrana	1,15	0,74	-0,01	5	Oui	6,33	40,60	1472,23	12,86	Moyenne	18,83	Faible	90,00	Non	Tres faible	Non	34,01	17,00	2490,91	100,00
Antsotsomy	1,18	0,75	-0,01	5	Oui	6,15	34,55	925,55	13,72	Moyenne	15,94	Tres faible	15,00	Non	Faible	Non	13,69	1,00	1033,70	100,00
Bedara	1,18	0,75	-0,01	5	Oui	5,80	33,30	1037,80	21,15	Moyenne	16,92	Tres faible	75,00	Non	Faible	Non	4,77	12,00	1545,54	100,00

• Données normalisées

Village	Danger1	Danger2	Danger3	Danger4	Danger5	Sensibilite1	Sensibilite2	Sensibilite3	Sensibilite4	Sensibilite5	Sensibilite6	Sensibilite7	Capacite1	Capacite2	Capacite3	Capacite4	Capacite5	Capacite6	Exposition1	Exposition2
Ambatoaranana	0,98	0,80	1,00	0,33	0,70	0,11	1,00	1,00	1,00	0,30	0,00	0,30	1,00	0,70	0,90	0,70	1,00	0,00	0,00	0,00
Ambodibonara	0,91	0,78	0,61	0,33	0,70	1,00	0,05	0,61	0,88	0,50	0,80	0,10	0,00	0,70	0,30	0,70	0,29	0,13	0,38	0,96
Ampasivelona	0,60	0,59	0,37	0,33	0,70	0,55	0,18	0,58	0,84	0,50	0,87	0,10	0,00	0,70	0,10	0,70	0,17	0,00	0,31	1,00
Andilamoko	0,77	0,82	0,00	0,33	0,30	0,30	0,55	0,81	0,00	0,90	1,00	0,50	1,00	0,70	0,90	0,70	0,04	1,00	0,26	1,00
Andranofotsy	1,00	0,73	0,24	0,33	0,30	0,19	0,74	0,81	0,63	0,90	0,23	0,10	1,00	0,70	0,70	0,70	0,00	1,00	1,00	1,00
Anjiabe	0,91	1,00	0,65	0,33	0,70	0,09	0,40	0,57	0,83	0,70	0,46	0,10	0,17	0,70	0,50	0,70	0,12	0,13	1,00	1,00
Ankazomborona	0,98	0,80	0,78	0,33	0,30	0,28	0,32	0,62	0,72	0,50	0,38	0,10	0,00	0,70	0,70	0,70	0,00	0,00	0,46	0,20
Ankovana	0,10	0,00	0,93	0,33	0,30	0,37	0,16	0,09	0,86	0,50	0,39	0,30	0,00	0,70	0,90	0,70	0,21	0,00	0,59	1,00
Antenina	0,20	0,35	0,28	0,33	0,30	0,00	0,00	0,36	0,94	0,50	0,72	0,10	0,17	0,70	0,10	0,70	0,07	0,00	0,20	1,00
Antsatrana	0,02	0,32	0,80	0,33	0,70	0,36	0,03	0,00	0,91	0,50	0,64	0,30	0,00	0,70	0,90	0,70	0,55	0,00	0,67	1,00
Antsotsomy	0,98	0,80	0,78	0,33	0,70	0,34	0,21	0,46	0,89	0,50	0,53	0,10	0,83	0,70	0,70	0,70	0,22	1,00	0,27	1,00
Bedara	0,00	0,02	0,78	0,33	0,70	0,32	0,24	0,36	0,74	0,50	0,57	0,10	0,17	0,70	0,70	0,70	0,08	0,31	0,41	1,00

**7.22. Annexe 22 : Données utilisé pour l'analyse de risque d'ensablement des mangroves**

- Codification des indicateurs

Composante AR5	Indicateurs	Codification
Danger	Tendance de 30 dernières années de la température maximale	Danger1 (°C)
	Maximum des anomalies de températures moyennes par rapport à la normale annuelle durant ces 30 dernières années	Danger2 (°C)
	Maximum des anomalies de précipitations par rapport à la normale annuelle	Danger3 (mm)
	Tendance annuelle de 30 dernières années des intensités des précipitations journalières	Danger4 (mm/jour/an)
	Perception locale sur l'augmentation de l'intensité du vent	Danger5 (qualitative)
Vulnérabilité-Sensibilité	Capacité de régénération des mangroves	Sensibilite1 (régénération / 100m <sup>2</sup> )
	Proportion des mangroves dégradées	Sensibilite2 (%)
	Densité de la forêt de mangrove	Sensibilite3 (tiges/100m <sup>2</sup> )
	Production moyenne de graine	Sensibilite4 (graines/ 100m <sup>2</sup> )
	Proportion de classe de mangrove très dense	Sensibilite5 (%)
	Couverture végétale au niveau des bassins versants	Sensibilite6 (qualitative)
	Taux de déforestation moyen des mangroves	Sensibilite7 (%)
	Fréquence de présence d'érosion et de « lavaka »	Sensibilite8 (qualitative)
Vulnérabilité-Capacité	Taux de réussite moyenne des campagne de restauration	Capacite1 (%)
	Existence de plan d'aménagement relatif aux BO et BE	Capacite2 (qualitative)
	Existence d'aménagement agricole et d'infrastructure hydro-agricole	Capacite3 (qualitative)
	Existence de plan de défense et restauration du sol	Capacite4 (qualitative)
	Taux de déforestation des mangroves	Capacite5 (%)
	Age de la CLB	Capacite6 (années)
Exposition	Superficie de la forêt de mangrove	Exposition1 (ha)
	Pourcentage de population dépendant de la mangrove	Exposition2 (%)

• Données brutes

Village	Danger1	Danger2	Danger3	Danger4	Danger5	Sensibilite1	Sensibilite2	Sensibilite3	Sensibilite4	Sensibilite5	Sensibilite6	Sensibilite7	Sensibilite8	Capacite1	Capacite2	Capacite3	Capacite4	Capacite5	Capacite6	Exposition1	Exposition2
Ambatoaranana	1,15	0,80	1195,60	0,01	Oui	10,70	21,47	6,90	275,70	8,30	Forte	61,77	Faible	0	Non	Tres faible	Non	61,77	17,00	72,93	75,00
Ambodibonara	1,19	0,73	1108,60	-0,03	Oui	29,35	33,66	40,15	736,55	14,37	Moyenne	18,17	Tres faible	90	Non	Forte	Non	18,17	15,00	1448,60	99,00
Ampasivelona	0,78	0,61	1002,00	-0,06	Oui	42,45	47,93	35,35	776,30	16,05	Moyenne	10,74	Tres faible	90	Non	Tres forte	Non	10,74	17,00	1170,08	100,00
Andilamoko	0,81	0,52	675,57	-0,10	Non	7,10	23,62	22,65	505,35	57,71	Tres faible	2,51	Moyenne	0	Non	Tres faible	Non	2,51	1,00	1001,08	100,00
Andranofotsy	0,77	0,52	820,88	-0,07	Non	3,25	35,20	15,90	502,15	26,75	Tres faible	0,21	Tres faible	0	Non	Faible	Non	0,21	1,00	3667,36	100,00
Anjiabe	1,02	0,69	1097,08	-0,03	Oui	19,35	32,59	27,85	790,50	16,58	Faible	7,41	Tres faible	75	Non	Moyenne	Non	7,41	15,00	3669,45	100,00
Ankazomborona	1,18	0,75	1136,48	-0,01	Non	13,76	40,06	30,52	736,00	22,02	Moyenne	-0,03	Tres faible	90	Non	Faible	Non	-0,03	17,00	1716,64	80,00
Ankovana	1,09	0,75	1174,81	0,00	Non	14,25	50,55	36,25	1362,20	15,27	Moyenne	12,87	Faible	90	Non	Tres faible	Non	12,87	17,00	2178,55	100,00
Antenina	0,86	0,62	1008,25	-0,07	Non	5,20	45,24	41,80	1039,50	11,09	Moyenne	4,55	Tres faible	75	Non	Tres forte	Non	4,55	17,00	801,10	100,00
Antsatrana	1,15	0,74	1136,06	-0,01	Oui	14,80	20,80	40,60	1472,23	12,86	Moyenne	34,01	Faible	90	Non	Tres faible	Non	34,01	17,00	2490,91	100,00
Antsotsomy	1,18	0,75	1136,48	-0,01	Oui	40,95	34,44	34,55	925,55	13,72	Moyenne	13,69	Tres faible	15	Non	Faible	Non	13,69	1,00	1033,70	100,00
Bedara	1,18	0,75	1136,48	-0,01	Oui	5,80	30,56	33,30	1037,80	21,15	Moyenne	4,77	Tres faible	75	Non	Faible	Non	4,77	12,00	1545,54	100,00

• Données normalisées

Village	Danger1	Danger2	Danger3	Danger4	Danger5	Sensibilite1	Sensibilite2	Sensibilite3	Sensibilite4	Sensibilite5	Sensibilite6	Sensibilite7	Sensibilite8	Capacite1	Capacite2	Capacite3	Capacite4	Capacite5	Capacite6	Exposition1	Exposition2
Ambatoaranana	0,91	1,00	0,00	1,00	0,70	0,81	0,02	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	0,30	1,00	0,70	0,90	0,70	1,00	0,00	0,00	0,00
Ambodibonara	1,00	0,73	0,17	0,61	0,70	0,33	0,43	0,05	0,61	0,88	0,50	0,29	0,10	0,00	0,70	0,30	0,70	0,29	0,13	0,38	0,96
Ampasivelona	0,02	0,32	0,37	0,37	0,70	0,00	0,91	0,18	0,58	0,84	0,50	0,17	0,10	0,00	0,70	0,10	0,70	0,17	0,00	0,31	1,00
Andilamoko	0,10	0,00	1,00	0,00	0,30	0,90	0,09	0,55	0,81	0,00	0,90	0,04	0,50	1,00	0,70	0,90	0,70	0,04	1,00	0,26	1,00
Andranofotsy	0,00	0,02	0,72	0,24	0,30	1,00	0,48	0,74	0,81	0,63	0,90	0,00	0,10	1,00	0,70	0,70	0,70	0,00	1,00	1,00	1,00
Anjiabe	0,60	0,59	0,19	0,65	0,70	0,59	0,40	0,40	0,57	0,83	0,70	0,12	0,10	0,17	0,70	0,50	0,70	0,12	0,13	1,00	1,00
Ankazomborona	0,98	0,80	0,11	0,78	0,30	0,73	0,65	0,32	0,62	0,72	0,50	0,00	0,10	0,00	0,70	0,70	0,70	0,00	0,00	0,46	0,20
Ankovana	0,77	0,82	0,04	0,93	0,30	0,72	1,00	0,16	0,09	0,86	0,50	0,21	0,30	0,00	0,70	0,90	0,70	0,21	0,00	0,59	1,00
Antenina	0,20	0,35	0,36	0,28	0,30	0,95	0,82	0,00	0,36	0,94	0,50	0,07	0,10	0,17	0,70	0,10	0,70	0,07	0,00	0,20	1,00
Antsatrana	0,91	0,78	0,11	0,80	0,70	0,71	0,00	0,03	0,00	0,91	0,50	0,55	0,30	0,00	0,70	0,90	0,70	0,55	0,00	0,67	1,00
Antsotsomy	0,98	0,80	0,11	0,78	0,70	0,04	0,46	0,21	0,46	0,89	0,50	0,22	0,10	0,83	0,70	0,70	0,70	0,22	1,00	0,27	1,00
Bedara	0,98	0,80	0,11	0,78	0,70	0,93	0,33	0,24	0,36	0,74	0,50	0,08	0,10	0,17	0,70	0,70	0,70	0,08	0,31	0,41	1,00

**7.23. Annexe 23 : Données utilisé pour l'analyse de risque d'appauvrissement spécifique des mangroves**

- Codification des indicateurs

Composante AR5	Indicateurs	Codification
Danger	Tendance de 30 dernières années de la température maximale	Danger1 (°C)
	Maximum des anomalies de températures moyennes par rapport à la normale annuelle durant ces 30 dernières années	Danger2 (°C)
	Maximum des anomalies de précipitations par rapport à la normale annuelle	Danger3 (mm)
	Tendance annuelle de 30 dernières années des intensités des précipitations journalières	Danger4 (mm/jour/an)
	Perception locale sur l'augmentation de l'intensité du vent	Danger5 (qualitative)
Vulnérabilité-Sensibilité	Richesse spécifique des régénérations	Sensibilite1 (espèces)
	Production moyenne de graine des espèces vulnérables	Sensibilite2 (graines/100m <sup>2</sup> )
	Indice de Shannon	Sensibilite3
	Densité des espèces vulnérables	Sensibilite4 (tiges/ha)
	Richesse spécifique des portes graines	Sensibilite5 (espèces)
	Couverture végétale au niveau des bassins versants	Sensibilite6 (qualitative)
	Fréquence de présence d'érosion et de « lavaka »	Sensibilite7 (qualitative)
Vulnérabilité-Capacité	Taux de déforestation des mangroves	Capacite1 (%)
	Age de la CLB	Capacite2 (années)
	Existence de plan d'aménagement relatif aux BO et BE	Capacite3 (qualitative)
	Existence d'aménagement agricole et d'infrastructure hydro-agricole	Capacite4 (qualitative)
	Existence de plan de défense et restauration du sol	Capacite5 (qualitative)
Exposition	Superficie de la forêt de mangrove	Exposition1 (ha)
	Pourcentage de population dépendant de la mangrove	Exposition2 (%)

• Données brutes

Village	Danger1	Danger2	Danger3	Danger4	Danger5	Sensibilite1	Sensibilite2	Sensibilite3	Sensibilite4	Sensibilite5	Sensibilite6	Sensibilite7	Capacite1	Capacite2	Capacite3	Capacite4	Capacite5	Exposition1	Exposition2
Ambatoaranana	1,15	0,80	1195,60	0,01	Oui	3,00	23,24	1,00	2,33	5,00	Forte	Faible	61,77	17,00	Non	Tres faible	Non	72,93	75,00
Ambodibonara	1,19	0,73	1108,60	-0,03	Oui	3,00	24,86	1,25	23,06	6,00	Moyenne	Tres faible	18,17	15,00	Non	Forte	Non	1448,60	99,00
Ampasivelona	0,78	0,61	1002,00	-0,06	Oui	5,00	22,07	1,05	24,92	5,00	Moyenne	Tres faible	10,74	17,00	Non	Tres forte	Non	1170,08	100,00
Andilamoko	0,81	0,52	675,57	-0,10	Non	6,00	30,85	1,51	28,30	6,00	Tres faible	Moyenne	2,51	1,00	Non	Tres faible	Non	1001,08	100,00
Andranofotsy	0,77	0,52	820,88	-0,07	Non	5,00	28,16	1,24	7,85	4,00	Tres faible	Tres faible	0,21	1,00	Non	Faible	Non	3667,36	100,00
Anjabe	1,02	0,69	1097,08	-0,03	Oui	3,00	27,79	1,53	14,94	7,00	Faible	Tres faible	7,41	15,00	Non	Moyenne	Non	3669,45	100,00
Ankazomborona	1,18	0,75	1136,48	-0,01	Non	4,00	24,42	1,37	27,31	7,00	Moyenne	Tres faible	-0,03	17,00	Non	Faible	Non	1716,64	80,00
Ankovana	1,09	0,75	1174,81	0,00	Non	3,00	28,03	0,83	12,25	6,00	Moyenne	Faible	12,87	17,00	Non	Tres faible	Non	2178,55	100,00
Antenina	0,86	0,62	1008,25	-0,07	Non	3,00	18,84	1,10	20,83	5,00	Moyenne	Tres faible	4,55	17,00	Non	Tres forte	Non	801,10	100,00
Antsatrana	1,15	0,74	1136,06	-0,01	Oui	4,00	24,19	0,66	18,83	5,00	Moyenne	Faible	34,01	17,00	Non	Tres faible	Non	2490,91	100,00
Antsotsomy	1,18	0,75	1136,48	-0,01	Oui	3,00	23,94	1,33	15,94	5,00	Moyenne	Tres faible	13,69	1,00	Non	Faible	Non	1033,70	100,00
Bedara	1,18	0,75	1136,48	-0,01	Oui	3,00	33,50	1,33	16,92	5,00	Moyenne	Tres faible	4,77	12,00	Non	Faible	Non	1545,54	100,00

• Données normalisées

Village	Danger1	Danger2	Danger3	Danger4	Danger5	Sensibilite1	Sensibilite2	Sensibilite3	Sensibilite4	Sensibilite5	Sensibilite6	Sensibilite7	Capacite1	Capacite2	Capacite3	Capacite4	Capacite5	Exposition1	Exposition2
Ambatoaranana	0,91	1,00	0,00	1,00	0,70	1,00	0,70	0,60	0,00	0,67	0,30	0,30	1,00	0,00	0,70	0,90	0,70	0,00	0,00
Ambodibonara	1,00	0,73	0,17	0,61	0,70	1,00	0,59	0,32	0,80	0,33	0,50	0,10	0,29	0,13	0,70	0,30	0,70	0,38	0,96
Ampasivelona	0,02	0,32	0,37	0,37	0,70	0,33	0,78	0,55	0,87	0,67	0,50	0,10	0,17	0,00	0,70	0,10	0,70	0,31	1,00
Andilamoko	0,10	0,00	1,00	0,00	0,30	0,00	0,18	0,02	1,00	0,33	0,90	0,50	0,04	1,00	0,70	0,90	0,70	0,26	1,00
Andranofotsy	0,00	0,02	0,72	0,24	0,30	0,33	0,36	0,33	0,21	1,00	0,90	0,10	0,00	1,00	0,70	0,70	0,70	1,00	1,00
Anjabe	0,60	0,59	0,19	0,65	0,70	1,00	0,39	0,00	0,49	0,00	0,70	0,10	0,12	0,13	0,70	0,50	0,70	1,00	1,00
Ankazomborona	0,98	0,80	0,11	0,78	0,30	0,67	0,62	0,17	0,96	0,00	0,50	0,10	0,00	0,00	0,70	0,70	0,70	0,46	0,20
Ankovana	0,77	0,82	0,04	0,93	0,30	1,00	0,37	0,80	0,38	0,33	0,50	0,30	0,21	0,00	0,70	0,90	0,70	0,59	1,00
Antenina	0,20	0,35	0,36	0,28	0,30	1,00	1,00	0,49	0,71	0,67	0,50	0,10	0,07	0,00	0,70	0,10	0,70	0,20	1,00
Antsatrana	0,91	0,78	0,11	0,80	0,70	0,67	0,64	1,00	0,64	0,67	0,50	0,30	0,55	0,00	0,70	0,90	0,70	0,67	1,00
Antsotsomy	0,98	0,80	0,11	0,78	0,70	1,00	0,65	0,23	0,52	0,67	0,50	0,10	0,22	1,00	0,70	0,70	0,70	0,27	1,00
Bedara	0,98	0,80	0,11	0,78	0,70	1,00	0,00	0,22	0,56	0,67	0,50	0,10	0,08	0,31	0,70	0,70	0,70	0,41	1,00

**7.24. Annexe 24 : Données utilisé pour l'analyse de risque de recul des mangroves**

Composante AR5	Indicateurs	Codification
Danger	Perception locale sur l'augmentation du niveau de la mer	Danger1 (qualitative)
	Tendance de 30 dernières années de la température maximale	Danger2 (°C)
	Maximum des anomalies de températures moyennes par rapport à la normale annuelle durant ces 30 dernières années	Danger3 (°C)
Vulnérabilité-Sensibilité	Recul de la forêt de mangrove sur 20 ans	Sensibilite1 (ha)
	Capacité de régénération des mangroves	Sensibilite2 (régénération/100 m <sup>2</sup> )
	Proportion des mangroves dégradées	Sensibilite3 (%)
	Densité de la forêt de mangrove	Sensibilite4 (tiges/100 m <sup>2</sup> )
	Production moyenne de graine	Sensibilite5 (graines / 100 m <sup>2</sup> )
Vulnérabilité-Capacité	Taux de réussite moyenne des campagne de restauration	Capacite1 (%)
	Existence de plan d'aménagement relatif aux BO et BE	Capacite2 (qualitative)
	Taux de déforestation des mangroves	Capacite3 (qualitative)
	Age de la CLB	Capacite4 (années)
Exposition	Superficie de la forêt de mangrove	Exposition1 (ha)
	Pourcentage de population dépendant de la mangrove	Exposition2 (%)

\*\*\* Rapport final\*\*\*

• Données brutes

Village	Danger1	Danger2	Danger3	Sensibilite1	Sensibilite2	Sensibilite3	Sensibilite4	Sensibilite5	Capacite1	Capacite2	Capacite3	Capacite4	Exposition1	Exposition2
Ambatoaranana	Oui	1195,60	0,80	0,00	10,70	21,47	6,90	275,70	0,00	Non	61,77	1,00	72,93	75,00
Ambodibonara	Oui	1108,60	0,73	42,00	29,35	33,66	40,15	736,55	90,00	Non	18,17	15,00	1448,60	99,00
Ampasivelona	Oui	1002,00	0,61	81,00	42,45	47,93	35,35	776,30	90,00	Non	10,74	17,00	1170,08	100,00
Andilamoko	Oui	675,57	0,52	0,00	7,10	23,62	22,65	505,35	0,00	Non	2,51	1,00	1001,08	100,00
Andranofotsy	Oui	820,88	0,52	13,00	3,25	35,20	15,90	502,15	0,00	Non	0,21	1,00	3667,36	100,00
Anjiabe	Oui	1097,08	0,69	24,00	19,35	32,59	27,85	790,50	75,00	Non	7,41	15,00	3669,45	100,00
Ankazomborona	Non	1136,48	0,75	2,00	13,76	40,06	30,52	736,00	90,00	Non	-0,03	17,00	1716,64	80,00
Ankovana	Non	1174,81	0,75	38,00	14,25	50,55	36,25	1362,20	90,00	Non	12,87	17,00	2178,55	100,00
Antenina	Oui	1008,25	0,62	0,00	5,20	45,24	41,80	1039,50	75,00	Non	4,55	17,00	801,10	100,00
Antsatrana	Oui	1136,06	0,74	33,00	14,80	20,80	40,60	1472,23	90,00	Non	34,01	17,00	2490,91	100,00
Antsotsomy	Non	1136,48	0,75	26,00	40,95	34,44	34,55	925,55	15,00	Non	13,69	1,00	1033,70	100,00
Bedara	Oui	1136,48	0,75	0,00	5,80	30,56	33,30	1037,80	75,00	Non	4,77	12,00	1545,54	100,00

• Données normalisées

Village	Danger1	Danger2	Danger3	Sensibilite1	Sensibilite2	Sensibilite3	Sensibilite4	Sensibilite5	Capacite1	Capacite2	Capacite3	Capacite4	Exposition1	Exposition2
Ambatoaranana	0,70	1,00	1,00	0,00	0,81	0,02	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,00	0,00
Ambodibonara	0,70	0,83	0,73	0,52	0,33	0,43	0,05	0,61	0,00	0,70	0,29	0,13	0,38	0,96
Ampasivelona	0,70	0,63	0,32	1,00	0,00	0,91	0,18	0,58	0,00	0,70	0,17	0,00	0,31	1,00
Andilamoko	0,70	0,00	0,00	0,00	0,90	0,09	0,55	0,81	1,00	0,70	0,04	1,00	0,26	1,00
Andranofotsy	0,70	0,28	0,02	0,16	1,00	0,48	0,74	0,81	1,00	0,70	0,00	1,00	1,00	1,00
Anjiabe	0,70	0,81	0,59	0,30	0,59	0,40	0,40	0,57	0,17	0,70	0,12	0,13	1,00	1,00
Ankazomborona	0,30	0,89	0,80	0,02	0,73	0,65	0,32	0,62	0,00	0,70	0,00	0,00	0,46	0,20
Ankovana	0,30	0,96	0,82	0,47	0,72	1,00	0,16	0,09	0,00	0,70	0,21	0,00	0,59	1,00
Antenina	0,70	0,64	0,35	0,00	0,95	0,82	0,00	0,36	0,17	0,70	0,07	0,00	0,20	1,00
Antsatrana	0,70	0,89	0,78	0,41	0,71	0,00	0,03	0,00	0,00	0,70	0,55	0,00	0,67	1,00
Antsotsomy	0,30	0,89	0,80	0,32	0,04	0,46	0,21	0,46	0,83	0,70	0,22	1,00	0,27	1,00
Bedara	0,70	0,89	0,80	0,00	0,93	0,33	0,24	0,36	0,17	0,70	0,08	0,31	0,41	1,00