

Reboisements de mangrove dans le delta du Saloum, Sénégal : Evaluation écologique et sociale

Auteur : Bocquet, Evelyne

Promoteur(s) : Doucet, Jean-Louis; Vermeulen, Cédric

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master en bioingénieur : gestion des forêts et des espaces naturels, à finalité spécialisée

Année académique : 2017-2018

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/5182>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

REBOISEMENTS DE MANGROVE DANS LE DELTA DU SALOUM, SÉNÉGAL

Evaluation écologique et sociale

EVELYNE BOCQUET

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER
BIOINGÉNIEUR EN GESTION DES FORÊTS ET DES ESPACES NATURELS**

ANNEE ACADEMIQUE 2017-2018

CO-PROMOTEURS: JEAN-LOUIS DOUCET ET CÉDRIC VERMEULEN

La phase de terrain de ce travail a été réalisée avec le soutien logistique et financier de l'ONG Aide au Développement Gembloux (ADG).

© Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique de Gembloux Agro-Bio Tech.

Le présent document n'engage que son auteur.

REBOISEMENTS DE MANGROVE DANS LE DELTA DU SALOUM, SÉNÉGAL

Evaluation écologique et sociale

EVELYNE BOCQUET

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER
BIOINGÉNIEUR EN GESTION DES FORÊTS ET DES ESPACES NATURELS**

ANNEE ACADEMIQUE 2017-2018

CO-PROMOTEURS: JEAN-LOUIS DOUCET ET CÉDRIC VERMEULEN

Remerciements

Tout d'abord, je tiens tout spécialement à remercier mes parents pour leur soutien sans faille durant mes études et depuis ma naissance. Je vous aime !

J'aimerais également remercier les Professeurs Jean-Louis Doucet et Cédric Vermeulen pour leur appui lors de la réalisation de ce travail, et notamment de m'avoir fait prendre conscience que j'avais la fibre tropicale. Merci !

Je suis également très reconnaissante à l'ONG ADG pour son soutien logistique et financier lors de la phase terrain de ce travail. Je remercie particulièrement mon maître de stage, Monsieur Samba Atta Dabo ainsi que Madame Gwendoline Rommelaere d'avoir rendu ce sujet possible. Merci également à toi Stéphane pour ton accueil chaleureux à Dakar et ton soutien ainsi que l'aide pour obtenir le financement des analyses de sol. Je remercie également les membres du bureau d'ADG à Thiès pour leur bon accueil, en particulier Grégory Maraite pour son aide et ses conseils précieux dès mon arrivée. Je suis également reconnaissante à l'équipe d'APIL pour leur bon accueil au sein de leur bureau à Foundiougne et leur aide dans la logistique de terrain.

Je remercie également Monsieur Hervé Pirard pour ses nombreux conseils enthousiastes et son partage d'expérience du projet Mangrove.

Je tiens particulièrement à remercier Gauthier Ligot pour ses déblocages magiques de code et conseils lors de mon utilisation du logiciel R. Un grand merci également à Simon Lhoest pour ses conseils pour l'analyse des données de questionnaires.

Merci à Messieurs Maesen Fievez ainsi qu'à Cédric et Alain pour le prêt de matériel de terrain.

Je remercie également ma cousine, Daphné Tsoucas pour ses conseils en statistiques. Merci également à toi Valéry pour le petit coup de pouce concernant le billet d'avion ! *Thank you* !

Thierno et Corry, je vous remercie de tout cœur de m'avoir épaulée dans les mesures de palétuviers sur le terrain alors que l'on se trouvait en plein mois de ramadan... *Djocandial a par* !

Mes pensées vont également à ma grande famille sénégalaise, en particulier la famille Mbaye, Bass Kambe et tous ceux qui m'ont prise sous leur aile. Je ne vous remercierai jamais assez... *Djérédief bou mak* ! Merci également à Sandrine Van den Bossche, ma co-stagiaire sans qui mon séjour au Sénégal n'aurait pas été le même. Merci également à Laurent Lippens pour ses nombreux conseils avant mon départ en « terre inconnue ».

Merci à Monsieur Luc Descroix pour les données de salinité prises sur le Saloum et notre discussion au sujet des reboisements de mangrove dans le Delta du Saloum.

Je remercie bien évidemment les 116 personnes qui ont pris la peine de répondre à mes nombreuses questions parfois quelque peu farfelues à leur goût !

Last but not least, un grand merci à toi Donatien pour ton soutien lors de la réalisation de ce travail. Patience !

Et finalement, je me remercie d'avoir osé opter pour un sujet me tenant fort à cœur.

Résumé

Les mangroves se situent à l'étage intertidal le long des côtes tropicales et subtropicales (Komiya et al., 2008; Lewis, 2005). Selon le rapport du *Millenium Ecosystem Assessment* (2005), 35% de la superficie de mangrove a été perdue ces 20 dernières années. Les principales causes de cette alarmante diminution sont d'origine anthropique. Actuellement, une multitude de reboisements de mangrove sont menés à travers le monde, majoritairement par des ONG, en lien avec la population locale. Il s'agit de reboiser des palétuviers dans des zones de mangrove dégradées (ONG Bel Avenir, 2018; Océanium, n.d.; Dikobè, 2018; ADG, 2013; Primavera et al., 2008). Le présent travail s'intéresse à une technique de régénération assistée consistant à planter les propagules produites par *Rhizophora* spp. (Bosire et al., 2005) dans le Delta du Saloum, au Sénégal. La mangrove y est fortement utilisée par la population et a été fortement impactée par les sécheresses des années 1970, la salinité excessive de l'eau ainsi que la coupe abusive des palétuviers (Cisse et al., 2004; Bouaita et al., 2017; Balla Dieye et al., 2013). Dans la région, les reboisements de mangrove ont débuté en 1998. L'évaluation du succès des plantations de *Rhizophora* spp. du village de Mbam via la mesure de paramètres environnementaux et écologiques a été réalisée. Il en ressort que différents paramètres, tels les limons, influencent de manière significative la survie et la croissance des reboisements en *Rhizophora* spp. . Par ailleurs, l'évaluation de la perception de la mangrove et de ses reboisements par la population du Delta du Saloum a été réalisée. Plusieurs constats ont été faits. Tout d'abord, les activités réalisées au sein de la mangrove sont réparties entre les genres. Par ailleurs, 85% des enquêtés participent aux reboisements de mangrove. Ces personnes ont plus tendance à pratiquer des activités principales en dehors de la mangrove (pêche élevage, commerce, ...), avec toutefois une récolte de produits au sein de celles-ci. Le fait de pratiquer des activités principales au sein de la mangrove n'influence pas le degré de participation aux reboisements. De plus, la population adapte ses activités en fonction des ressources disponibles ou non dans le milieu en pratiquant davantage l'agriculture et l'élevage dans la zone terrestre où la mangrove est considérée comme dégradée. Le lien à la mangrove est très fort en zone insulaire. Finalement, les responsables au sein des villages ont plus tendance à préserver la mangrove que les autres, de par leur participation au reboisement de celle-ci et leur consommation moins élevée en bois vert qu'en bois mort. Un point important à relever est le besoin d'une concertation globale des acteurs de la mangrove afin de garantir une approche plus globale de la restauration de la mangrove dans le Delta du Saloum.

Mots-clés : reboisement, mangrove, *Rhizophora*, population, Delta du Saloum

Abstract

Mangroves are located on the intertidal floor along the tropical and subtropical coasts (Komiya et al., 2008, Lewis, 2005). According to the Millennium Ecosystem Assessment Report (2005), 35% of the area of mangrove has been lost in the last 20 years. The main causes of this decrease are of anthropic origin. Currently, mangrove reforestation is carried out around the world, mostly by NGOs, in connection with the local population. The aim is to reforest mangroves in degraded mangrove areas (NGO Bel Avenir, 2018, Oceanium, nd, Dikobe, 2018, ADG, 2013, Primavera et al., 2008). The present work focuses on an assisted regeneration technique consisting in planting propagules produced by *Rhizophora* spp. (Bosire et al., 2005) in the Saloum Delta, Senegal. Mangrove is highly used by the population and has been strongly impacted by the droughts of the 1970s, the excessive salinity of the water as well as the excessive cutting of the mangroves (Cisse et al., 2004; Bouaita et al., 2017; Balla Dieye et al., 2013). In the region, mangrove reforestation began in 1998. The assessment of the success of *Rhizophora* spp. of the village of Mbam through the measurement of environmental and ecological parameters was carried out. It shows that different parameters, such as silt, significantly influence the survival and growth of reforestation with *Rhizophora* spp. In addition, the assessment of mangrove perception and reforestation by the population of the Saloum Delta has been carried out. Several observations were made. First of all, the activities carried out within the mangrove are divided between sexes. In addition, 85% of respondents participate in mangrove reforestation. These people are more likely to practice main activities outside the mangrove (peach breeding, trade, ...), but with a harvest of products within them. The fact of practicing main activities within the mangrove does not influence the degree of participation in reforestation. In addition, the population adapts its activities according to the resources available or not in the area by practicing more agriculture and livestock in the land area where mangrove is considered degraded. The link to the mangroves is very strong in the island zone. Finally, village officials are more likely to preserve mangrove than others because of their participation in reforestation and their lower consumption of green wood than of dead wood. An important point to note is the need for a global consultation of the mangrove stakeholders to ensure a more comprehensive approach to mangrove restoration in the Saloum Delta.

Keywords: reforestation, mangrove, *Rhizophora*, population, Saloum Delta

Table des matières

Remerciements	i
Résumé	ii
Abstract	iii
Table des matières	iv
Abréviations	vii
1. Introduction	1
1.1. Généralités sur les mangroves	2
1.1.1. Distribution géographique	2
1.1.2. Caractéristiques de l'écosystème	2
1.1.3. Importance.....	4
1.1.4. Menaces anthropiques	4
1.2. Restauration de l'écosystème mangrove.....	5
1.3. Régénération assistée de la mangrove	6
1.4. Contexte de la régénération assistée de la mangrove du Delta du Saloum	7
1.4.1. La mangrove du Delta du Saloum (Sénégal)	7
1.4.2. Organisation des reboisements	8
1.5. Objectifs	9
2. Matériel et méthodes	10
2.1. Site d'étude	10
2.1.1. La Réserve de Biosphère du Delta du Saloum, Sénégal	10
2.1.2. Sélection des sites d'étude	18
2.2. Reboisements en <i>Rhizophora</i> spp. de Mbam	20
2.2.1. Choix des espèces étudiées	20
2.2.2. Mise en place du dispositif expérimental	20
2.2.3. Collecte des données	23
2.2.4. Analyse des données.....	25
2.3. Perception et appropriation de la mangrove et ses reboisements par la population du Delta du Saloum.....	27
2.3.1. Population étudiée.....	27
2.3.2. Échantillonnage au sein des villages	28
2.3.3. Collecte des données	28

2.3.4.	Analyse des données.....	29
3.	Résultats	32
3.1.	Reboisements en Rhizophora spp. de Mbam	32
3.1.1.	Description globale du jeu de données.....	32
3.1.2.	Mortalité	35
3.1.3.	Croissance en hauteur et en diamètre.....	35
3.1.4.	Paramètres environnementaux et biologiques.....	37
3.1.5.	Modèles	41
3.2.	Perception et appropriation de la mangrove et ses reboisements par la population du Delta du Saloum.....	44
3.2.1.	Caractéristiques de la population échantillonnée	44
3.2.2.	Participation aux reboisements	47
3.2.3.	Utilisation de l'écosystème en fonction de son état.....	49
3.2.4.	Influence du niveau de responsabilité sur la tendance à préserver la mangrove	50
4.	Discussion	52
4.1.	Reboisements en Rhizophora spp. de Mbam	52
4.1.1.	Discussion des résultats généraux	52
4.1.2.	Discussion des résultats des modèles	52
4.2.	Perception et appropriation de la mangrove et ses reboisements par la population du Delta du Saloum.....	54
4.2.1.	Discussion des résultats généraux	54
4.2.2.	Participation aux reboisements de mangrove	55
4.2.3.	Utilisation de l'écosystème en fonction de son état.....	56
4.2.4.	Influence du niveau de responsabilité sur la tendance à préserver la mangrove	57
4.2.5.	Plateforme de concertation des acteurs de la mangrove, Foundiougne	58
5.	Conclusion.....	60
6.	Perspectives	61
	Bibliographie.....	62
	Annexes	68
	Annexe 1 : Fiche d'encodage des mesures de palétuviers	68
	Annexe 2 : Fiche de questionnaire.....	69

Annexe 3 – Mortalité annuelle et accroissements annuels moyens en hauteur et en diamètre.	72
Annexe 4 – Résultats des analyses de sols.....	73
Annexe 5 – Moyennes et écarts-types des variables de reboisements	74
Annexe 6 – Variables prises en compte lors de la construction des modèles.....	75

Abréviations

ACP - PCA	Analyse en Composantes Principales - <i>Principal Component Analysis</i>
ADG	Aide au Développement Gembloux
AIC	Critère d'information d'Akaike
APIL	Association pour la Promotion des Initiatives Locales
DAMCP	Direction des Aires Marines Communaires Protégées
FAO	Food and Agriculture Organisation
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MEA	Millenium Ecosystem Assessment
NASA	National Aeronautics and Space Administration
ONG	Organisation Non Gouvernementale
ONU	Organisation des Nations Unies
PNDS	Parc National du Delta du Saloum
RAMSAR	Convention sur les zones humides
RBDS	Réserve de Biosphère du Delta du Saloum
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
WAAME	West African Association for Marine Environment

1. Introduction

D'après certains auteurs, les années 1950 auraient marqué notre entrée dans une nouvelle ère géologique : l'*Anthropocène*, du fait de l'accélération des pressions anthropiques sur l'ensemble de notre environnement (Steffen et al., 2015). Des disciplines telles que la biologie de la conservation, l'écologie de la restauration et l'ingénierie écologique tentent de donner réponse à ces pressions.

L'objectif de la biologie de la conservation est double : identifier l'impact des êtres humains sur la nature ainsi que créer puis utiliser des méthodes permettant d'arrêter sa dégradation, voire de la restaurer (Blondel, 1995). À ce titre, la création d'aires protégées tente de préserver la nature de l'influence des actions humaines (ONU, 1992; IUCN, 2008; IUCN, 2017). Les aires protégées comme les zones RAMSAR et les Réserves de Biosphère sont reconnues mondialement (RAMSAR, 2014; UNESCO, 2017).

La restauration des écosystèmes, quant à elle, part du principe qu'il est possible de ramener un écosystème à un état approchant son état initial après sa dégradation des suites de phénomènes humains ou naturels (Donadieu, 2002). De fait, en fonction de la gravité de la dégradation subie par l'écosystème, plusieurs solutions sont envisageables : sa restauration, sa réhabilitation ou sa réaffectation (Aronson et al., 1995; Frédéric et al., 2012). Il est préférable de restaurer un écosystème avant qu'il n'ait dépassé le seuil d'irréversibilité, après quoi il sera très difficile voire impossible de lui faire retrouver son état initial (Aronson, 1995). La restauration se définit comme le passage de l'état dégradé de l'écosystème à son état initial (sans dépassement du seuil d'irréversibilité) et la réhabilitation comme le passage d'un état dégradé de l'écosystème à un autre état moins dégradé différent de son état initial.

Les écosystèmes sont donc conservés et/ou restaurés et/ou réhabilités afin de préserver leur biodiversité et les services qui y sont associés. Dans la suite de ce travail, nous allons nous focaliser sur un écosystème victime de nombreuses dégradations et faisant l'objet de nombreux projets de restauration ou de réhabilitation : la mangrove.

1.1. Généralités sur les mangroves

De multiples définitions du terme « mangrove » existent et prêtent parfois à confusion (Duke, 1992). Celle de Lykke (1994) sera retenue dans le cadre de ce travail : « *arbres et arbustes se trouvant sur des rives périodiquement inondées par l'eau marine* ». Les termes « mangrove », « forêts de mangrove » et « marais à mangrove » utilisés dans ce travail se rapportent à cette définition.

1.1.1. Distribution géographique

Les mangroves se retrouvent en bordure de tous les continents, à l'exception de l'Europe (Figure 1). En effet, ces forêts se situent sur les rivages des zones tropicale et subtropicale (Lewis, 2005; Commission des Communautés européennes et al., 1992). En 2003, les zones de mangrove étaient réparties sur 146 530 kilomètres de côtes à travers le monde (FAO, 2003 in Lewis, 2005). La plus grande concentration de mangrove en termes de superficie est retrouvée entre 5° Nord et 5° Sud de latitude (Giri et al., 2011). La superficie totale des forêts de mangrove dans le monde équivalait à environ 15 millions d'hectares avec 3,2 millions d'hectares uniquement pour le continent africain (FAO, 2007).

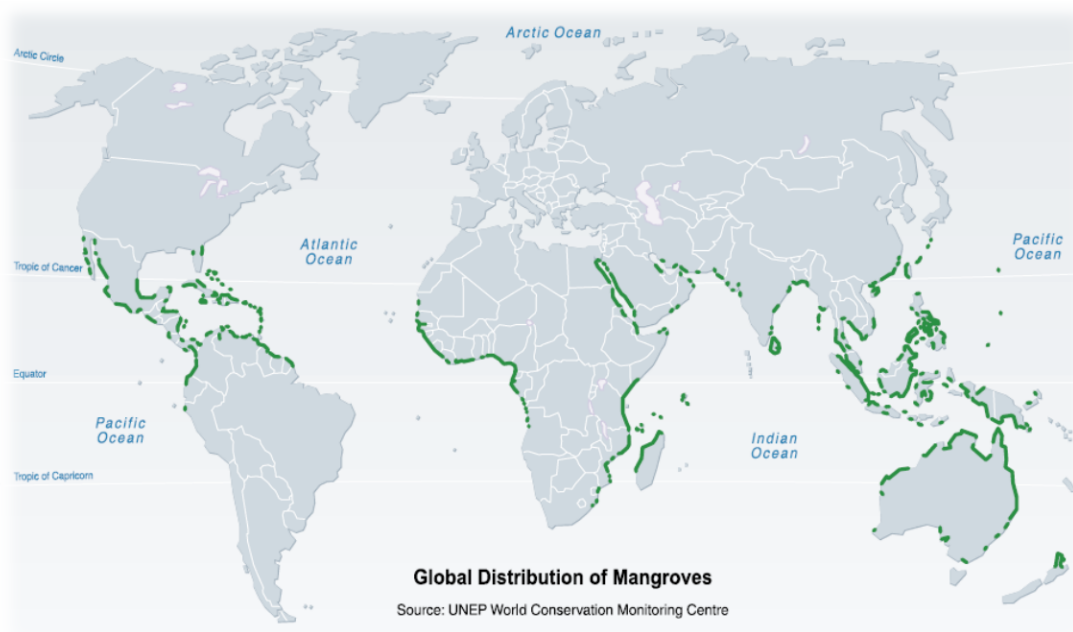


Figure 1 – Distribution géographique des forêts de mangrove à travers le monde. En vert sont représentées les superficies de mangrove (MEA, 2005).

1.1.2. Caractéristiques de l'écosystème

Les mangroves se situent à l'étage intertidal¹ le long des côtes tropicales et subtropicales (Komiyama, 2008; Lewis, 2005). Elles peuvent également être localisées dans les estuaires des grands fleuves. L'eau y étant salée, les arbres la composant sont halophytes bien qu'ils peuvent parfois souffrir d'une salinité trop importante (Marius, 1985).

¹ Intertidal signifie dans la zone de balancement des marées, inondée périodiquement.

Les principales espèces végétales constituant les forêts de mangrove sont les palétuviers. Duke (1992) en recense 69 espèces à travers le monde. La mangrove d'une zone donnée est constituée d'une ou de plusieurs de ces espèces. En fonction de leur genre, ces arbres présentent de grandes racines échasses (*Rhizophora* spp.) ou des pneumatophores (*Avicennia* sp.). Les premières leur apportent la stabilité, tandis que les secondes leur permettent de respirer (Cormier-Salem, 1999).

La diversité en espèces animales au sein des mangroves est plutôt élevée. En effet, les mangroves constituent des zones de frayère pour de nombreux poissons. Les crevettes, ainsi que des bivalves (telle l'huître de palétuvier *Crassostrea gasar*) et des gastéropodes de la famille des Muricidae y abondent. Une multitude d'espèces d'oiseaux viennent également y trouver refuge. (Cormier-Salem, 1999; Commission des Communautés européennes, 1992).

Le sol des mangroves est de couleur gris foncé à noir, grâce à sa richesse en matière organique. La texture des sols de mangrove est dans la plupart des cas argileuse comme en Guyane, au Gabon, en Thaïlande et en Malaisie. Par contre, elle est tend plus vers le sable dans le Delta du Saloum (au Sénégal). Les sols de mangrove, plus spécifiquement dans le cas de la Casamance (Sénégal) et de la Gambie, sont constitués d'argile lourde (avec plus de 50% d'argile) et de nombreux débris organiques (Marius, 1985). Le caractère argileux du sol est un critère primordial pour une bonne santé de la mangrove (Commission des Communautés européennes, 1992).

Une partie non négligeable de la biomasse végétale se trouve dans le système racinaire (Komiyama, 2008). En effet, les palétuviers développent fortement leurs racines pour deux raisons : la stabilité et l'oxygénation. Chez les arbres du genre *Rhizophora*, la biomasse des racines échasses représente 15 à 17% de la biomasse se trouvant au-dessus du sol lorsqu'il s'agit de peuplements matures (Komiyama, 2008).

Même si les mangroves ne présentent pas une biomasse très élevée en comparaison avec d'autres écosystèmes, celles-ci sont très productives. En effet, avec en moyenne 150 tonnes par hectare de matière sèche sur pied dans les mangroves les plus développées, elles produisent entre 15 et 20 tonnes de matière organique par hectare et par an (Commission des Communautés européennes, 1992).

Les mangroves sont également des puits de carbone efficaces (Komiyama, 2008). Toutefois, les sols de mangrove peuvent aussi être des sources de carbone. En effet, les sédiments diffusent du dioxyde de carbone dans l'atmosphère mais de manière relativement faible, avec des valeurs normalement inférieures à 3.0 t C par hectare et par an (Komiyama, 2008).

A l'heure actuelle, avec la mise en place des crédits carbone et les nombreuses opérations de reboisement de la mangrove qui ont lieu, différentes études sont réalisées pour connaître la manière dont ces reboisements stockent le carbone (Murdiyarso et al., 2009; Komiyama, 2008; Leopold, 2012; Ajonina, 2013; Siteo et al., 2014; Matsui et al., 2012).

1.1.3. Importance

Actuellement, un grand intérêt est porté à la mangrove. En effet, la mangrove rend de multiples services écosystémiques. Le tableau 1 en reprend les principaux :

Tableau 1 – Liste des services rendus par les écosystèmes de mangrove dans le monde, classés selon les quatre catégories de services écosystémiques : les services de production, de régulation, culturels ou de support (d'après Cormier-Salem et al., 2016; Vo et al., 2012).

Catégorie de service	Service rendu (et usage associé)
Services de production	- Bois vert : construction de cases - Bois mort : cuisine, fumage de poisson - Charbon de bois : cuisine - Produits halieutiques (poissons, bivalves et escargots) : alimentation et commerce - Feuilles, racines, écorce, fruits et fleurs de palétuvier : pharmacopée - Feuilles : fourrage pour le bétail
Services de régulation	- Protection contre les tempêtes - Contrôle du niveau de l'eau, atténuation des inondations - Protection contre l'érosion des côtes
Services culturels	- Détente : balade dans la mangrove - Esthétique : inspiration pour la peinture, les contes, etc. - Tourisme et éco-tourisme - Éducation : sensibilisation des élèves à l'environnement (par exemple)
Services de support	- Purification de l'air (cycle du carbone) - Filtration de l'eau (régulation de la concentration de sel) - Zone de frayère pour les poissons - Refuge pour de nombreux oiseaux - Habitat pour de nombreuses espèces

1.1.4. Menaces anthropiques

Selon le rapport du *Millenium Ecosystem Assessment* (2005), 35% de la superficie de mangrove a été perdue ces 20 dernières années. Les principales causes de cette alarmante diminution sont d'origine anthropique. Il s'agit, entre autres, de la déforestation, de l'aquaculture, des pratiques de récolte non durables et de la recherche du pétrole.

Les populations vivant de la mangrove en récoltent le bois pour réaliser des constructions, cuisiner ou encore fumer le poisson. Dans le Delta du Saloum, au Sénégal, la majeure menace concernant le bois de mangrove est le fumage à grande échelle du poisson par des entrepreneurs étrangers qui achètent le bois et le poisson, le fument et puis l'exportent vers leur pays d'origine (en général voisin du Sénégal) (Dème et al., 2010; Cisse, 2004). Cette action n'étant pas contrôlée par les autorités et vu la quantité de bois exploitée (jusqu'à 1170 tonnes en une campagne), cela s'annonce d'autant plus problématique que la communauté internationale souhaite une approche durable de la gestion des forêts de mangrove (Cisse, 2004; Balla Dieye et al., 2013; Ndour et al., 2012).

En Thaïlande, les 200 000 hectares de mangrove détruits entre 1991 et 1996 ont majoritairement été convertis en fermes à crevettes. Ces fermes sont abandonnées après cinq ans à cause d'une diminution drastique de rendement due à des maladies au sein de l'élevage (Matsui, 2012). Entre 1996 et 2010, la majeure partie des dégradations et destruction de mangrove ont eu lieu dans le Sud-Est de l'Asie, là où l'aquaculture était la plus implantée (Thomas et al., 2017).

Certaines pratiques traditionnelles inappropriées à la gestion durable de la mangrove existent telles que la récolte des huîtres en coupant les racines de palétuvier. Actuellement, dans le Delta du Saloum, diverses ONGs travaillent à la sensibilisation à de meilleures pratiques de récolte des huîtres et même à l'ostréiculture via la mise en place de « guirlandes » (ADG, 2012).

Les sondages et l'exploitation de pétrole menacent gravement la mangrove et lorsqu'il y a des fuites, les résultats sont dévastateurs (Barroux, 2017; Vidal, 2010; Henry, 2014).

De plus, d'autres menaces comme la sur-pêche ou la construction d'habitations et autres infrastructures sont problématiques mais soit concernent indirectement la mangrove, soit sont moins flagrantes que les menaces citées ci-dessus.

1.2. Restauration de l'écosystème mangrove

Identifier les causes de la dégradation de la mangrove et, si possible, les arrêter, est le premier pas vers la restauration de celle-ci (Kamali et al., 2010). En effet, la mangrove est capable de se régénérer seule si les conditions lui sont à nouveau favorables.

Actuellement, une multitude de reboisements de mangrove sont menés à travers le monde, majoritairement par des ONGs, en lien avec la population locale. Il s'agit de reboiser des palétuviers dans des zones de mangrove dégradées. La solution de reboiser la mangrove afin de la restaurer est la plus communément envisagée. Dans certains endroits, les populations reboisaient de manière spontanée à petite échelle avant l'arrivée des projets de grande ampleur (Primavera, 2008). De nombreux projets de reboisement de mangrove soutenus par des ONGs ont lieu à travers le globe (ONG Bel Avenir, 2018; Océanium, n.d.; Dikobè, 2018; ADG, 2013; Primavera, 2008).

Ces reboisements peuvent être complétés par d'autres mesures. Ainsi, Hashim *et al.* (2009) proposent de construire une digue afin de protéger les plantations de la force des vagues atteignant la rive et ainsi atténuer l'érosion des berges (Kamali, 2010).

En Casamance (Sénégal), de nombreux barrages anti-sel ont aussi été aménagés dans les vallées afin de prévenir la dégradation chimique des sols due aux sécheresses des années 1970 (Montoroi et al., 1997), permettant ainsi le maintien des palétuviers et de la vie s'y développant.

1.3. Régénération assistée de la mangrove

Parmi les différentes techniques applicables pour restaurer la mangrove, le présent travail s'intéresse tout particulièrement à une technique de régénération assistée supposée efficiente. En effet, la régénération assistée en *Rhizophora* spp. ne nécessite pas l'implantation de pépinière. Les propagules produites par ces derniers peuvent être directement replantées dans le sol (Bosire, 2005). De plus, ces opérations ne nécessitent pas une main d'œuvre fortement qualifiée. Elles doivent être pratiquées à la saison des pluies, lorsque les propagules sont produites par la mangrove mature. Les palétuviers ont besoin d'eau douce pour se développer et, de manière générale, la mangrove est reboisée sur du sol vaseux riche en argile et fort malléable. Les écartements entre les plants sont assez variables. Les plus appliqués sont ceux-ci : 1m x 1m, 0.50m x 1m et 1m x 2m. Contrairement au *Rhizophora*, le genre *Avicennia* nécessite d'être produit en pépinière avant d'être replanté dans son milieu naturel (Ndour et al., 2009), ce qui est beaucoup plus contraignant. La suite de ce travail se concentre, en conséquence, sur la restauration de la mangrove à l'aide de propagules de *Rhizophora* spp. (Figure 2).



Figure 2 – Récolte des propagules matures sur les palétuviers.
© Daouda Mbaye pour le Projet Mangrove (2003-2006).



Après récolte, les propagules sont triées afin de ne conserver que celles ayant le plus de chances de pousser. Les caractéristiques d'une « bonne » propagule (Figure 3) sont les suivantes : sa couleur tend vers le rouge-brun (et pas vers le vert). Elle se décroche facilement de l'arbre et présente de jeunes feuilles vertes (ADG et al., n.d.). Les propagules jugées viables peuvent maintenant être replantées. Les écartements sont respectés et les distances de plantation sont vérifiées sur le terrain à l'aide d'une corde.

Figure 3 – Illustration des caractéristiques d'une « bonne » propagule : couleur rouge-brun, facilité à la décrocher de l'arbre et présence de jeunes feuilles vertes sur le dessus (ADG, n.d.).

1.4. Contexte de la régénération assistée de la mangrove du Delta du Saloum

1.4.1. La mangrove du Delta du Saloum (Sénégal)

Le Sénégal, pays d'Afrique de l'Ouest, comporte deux deltas pourvus de grands massifs de mangrove : celui du Delta du Saloum et celui du Fleuve Casamance.

Le présent travail s'intéresse aux reboisements en *Rhizophora* spp. réalisés dans le Delta du Saloum. La mangrove y est fortement utilisée par la population, par exemple pour le bois vert de palétuvier, le bois mort (Figure 4), la pêche, la collecte d'huîtres et de mollusques (les *pagnes*, bivalves fort appréciés en cuisine et les *toufas*, gastéropodes marins comestibles) (Cisse, 2004).



Figure 4 – Récolte de bois mort de palétuvier par les femmes dans le village de Diogane, Delta du Saloum, Sénégal. © Evelyne Bocquet

Différentes menaces, d'origines naturelle ou anthropique, pèsent sur cette mangrove (Tableau 2).

Tableau 2 – Principales menaces pesant sur la mangrove du Delta du Saloum, Sénégal (Cisse, 2004; ADG, 2011; Kathiresan, 2003; entretiens informels, 2018).

Type de menace	Menace	Description de la menace
Anthropique	Coupe abusive des palétuviers	Une coupe intensive en palétuviers pour le fumage du poisson à grande échelle
	Destruction des racines échasses lors des récoltes d'huîtres	Lors des récoltes d'huîtres, les femmes ont tendance à couper les racines échasses et les emporter afin de les décortiquer à la maison. Ces pratiques sont en train d'être revues avec l'aide d'associations locales.
	Divagation du bétail	Les vaches se nourrissent des feuilles de <i>Rhizophora</i> sp. Cela pose surtout problème lorsqu'il s'agit de reboisements.
	Exploitation du pétrole	La compagnie Total réalise des forages dans la zone en vue d'une exploitation (entretiens informels, 2018).
	Exploitation du sel	Le sel est exploité le long du fleuve, et particulièrement à Kaolack (entretiens informels, 2018)

Tableau 2 – Suite du tableau page 7.

Type de menace	Menace	Description de la menace
Naturelle	Salinité excessive de l'eau	Excepté pendant l'hivernage ² , le Saloum n'est pas alimenté en eau douce, et vu la chaleur, la concentration en sel augmente avec l'évaporation de l'eau.
	Sécheresse	Les sécheresses des années 1970 ont fort impacté la mangrove.
	Prédation	Des papillons de la famille des Psychidae fabriquent leurs cocons à base de feuilles de palétuviers du genre <i>Rhizophora</i> .

1.4.2. Organisation des reboisements

La loi 96/06 du 22 mars 1996 promeut une politique de décentralisation et de responsabilisation plus importante des populations locales (République du Sénégal, 2006). La gestion de la mangrove peut donc être réalisée par les populations.

Nos observations sur le terrain nous ont permis de comprendre que, dans le Delta du Saloum, deux manières de réaliser les reboisements de mangrove sont possibles. Premièrement, il peut s'agir d'initiatives spontanées : soit il y a eu appropriation des reboisements des projets, soit les populations reboisaient déjà elle-même de manière spontanée. Deuxièmement, de manière plus globale, les populations sont encadrées par des ONG ou diverses associations, elles-mêmes financées par des bailleurs (tels que la Commission européenne), ou les services étatiques en ayant les compétences (Eaux et Forêts, Aires marines protégées, etc). Dans le Delta du Saloum, à Foundiougne, une plateforme de concertation a récemment été mise en place pour tenter de donner une direction générale aux reboisements réalisés par la multitude d'acteurs (Wetlands, 2015).

Dans la région, les reboisements de mangrove ont débuté en 1998, soit il y a de cela vingt ans. Ceux-ci ayant lieu dans le cadre de projets durant maximum 3 ans, ils sont suivis durant la durée du projet mais pas au-delà. Or, il serait plus qu'intéressant de suivre les reboisements de mangrove à long terme afin de s'assurer de leur pertinence et des facteurs qui leur sont les plus favorables.

C'est pour apporter des éléments de réponse à cette problématique qu'il nous a semblé primordial d'évaluer la viabilité à long terme des reboisements de mangrove dans un village-cible.

² L'hivernage est le nom donné à la saison des pluies dans le Delta du Saloum.

1.5. Objectifs

Au vu de l'importance de la mangrove aussi bien dans le monde que pour la population du Delta du Saloum et des diverses menaces qui pèsent sur elle, il semble primordial d'agir en sa faveur. La manière la plus connue de restaurer la mangrove est de la reboiser avec des propagules de *Rhizophora* spp. Actuellement, chaque année, des dizaines de reboisements de mangrove sont menés en collaboration avec les ONG et les populations dans le Delta du Saloum.

L'objectif général de ce travail est de contribuer à la gestion durable des forêts de mangrove dans le Delta du Saloum, au Sénégal. Cet objectif général se décline en plusieurs objectifs spécifiques, assortis des activités qui y sont associées :

- **Objectif spécifique 1 :** Evaluer le succès des plantations en *Rhizophora* spp. En fonction des conditions écologiques locales, dans un village-pilote du Delta du Saloum,

- ✚ **Activité 1.1.** : Déterminer la survie, la croissance en hauteur et en diamètre des plants ainsi que l'influence des facteurs environnementaux sur ces paramètres

- ✚ **Activité 1.2.** : Modéliser cette survie et cette croissance des plants

- **Objectif spécifique 2 :** Evaluer la perception des reboisements en *Rhizophora* spp. et l'appropriation de ceux-ci par la population du Delta du Saloum :

- ✚ **Activité 2.1.** : Déterminer le profil socio-économique des personnes participant ou non aux reboisements de mangrove.

- ✚ **Activité 2.2.** : Déterminer l'influence de l'état de l'écosystème sur la perception et l'utilisation de la mangrove.

- ✚ **Activité 2.3.** : Déterminer l'influence du niveau de responsabilité au sein du village sur la tendance à préserver la mangrove.

2. Matériel et méthodes

2.1. Site d'étude

Ce travail porte sur la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (RBDS), située à l'ouest du Sénégal, dans le département de Foundiougne. Lors de la phase d'enquête, douze villages ont été visités. Concernant les reboisements, l'évaluation de leur viabilité à long terme se focalise sur les plantations d'un seul village.

2.1.1. La Réserve de Biosphère du Delta du Saloum, Sénégal

La RBDS est située dans l'Ouest du Sénégal et au Nord de la Gambie, dans le département de Foundiougne (Figure 5).

Elle est localisée entre 13°35 et 14°15 de latitude Nord et entre 16°03 et 16°50 de longitude Ouest (Dia et al., 2003) et couvre une superficie de 334 000 hectares (IUCN, 2011).

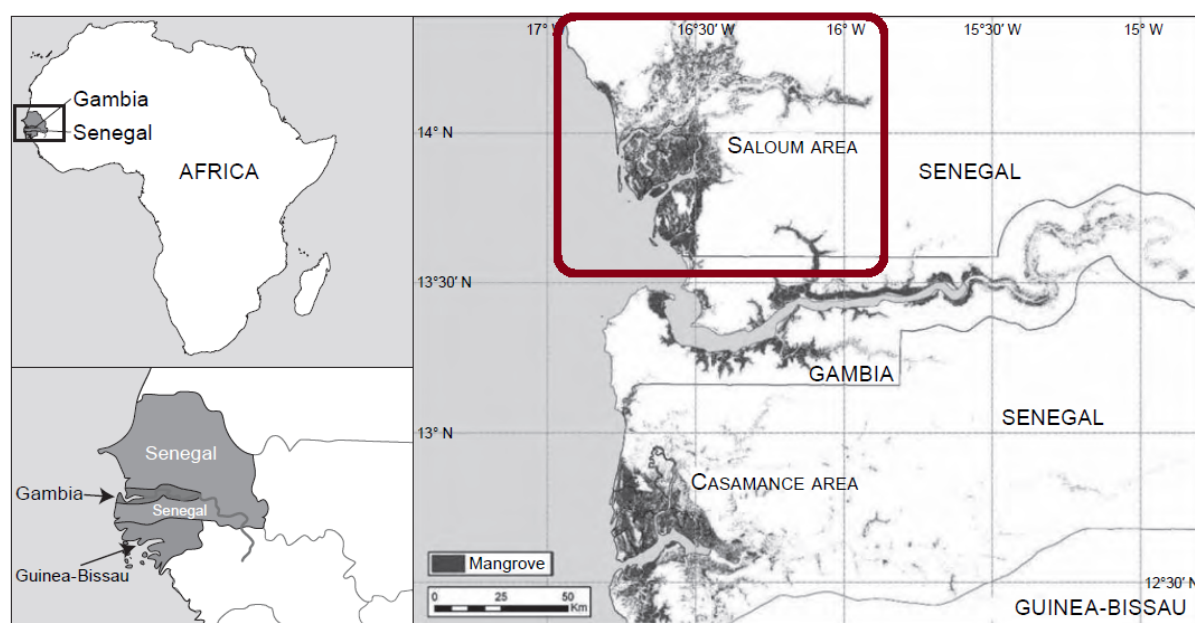


Figure 5 – Localisation de la mangrove du Delta du Saloum (encadré en bordeaux) (USAID, 2010 *in* Cormier-Salem et al., 2016).

Le Delta du Saloum et la mangrove qui le compose ont, depuis quelques dizaines d'années, été soumis à une surveillance de la part des autorités. Suite à diverses menaces anthropiques et naturelles, plusieurs statuts de protection ont été mis en place. Ceux-ci sont repris dans le tableau 3 (Dia, 2003).

Tableau 3 – Les différents statuts de protection attribués à la mangrove du Delta du Saloum en tout ou en partie, permettant en théorie sa meilleure protection et conservation (IUCN, 2011; Centre de Suivi écologique pour la gestion des ressources naturelles, 2013; Dia, 2003; DAMCP, n.d.; UNESCO, 2018)

Type de statut de protection	Superficie [ha]	Année de création
Parc national du Delta du Saloum (PNDS)	76 000	1976
Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (RBDS)	334 000	1981
Site RAMSAR	73 000 ³	1984
Aire Marine Protégée de Bamboung	7 000	2004
Site culturel du patrimoine mondial de l'UNESCO	145 811 ⁴	2011
Aire Marine Protégée de Gandoul	15 732	2014
Aire Marine Protégée de Sangomar	87 437	2014

La figure 6 présente la localisation du Parc National du Delta du Saloum et les limites de la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum qui l'englobe. Les forêts classées des îles du Saloum (au Nord du PNDS) et des îles de Bétenti (à l'Est du PNDS) constituent le noyau de cette Réserve de Biosphère, tout comme le PNDS.

³ Les 73 000 hectares du site RAMSAR sont inclus dans les 76 000 hectares du Parc National du Delta du Saloum

⁴ Une zone tampon de 78 842 hectares complète ces 145 811 hectares (UNESCO, 2018)

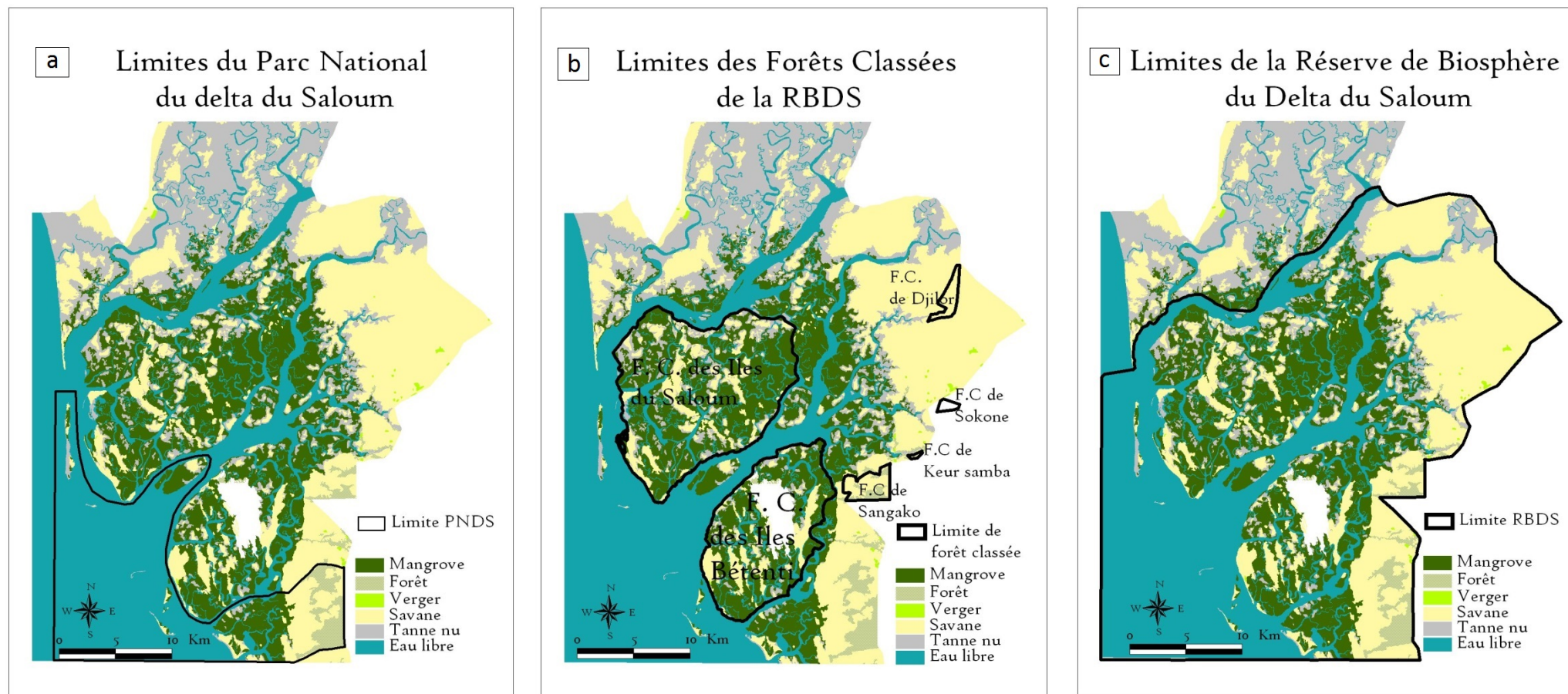


Figure 6 – Localisation des limites du Parc National du Delta du Saloum (a, trait fin noir), des forêts classées (b, trait épais noir) et de la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (c, trait épais noir). © Projet Mangrove (2003-2006).

Selon la classification de Köppen, le climat dans la zone du Sine-Saloum est de type BSh (Peel et al., 2007; Belda et al., 2014).

Deux types de vents balayent la zone : l'harmattan et les alizés maritimes. L'harmattan est un alizé continental qui souffle dans la direction Nord-Est à Est-Nord-Est et Est. Il serait responsable des nombreuses particules de poussières présentes dans l'air durant la saison sèche (Cormier-Salem, 1999). Il existe aussi des alizés maritimes soufflant dans la zone des îles d'est en ouest de manière permanente. Ils accompagnent les mouvements de marées (DAMCP, 2014).

Concernant la température moyenne mensuelle (Figure 7), elle varie au cours de l'année entre 22 et 32 degrés Celsius, avec une saison fraîche aux alentours du mois de janvier (Cormier-Salem, 1999; NASA, n.d.).

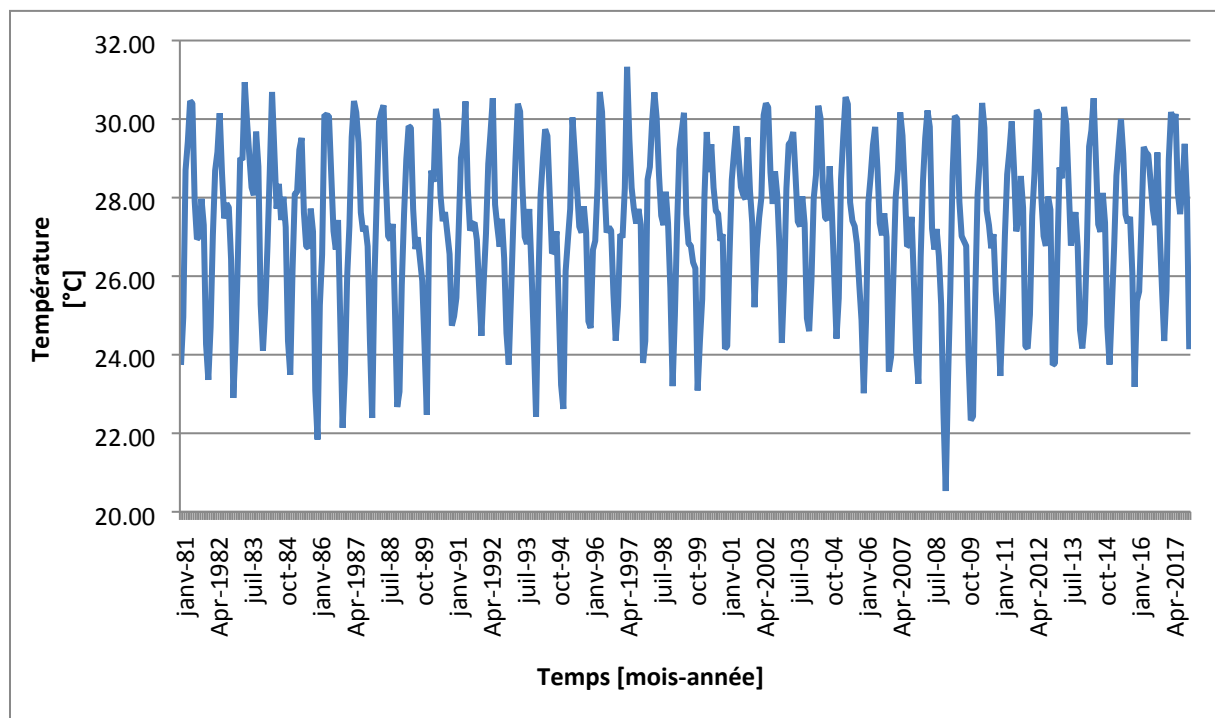


Figure 7 – Variation de la température moyenne mensuelle au cours du temps, entre 1981 et 2017 pour la ville de Foundiougne, Sénégal. La température moyenne à travers tout le jeu de données s'élève à 27,31°C. Les données utilisées pour construire le graphique sont issues du site de la NASA (NASA, n.d.).

Dans la zone du Delta du Saloum, les précipitations sont concentrées sur quelques mois, durant l'hivernage allant de mai à novembre. Ces pluies sont fort variables et irrégulières entre les années (Cormier-Salem, 1999) avec une sécheresse accrue depuis les années 1970 (Bouaita, 2017), comme en atteste la figure 8. En effet, les courbes de tendance y démontrent toutes les deux une diminution aux alentours des années 70 à 80. La diminution conjointe du nombre de jours pluvieux et celle des précipitations indiquent qu'il y a sécheresse.

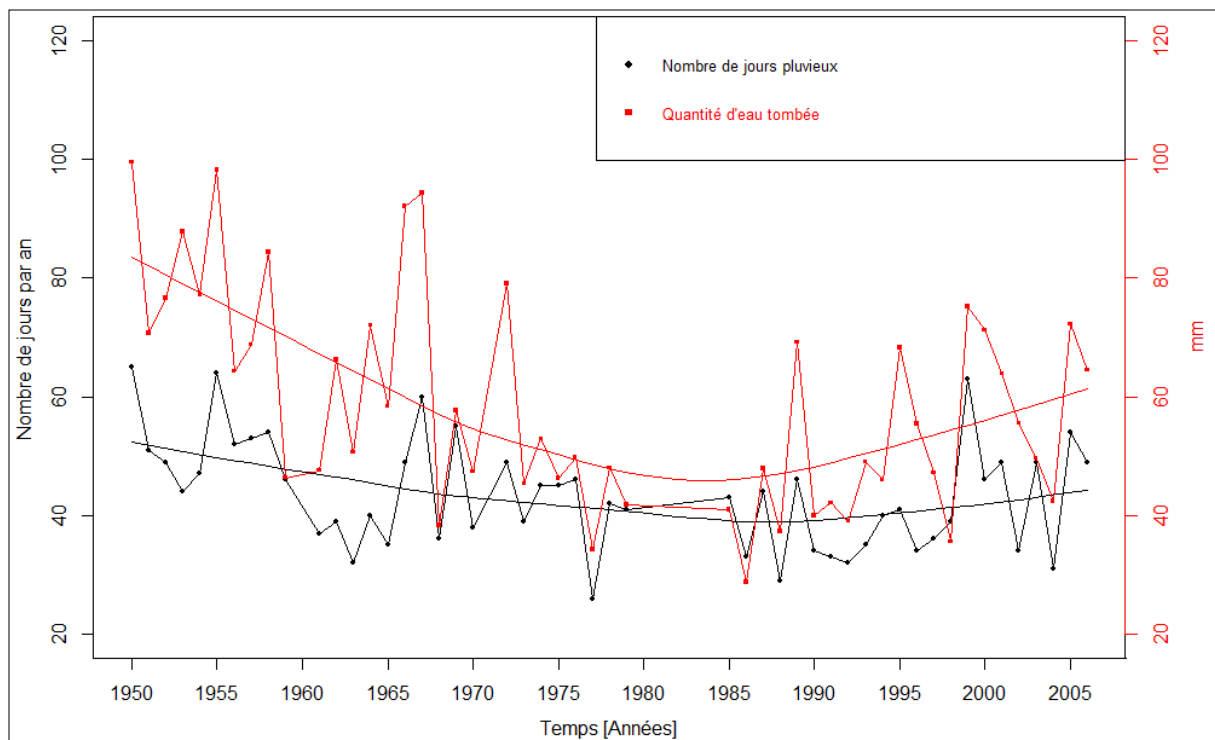


Figure 8 – Evolution du nombre de jours de pluie (courbes noires) et des précipitations (en rouge) à Foundiougne entre 1950 et 2006. Les courbes « en dents de scie » représentent l'évolution au cours du temps de ces deux variables, tandis que les courbes lissées illustrent la tendance des précédentes. Les données utilisées ont été fournies par Monsieur Alexei Stoukov et proviennent du Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, Sénégal. Elles ont été récoltées à la station climatique de la ville de Foundiougne, Sénégal.

Trois cours d'eau principaux s'écoulent au sein de la RBDS : il s'agit, du Nord au Sud, du *Saloum*, du *Diombos* et du *Bandiala*. Le présent travail se focalise sur le fleuve Saloum. Les apports en eau douce sont faibles sur le Saloum et l'évaporation y est intense, ce qui provoque une hypersalinisation du fleuve (Cormier-Salem, 1999). En conséquence, l'estuaire du fleuve Saloum a la particularité d'être inversé en termes de salinité. En effet, la concentration en sel est plus élevée en amont qu'en aval (Figure 9). Cela est dû à une plus forte évaporation de l'eau dans les zones moins profondes en amont de l'embouchure du fleuve. Ce phénomène a été accentué lors de la sécheresse des années 1970 (Bouaita, 2017). De plus, la salinité de l'eau du fleuve varie en fonction de la période de l'année (plus élevée en saison sèche qu'à l'*hivernage*) (Figure 10). Elle varie également selon les années avec une tendance à l'augmentation (Diouf, 1996). Concernant les marées, l'amplitude tidale est de l'ordre d'un mètre, avec une variation de 0,90 à 1,10 mètres dans les eaux vives et de 0.40 à 0.50 mètres dans les eaux mortes (Cormier-Salem, 1999).

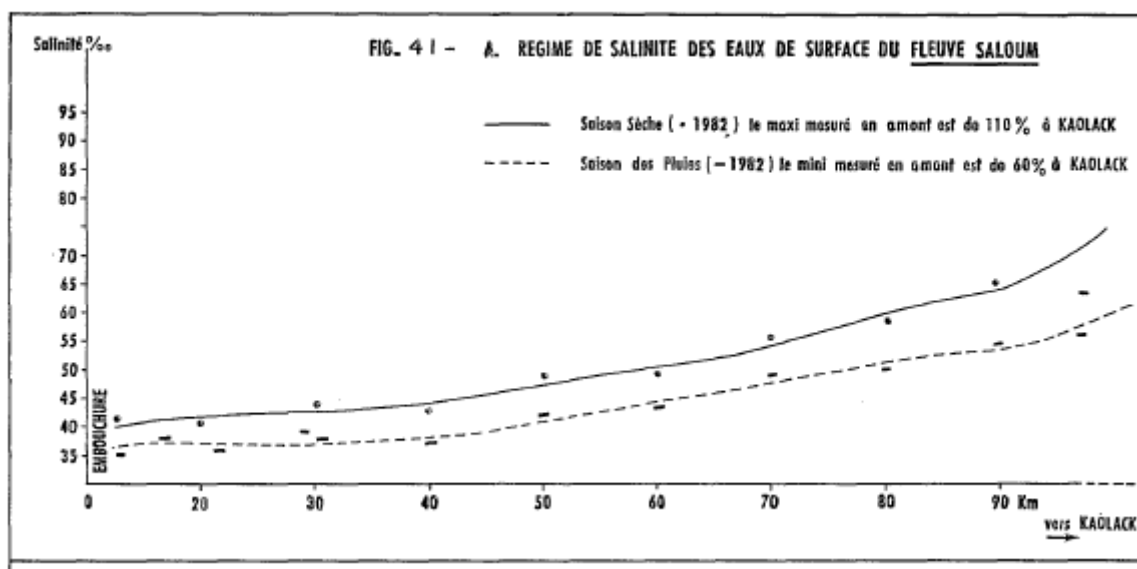


Figure 9 – Evolution de la salinité (en mg de sel par litre d'eau) en fonction de la distance à l'embouchure du fleuve Saloum (en kilomètres) en 1982. La ligne en trait plein représente les valeurs de salinité prélevées en saison sèche, tandis que celle en pointillés représente celles prises en saison des pluies (Diop, 1990).

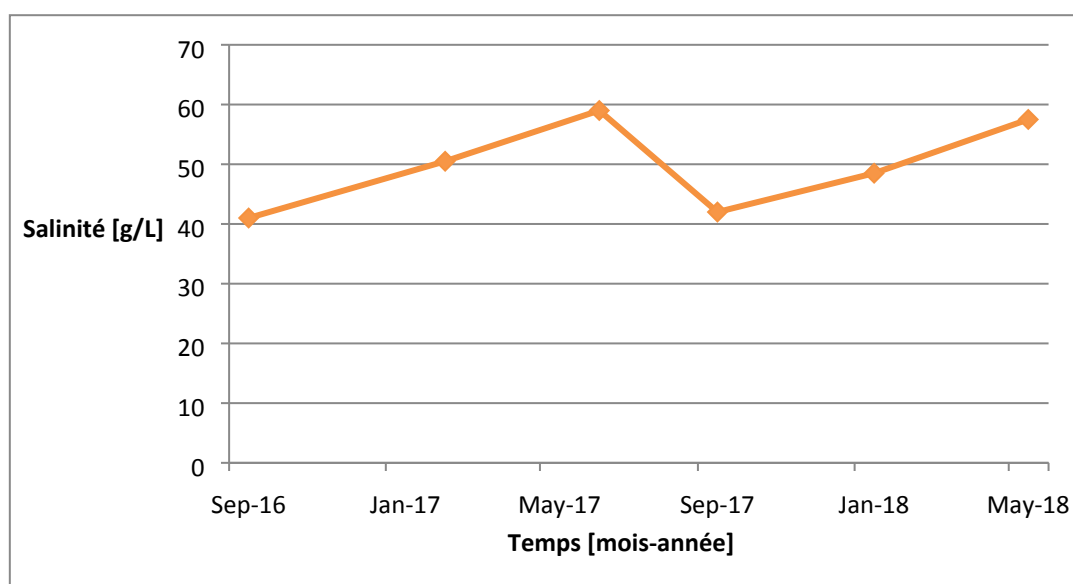


Figure 10 – Evolution de la salinité de l'eau du Saloum (en grammes par litre) au cours du temps entre 2016 et 2018 pour la ville de Foundiougne.. Ces données, mesurées à l'aide d'un réfractomètre, ont été fournies par Luc Descroix du laboratoire LMI PATEO (IRD, 2018).

Au sein de la Réserve de Biosphère, le relief est assez plat et agrémenté de pentes très faibles (Diop, 1990). Les mangroves du Delta du Saloum poussent sur des vases pyriteuses sableuses. En réponse aux périodes de grande sécheresse du milieu des années 1970, les sols de mangrove sont devenus des sols sulfatés acides suite à une salinisation et acidification brusques des terres. Cela a engendré la formation de tannes plus ou moins stériles en bord de mangrove ou dans des zones où poussaient auparavant des palétuviers (Cormier-Salem, 1999; Sow et al., n.d.).

Trois écosystèmes bien distincts sont présents au sein de la RBDS. Il s'agit de la mangrove, des tannes nus ou herbacées et de la savane arborée (Figure 11). La mangrove du Delta du

Saloum est majoritairement composée des trois espèces suivantes : *Avicennia africana*, *Rhizophora racemosa* et *Rhizophora mangle* L. (Lykke, 1994; Wilkie, 2005). On note également la présence de *Rhizophora harrisonii*, *Languncularia racemosa* et *Conocarpus erectus* (Lykke, 1994). Les plus grands arbres de l'espèce *Rhizophora racemosa* dépassent rarement les dix mètres à l'âge de 20 ans (Cormier-Salem, 1999). Le tableau 4 illustre les 6 espèces caractéristiques des mangroves d'Afrique de l'Ouest. Les espèces caractéristiques du plateau continental sont notamment *Adansonia digitata* (baobab), *Tamarindus indica* (tamarinier), *Acacia seyal*, *Boscia senegalensis*, etc. De plus y ont été implantées des espèces exotiques telles que *Eucalyptus camadulensis*, *Moringa olifera*, *Prosopis juliflora* ou encore *Azadirachta indica* (neem) (DAMCP, 2014).

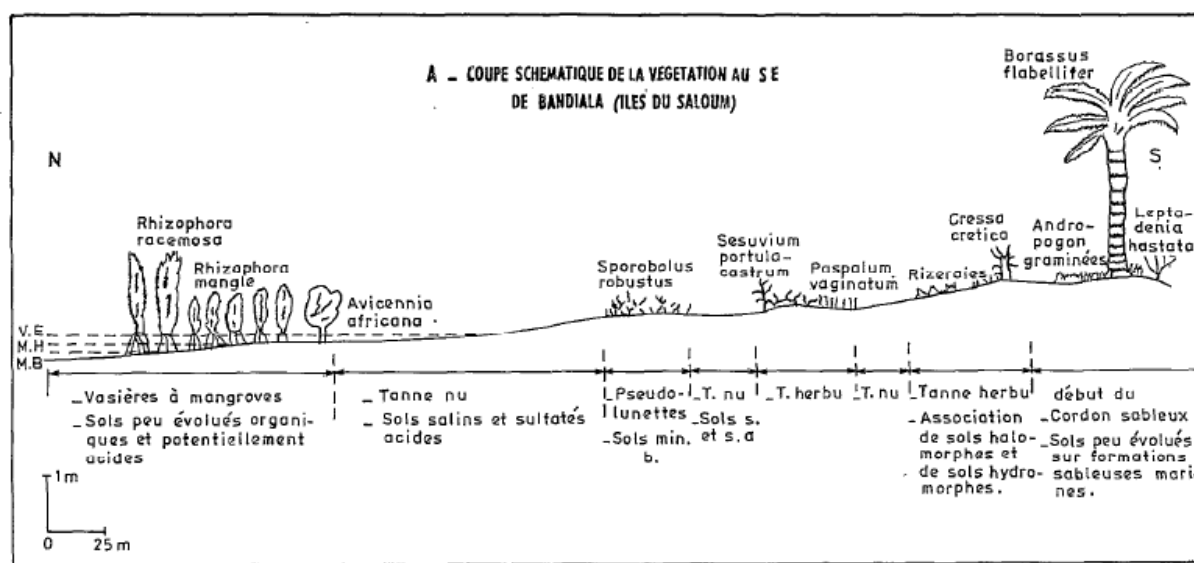
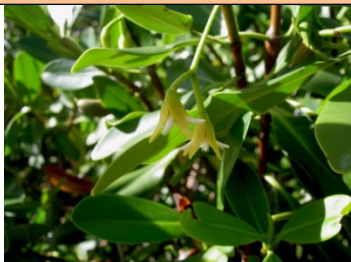


Figure 11 – Transect de végétation en fonction du sol allant du cours d'eau à la terre ferme (Sow, n.d.; Diop, 1990). De gauche à droite, on observe : les vasières à mangroves composées d'une fine bande de *Rhizophora racemosa* suivie d'une zone plus large de *Rhizophora mangle* et d'*Avicennia africana* ; le tanne vif sur lequel rien ne pousse ; le tanne herbacé agrémenté sur lequel on peut retrouver des rizières cultivées ; et finalement la zone terrestre composée d'un mélange d'espèces cultivées (*Cocos*, *Elaeis*) et spontanées (Sow, n.d.).

Tableau 4 – Espèces caractéristiques de la mangrove ouest africaine (Marius, 1985; Lykke, 1994). Les illustrations proviennent du site internet de l'interface biodiversité de l'IRD Sénégal (IRD, n.d.), excepté pour l'illustration de *Rhizophora harrisonii* (Ulf Mehlig, n.d.).

Famille	Nom scientifique	Illustration
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora racemosa</i>	
	<i>Rhizophora mangle</i>	
	<i>Rhizophora harrisonii</i>	
Verbenaceae	<i>Avicennia africana</i>	
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	
	<i>Conocarpus erectus</i>	

La faune de la Réserve de Biosphère est fort diversifiée. La diversité spécifique en poissons dans le Saloum est de 114 espèces (Cormier-Salem, 1999). Des poissons comme l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) et les tilapias (*Tilapia guineensis*, *Sarotherodon melanotheron*) sont fortement consommés dans la région (Cormier-Salem, 1999; DAMCP, 2014). Les fruits de mer les plus prélevés à des fins alimentaires sont l'huître (*Crassostrea gasar*), les arches (*Anadara senilis*) nommées *pagnes* en Sérère, les *toufas* (*Murex* sp., *Thais forbesi* et *Thais callifera*), et les *yets* (*Cymbium pepo*) (DAMCP, 2014; Bouchet, 1977). Les principaux crustacés présents dans la RBDS s'avèrent être des espèces de crabes (*Callinectes* sp, *Cardiosoma armatum* et *ucatangeri*) et de crevettes (*Penaeus notialis*, *Penaeus kerathurus*) (DAMCP, 2014). La RBDS également est une zone d'importance internationale de par son avifaune (Mat Dia, 2005). En effet, elle regroupe une centaine d'espèces d'oiseaux dont la sterne royale (*Thalasseus maximus*) pour laquelle la RBDS représente un site de reproduction très important (IUCN, 2011; Cormier-Salem, 1999). Du côté des mammifères, trois espèces de dauphins et une espèce de lamantin sont présentes dans la zone : respectivement *Sousa teuszii* (CR), *Delphinus delphis* (LC), *Delphinus capensis* (ND) et *Trichechus senegalensis* (VU)⁵ (DAMCP, 2014; IUCN, n.d.). La présence du singe callitriche (*Cercopithecus aethiops*) sur la terre ferme est également relevée (DAMCP, 2014).

2.1.2. Sélection des sites d'étude

Cette étude a été menée durant les mois de mars et avril 2018 dans 12 villages de la RBDS (Tableau 5), répartis entre villages « terrestres » ou « insulaires ». La zone terrestre est assimilée à un espace géographique continental dans lequel les villages sont directement accessibles par la route, alors que la zone insulaire représente un espace constitué d'îles uniquement accessibles en pirogue. Cette distinction a été réalisée car la mangrove de la zone terrestre apparaît *a priori* assez dégradée alors que la mangrove de la zone insulaire serait plus préservée, ce qui pourrait influencer à la fois l'activité de reboisement et la perception de la mangrove par les habitants. D'après constatations sur le terrain, la mangrove des deux zones diffère par sa superficie et la hauteur des palétuviers la composant. Celles-ci sont supérieures en zone insulaire.

Tableau 5 – Répartition des villages étudiés entre les zones terrestre et insulaire.

Type de zone	Zone terrestre (7)	Zone insulaire (5)
Nom des villages	- Bangalère - Félane - Mbélane - Pethie - Sadioga - Keur Farba - Mbam	- Sippo - Diogane - Siwo - Thialane - Bassoul

Un nombre relativement proche de villages a été choisi en zone insulaire (cinq) et en zone terrestre (sept) afin de comparer les deux zones lors des analyses. De plus, seuls des villages où des reboisements de mangrove ont eu lieu ont été visités. En outre, le village de Mbam a

⁵ CR : en danger critique d'extinction, VU : vulnérable, LC : moindre préoccupation, ND : pas assez de données (IUCN, n.d.)

été choisi pour les mesures de palétuviers sur base de la bonne maîtrise des localisations et années des différents sites reboisés par le volontaire forestier actuel de la zone.

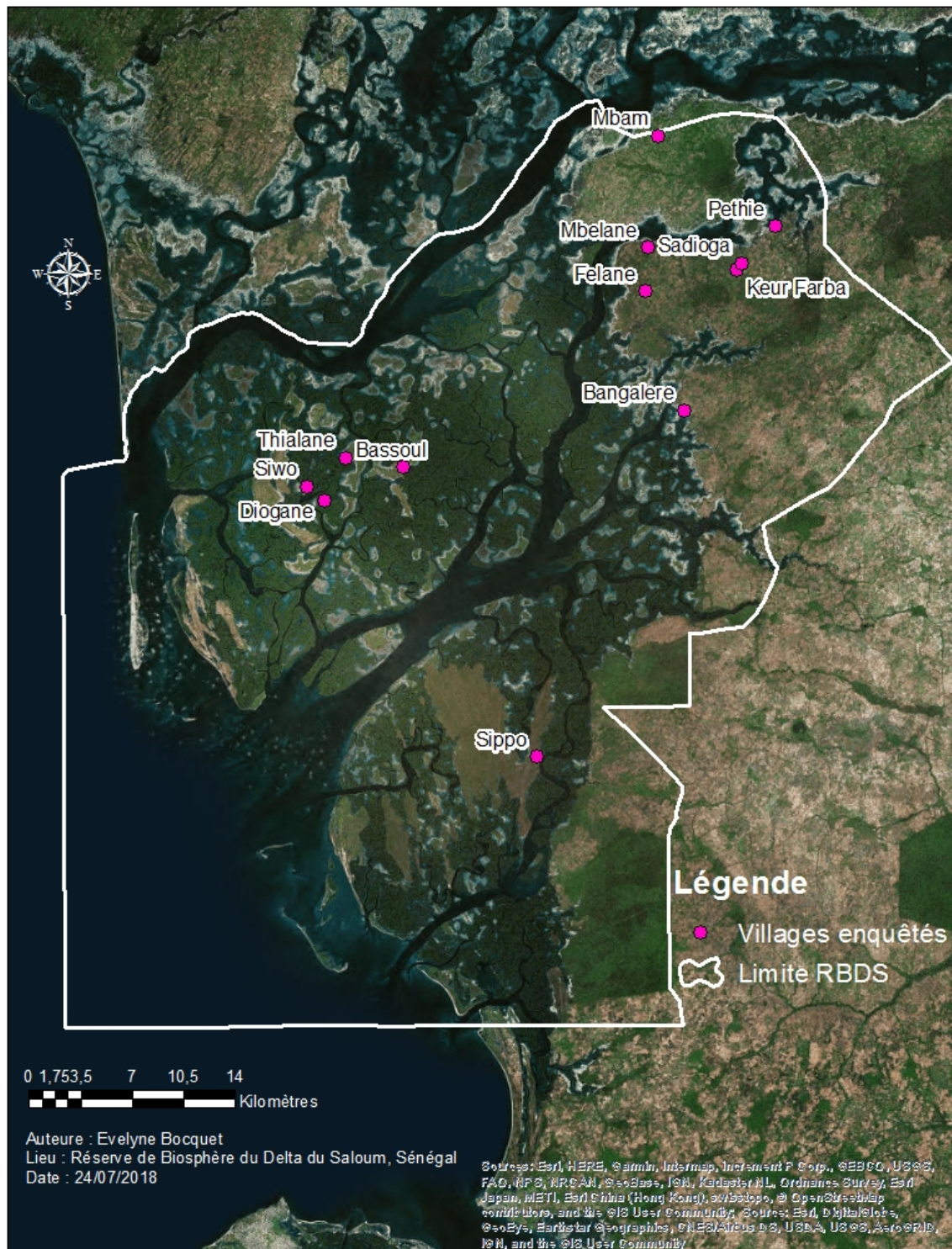


Figure 12 – Localisation des villages sélectionnés au sein de la RBDS, Sénégal. Chaque point représente un village, l'épais trait blanc constituant la limite de la RBDS. Le fond de carte a été extrait d'ArcGis Online.

2.2. Reboisements en *Rhizophora* spp. de Mbam

2.2.1. Choix des espèces étudiées

Les individus étudiés sont des palétuviers appartenant au genre *Rhizophora* spp., de la famille des Rhizophoraceae. Une de leurs caractéristiques majeures est la présence de racines échasses leur permettant une bonne stabilisation dans des sols marécageux. Les fleurs sont présentes en cymes pédonculées et les pétales sont entiers (Aubréville, 1959). Trois espèces de *Rhizophora* sont retrouvées dans la zone (*Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa* et *Rhizophora harrisonii*). Vu l'ignorance des provenances précises des propagules replantées, on peut considérer que les trois espèces sont susceptibles d'être présentes dans les reboisements.

2.2.2. Mise en place du dispositif expérimental

Cinq parcelles ont été choisies parmi les différents reboisements effectués de 1998 à nos jours dans le village de Mbam (Figure 13, Tableau 6). Le choix de ces parcelles est justifié par la connaissance précise de leur année de mise en place, leur superficie (supérieure à un hectare) ainsi que leur répartition au sein de la zone. La parcelle « Eaux et Forêts (Partie Ouest) » est particulièrement intéressante du point de vue du sol car le sol a un aspect rougeâtre et dur à certains endroits de la parcelle et est boueux dans d'autres, laissant supposer des différences dans sa composition.

Tableau 6 – Sélection des parcelles à échantillonner. L'identifiant de la parcelle, le nom du reboisement, l'année de plantation, l'âge des plants, la superficie de la zone reboisée et la densité de plants au moment des reboisements y sont renseignés.

Identifiant de la parcelle	Nom du reboisement	Année de plantation	Âge des plants [ans]	Superficie [ha]	Densité initiale [Nha]
A	WAAME	1998	20	2,39	5000
B	Projet Mangrove	2003	15	1,99	5000
C	Eaux et Forêts (Partie Est)	2011	7	1,61	10 000
D	Eaux et Forêts (Partie Ouest)	2011	7	2,02	10 000
E	Wetlands	2013	5	1,66	10 000

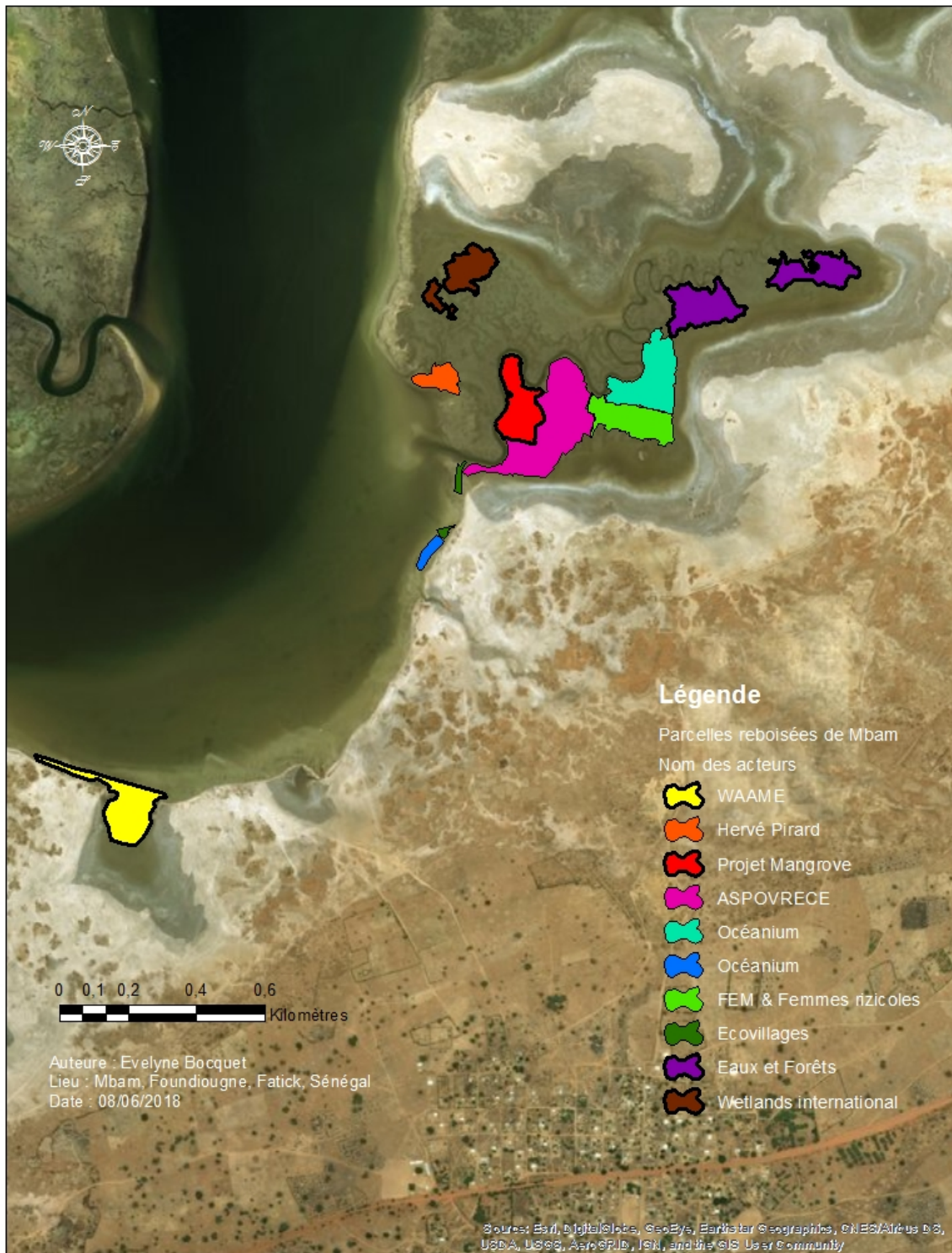


Figure 13 – Localisation des différentes parcelles à échantillonner (trait épais noir) dans les reboisements du village de Mbam, Sénégal

Un échantillonnage de type systématique a été réalisé. Des transects ont été positionnés perpendiculairement à la direction générale du bolong⁶ le plus proche, la distance au bolong constituant un gradient d'hétérogénéité. En effet, plus les plants sont éloignés du bolong, moins ils sont inondés longtemps lors des marées et moins ils sont impactés par la salinité de l'eau (Figure 14). Sur chaque transect, les placettes sont distantes de 50 mètres. Les transects sont parallèles entre eux et également distants de 50 mètres. Afin de pouvoir réaliser une synthèse par parcelle des données collectées, six placettes circulaires de trois mètres de rayon sont réalisées, pour un total de deux à trois placettes par transect en fonction de la longueur de celui-ci. Les coordonnées de chaque placette ont été enregistrées à l'aide d'un GPS, au centre de la couronne du palétuvier central de la placette.

Dans chaque placette, le premier arbre mesuré était l'arbre central, suivi de l'arbre de plus proche du centre et le plus au nord. Les mesures étaient ensuite réalisées en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, les arbres les plus proches du centre étant mesurés avant les plus éloignés.

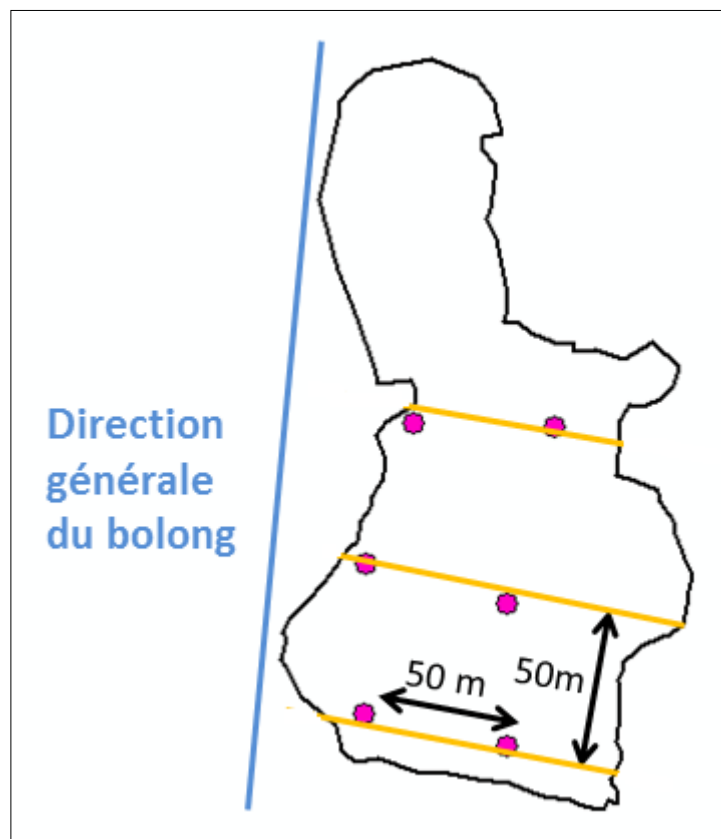


Figure 14 – illustration du dispositif expérimental : exemple de la parcelle du Projet Mangrove (délimitée par la ligne noire). Les transects (lignes oranges) sont perpendiculaires à la direction générale du bolong principal (ligne bleue). Ils sont parallèles entre eux et espacés de 50 mètres chacun. Il en va de même pour les placettes (points roses).

A la demande d'ADG, les placettes des reboisements « WAAME » et « Projet Mangrove » ont été matérialisées dans le but de réaliser des mesures de diamètres dans le futur afin

⁶ Bolong : se dit du bras de mer ramifiant l'estuaire d'un fleuve au Sénégal ou en Gambie. Le niveau de l'eau y fluctue selon les marées de l'océan

d'évaluer l'accroissement en diamètre et hauteur des arbres au cours du temps. Seules ces parcelles ont été considérées car la hauteur de mesure du diamètre était supérieure au niveau de l'eau sur le tronc à marée haute, ce qui a permis à la peinture de sécher et de ne pas s'altérer trop rapidement.

Le niveau de mesure du diamètre a été tracé à la peinture rouge, et les arbres numérotés. L'arbre central de la placette est matérialisé avec un morceau de plastique de couleur verte ou rouge accroché à sa tige principale (Figure 15).



Figure 15 – illustration de la matérialisation des placettes permanentes dans les reboisements en *Rhizophora* spp. de Mbam. Le niveau de mesure du diamètre sur la tige principale est renseigné par un trait rouge, le numéro de l'arbre (n°3) est peint sur le tronc en rouge.

2.2.3. Collecte des données

Vu l'impact supposé de la salinité sur la survie et la croissance des palétuviers, la salinité moyenne du bolong principal de chaque parcelle a été déterminée via trois mesures de conductivité à l'aide d'un conductimètre⁷ WTW LF 323 et d'une sonde Tétracon 325.

De plus, dans chaque placette, un échantillon composite de sol constitué de trois poignées de sol prises à trois endroits différents de la placette a été réalisé afin d'en déterminer la granulométrie (% sable, %limons, % argiles), la matière organique, la conductivité et le pH. Les échantillons ont été conditionnés dans des sachets « zip » puis séchés à l'air libre avant analyse. Ils ont été confiés pour analyse à Monsieur Thomas Drouet du laboratoire d'écologie végétale et de biogéochimie de l'Université Libre de Bruxelles.

⁷ Cet appareil présente une précision de 0,1mS/cm pour des mesures comprises entre 0 et 200 mS/cm. Il a été étalonné avant mesure à l'aide d'une solution de KCl 0,01 Molaire.

Par ailleurs, les densités initiales des reboisements ont été estimées via la mesure des distances entre les arbres. Les écarts entre 10 plants sur pied ont été mesurés sur une ligne et entre les arbres des lignes voisines. L'écartement initial a ainsi pu être retrouvé et la densité de départ établie.

Différentes mesures ont été réalisées sur chaque arbre de la parcelle. Elles sont résumées dans le tableau 7. Ces données ont été collectées manuellement sur des fiches de terrain (Annexe 1) et encodées par la suite dans un document Excel.

Concernant le diamètre, il est conseillé pour les arbres matures présentant des racines échasses de mesurer celui-ci 30 centimètres au-dessus de l'insertion du rhizophore le plus haut sur la tige principale (Dahdouh-Guebas et al., 2006; Kauffman et al., 2012; Suhardiman et al., 2016; Ndema et al., 2015; Phillips et al., 2006). Etant donné qu'il s'agit de jeunes reboisements, un seuil de mesure de 10 centimètres au-dessus de cette hauteur a été choisi (Figure 16).

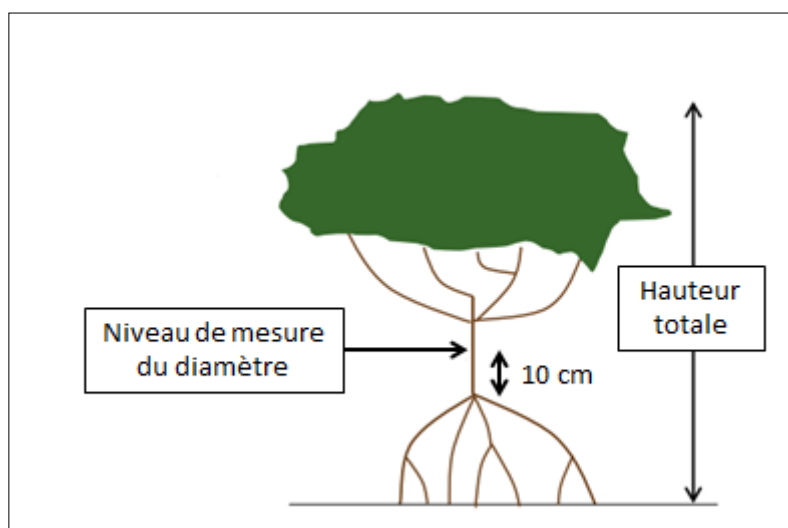


Figure 16 – Illustration de la manière de réaliser les mesures de hauteur et de diamètre sur un plant de *Rhizophora* spp. Cette illustration provient d'un schéma produit par le CIFOR et adapté à notre cas (Kauffman, 2012)

Tableau 7 – Définition des mesures réalisées sur les palétuviers.

Nom du facteur	Définition
Num_parcelle	Numéro de la parcelle
Num_placette	Numéro de la placette
Num_arbre	Numéro d'arbre de la placette
Statut	Statut de l'arbre : plant reboisé, régénération naturelle, relique de mangrove ancienne
Htot	Hauteur totale [cm] du sol à la plus haute tige (Figure 16), mesurée avec un mètre ruban
H_rhizoph	Hauteur d'attachement de la plus haute rhizophore à la tige principale (cm), mesurée au mètre ruban
Diam_10	Diamètre à 10 cm au-dessus de l'insertion de la plus haute racine échasse sur la tige principale (Figure 16). S'il y a absence de rhizophore, le diamètre est mesuré à 10 cm en partant du sol. Le diamètre est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse [mm].

Tableau 7 – Suite du tableau page 24.

Nom du facteur	Définition
Prés_cocons	Présence de cocons et abondance selon ces classes : <1% ; 1-5% ; 5-25% ; 25-50% ; 50-75% ; 75-100%.
Prés_huîtres	Présence d’huîtres et abondance selon ces classes : <1% ; 1-5% ; 5-25% ; 25-50% ; 50-75% ; 75-100%.
Prés_rac_Avi	Présence de pneumatophores d’ <i>Avicennia</i> et abondance selon ces classes : <1% ; 1-5% ; 5-25% ; 25-50% ; 50-75% ; 75-100%. La présence d’un <i>Avicennia</i> dans la placette est rapportée dans la colonne observations (pas de mesure).
Prés_feuilles	Pourcentage de la couronne pourvue de feuilles selon ces classes : <1% ; 1-5% ; 5-25% ; 25-50% ; 50-75% ; 75-100%.
Etat_sanit	État sanitaire de l’arbre : cassé, sain, atteint ⁸ , mort sur pied ou souche morte
Prés_propag	Présence de propagules (notée en observation car « hors saison »).

2.2.4. Analyse des données

L’analyse des données a été réalisée à l’aide du logiciel R (version 0.99.903).

2.2.4.1. Survie et mortalité

Sur base de la densité initiale de plantation, le nombre de plants présents de manière initiale a été estimé au sein d’une placette. Le nombre de plants morts équivaut au nombre de propagules initialement plantées dont on a retranché le nombre de plants vivants.

La survie (en %) et la mortalité annuelle (en % par an) de chaque placette ont été calculées via les formules suivantes :

$$\text{Taux de survie} = \frac{\text{Nombre de plants vivants lors du relevé}}{\text{Nombre initial de plants}} * 100$$

$$\text{Mortalité annuelle} = \frac{(100 - \text{taux de survie})}{\text{âge du peuplement}}$$

L’âge du peuplement y est renseigné en années.

Après vérification du respect des conditions d’application, une ANOVA a été réalisée. Si les différences entre les parcelles en termes de mortalité sont significatives (p-valeur de l’ANOVA <0,05), le test de Tukey est appliqué. Il s’agit d’un test de comparaison des moyennes qui permettra de déterminer les similitudes et les différences entre les parcelles en termes de mortalité annuelle.

2.2.4.2. Croissance en hauteur et en diamètre

Les accroissements annuels moyens en hauteur (en centimètres par an) et en diamètre (en millimètres par an) ont été déterminés pour chaque arbre. L’âge du peuplement y est renseigné en années. La taille initiale des propagules n’a donc pas été considérée (elle est en

⁸ Atteint : au moins la moitié de l’arbre présente des signes de mortalité (tiges cassantes et perte de feuilles)

moyenne de 10 cm) et l'accroissement a été estimé linéaire car les peuplements sont encore jeunes.

$$\text{Accroissement annuel moyen en hauteur} = \frac{\text{hauteur de l'arbre}}{\text{\AA ge du peuplement}}$$

$$\text{Accroissement annuel moyen en diamètre} = \frac{\text{diamètre de l'arbre}}{\text{\AA ge du peuplement}}$$

De même que pour la mortalité, les conditions d'application ont été vérifiées et suivies d'une ANOVA. Dans le but de déterminer si des différences significatives entre les parcelles existent concernant la croissance en hauteur et en diamètre. Le test de Tukey a été réalisé par après afin de déterminer les similitudes et les différences entre les parcelles en termes d'accroissements moyens annuels en hauteur et en diamètre.

2.2.4.3. Paramètres environnementaux et biologiques

Les moyennes et écarts-types des valeurs des différents paramètres concernant le sol, l'eau et les abondances de racines d'*Avicennia* et de cocons ont été calculés par parcelle. Après vérification des conditions d'application, une ANOVA a été réalisée, suivie d'un test de Tukey lorsque la p-valeur de celle-ci était significative ($p < 0,05$). Le test de non-paramétrique de Kruskal-Wallis a été réalisé lors du non respect des conditions d'application.

2.2.4.4. Modélisation

Avant de tester différents modèles, la corrélation de toutes les données environnementales entre elles a été testée afin de sélectionner les différentes variables à incorporer dans les modèles. La corrélation des données de hauteur, de diamètre et de hauteur de rhizophore a également été testée. Seules les corrélations de +/- 0,8 ou proches ont été retenues.

Les variables corrélées ne seront pas intégrées simultanément dans un modèle. Divers modèles contenant chacun une des variables corrélées et les autres variables seront produits en parallèle afin d'éviter la colinéarité. Les variables sont sélectionnées sur base de la procédure stepwise qui consiste à intégrer toutes les variables dans le modèle et à progressivement exclure les moins significatives jusqu'à obtenir un modèle contenant des variables significativement explicatives.

Une régression logistique a été réalisée pour prédire la mortalité en fonction des différentes variables retenues. Ce type de régression est utilisé lorsque la variable à expliquer est de type binaire. En effet, dans ce cas-ci un plant peut être soit mort, soit vivant. La fonction glm (*generalized linear model*) du logiciel R a été utilisée à cette fin en y spécifiant que la famille est binomiale.

L'influence des différents facteurs sur la croissance en hauteur et la croissance en diamètre des plants a été étudiée via la création de modèles sur base de régressions linéaires multiples à l'aide de la fonction lm (*linear model*) du logiciel R. La régression linéaire permet d'expliquer une variable en fonction d'autres variables et de déterminer le poids de chaque

variable sur la variable à expliquer. Ceci a donc permis de retenir un modèle prédisant la croissance en hauteur et en diamètre des plants en fonction de différentes variables environnementales et biologiques.

Les conditions d'application des différents modèles ont été vérifiées de manière graphique.

2.3. Perception et appropriation de la mangrove et ses reboisements par la population du Delta du Saloum

2.3.1. Population étudiée

Le Département de Foundiougne compte 279 437 habitants. Sa population est relativement jeune (les jeunes de moins de 25 ans représentent 67% de la population du département) selon RGPHAE,2013 in République du Sénégal, (2016). Ceci se traduit par une pyramide des âges présentant une base très large (Figure 17).

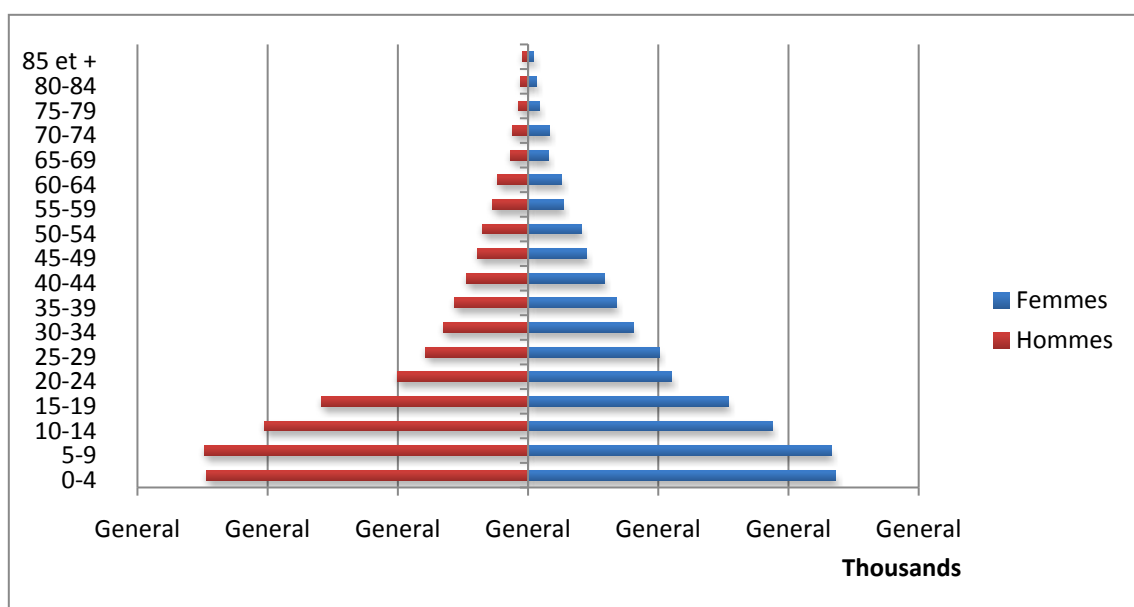


Figure 17 – Pyramide des âges de la population du département de Foundiougne en 2013. Les individus sont répartis par sexe et par âge (d'après RGPHAE,2013 in République du Sénégal, 2016).

Les Sérères (45% de la population) constituent l'ethnie majoritaire de la zone. Ils sont suivis par les Wolofs (30%), les Socés (10%), les Peuhls (10%), les Madingues, les Toucouleurs et les Diolas (représentant 5% de la population) (République du Sénégal, 2016). La religion majoritairement pratiquée est l'Islam, avec présence de restes de croyances animistes (Cisse, 2004).

La vie économique est dominée par les activités informelles. L'agriculture de subsistance y est pratiquée par 90% de la population. Aux côtés de cette activité, on note la présence de l'élevage extensif, de la pêche, de la récolte de mollusques, du tourisme, du commerce, de l'artisanat, etc (République du Sénégal, 2016). Il n'est pas rare que plusieurs professions soient exercées par une même personne.

2.3.2. Échantillonnage au sein des villages

L'unité d'échantillonnage dans ce travail est l'individu. Au sein de chaque village visité, 10 personnes ont été interrogées. Le chef de village (ou son représentant) ainsi que le responsable des reboisements de mangrove de la zone étaient systématiquement sélectionnés. De plus, huit autres personnes étaient interrogées de manière aléatoire. Ceci a été réalisé de manière à bien cerner le contexte des reboisements et l'avis des responsables, ainsi qu'à cerner l'avis global de la population.

Afin de permettre une bonne communication et collaboration des autorités locales, le point focal des projets de reboisements de mangrove ou le chef de village était contacté par téléphone et prévenu de notre arrivée au sein du village. Le but précis de notre venue lui était expliqué une fois sur place. L'aide d'un habitant du village (la personne contactée ou une autre personne désignée) a été nécessaire pour nous guider et faciliter les différents échanges. Les questionnaires étaient administrés individuellement et commençaient tous par la présentation de notre équipe et celle de l'enquête en langue locale (sérère ou wolof). Chaque question était ensuite posée en français et traduite à l'enquêté. Le traducteur retraduisait la réponse en retour (Figure 18). À la fin des séances de questionnaires dans un village, les reboisements de mangrove étaient visités en compagnie du responsable des reboisements.



Figure 18 – Réalisation de questionnaires sur le terrain. De gauche à droite : l'enquêteur, le traducteur et l'enquêté. Village de Siwo (Sénégal). © Sandrine Van den Bossche.

2.3.3. Collecte des données

Un questionnaire (Annexe 2) a été établi et administré de la même manière à chaque personne, ce qui a permis de recueillir des informations comparables. Le questionnaire comportait trois parties (informations personnelles sur l'enquêté, utilisation de la mangrove et perception des reboisements en *Rhizophora* spp.). Les questions étaient posées dans deux buts : d'une part, cerner le contexte général dans lequel les reboisements de mangrove sont réalisés, et d'autre part collecter des données pour différentes variables permettant d'apporter une réponse aux questions de recherche. En fonction de la langue employée (français ou sérère), l'administration d'un questionnaire durait entre 30 et 60 minutes. Chaque questionnaire comportait un identifiant unique et était rempli en français. Les

réponses étaient encodées et mises en forme au retour du terrain à l'aide du logiciel Excel. Il en est sorti un jeu de données possédant des variables quantitatives et qualitatives.

2.3.4. Analyse des données

L'ensemble des informations recueillies ont été encodées et ordonnées dans le logiciel Excel de la suite bureautique Microsoft puis elles ont été chargées dans le logiciel R.

Une description globale de la population échantillonnée a été réalisée dans un premier temps, via, entre autres, la description du nombre de personnes enquêtées, des âges moyens globaux et par zone, du pourcentage de la population réalisant les activités principales recueillies ainsi que du pourcentage de personnes récoltant différents produits au sein de la mangrove.

2.3.4.1. Analyse en composantes principales

L'analyse des données a été réalisée grâce à la fonction PCA (analyse en composantes principales, *principal component analysis*) du logiciel R (package FactoMineR). Elle a permis le traitement des données en lien avec l'objectif spécifique 2 et a été choisie car elle permet de visualiser clairement des résultats et rend ainsi l'interprétation relativement aisée de ceux-ci. Elle n'explique toutefois pas l'entièreté de la variance du jeu de données.

Le principe de l'ACP est de synthétiser la variance totale du jeu de données en identifiant les directions dans lesquelles les données varient le plus (de plus grande variance) ; ces directions sont nommées *composantes principales*. Celles-ci consistent en une combinaison linéaire des variables d'origine permettant l'identification des relations entre les variables et donc d'identifier des schémas potentiels au sein des données (Peres-Neto et al., 2005). Dans cette analyse, les composantes principales de plus grande variance sont considérées comme les plus importantes et les variables corrélées avec les deux premières composantes principales sont supposées expliquer la plus grande part de la variabilité du jeu de données (STHDA, 2017). Cependant, déterminer si un axe donné résume ou non une variation significative s'avère flou dans de nombreux cas. Le problème se pose quand on ne conserve pas le bon nombre de composantes principales, car à ce moment-là, soit on perd des informations pertinentes (sous-estimation), soit on ajoute du bruit (surestimation). Différentes méthodes existent au sein de la littérature afin de choisir les composantes à maintenir. Ce choix relève d'un compromis entre une bonne synthèse de l'information contenue dans le jeu de données (augmentant le nombre d'axes) et une facilité d'interprétation (diminuant le nombre d'axes) (Peres-Neto, 2005; Hervé, 2016). Dans notre cas, les axes expliquant de manière cumulée 70% de la variance initiale du jeu de données seront conservés dans la mesure où ils apportent une aide quant à l'interprétation des résultats sous l'angle qui nous intéresse. Par exemple, dans la recherche du profil des personnes qui participent ou non aux reboisements de mangrove, les relations des autres variables avec la variable « Participation » sont considérées comme prépondérantes, bien que les autres puissent également s'avérer intéressantes.

Les variables peuvent être représentées au moyen de cercles de corrélations permettant d'interpréter les relations des variables entre elles (STHDA, 2017; Hervé, 2016). Lors de la lecture d'un cercle de corrélations, il faut faire attention à plusieurs choses (STHDA, 2017; Hervé, 2016) :

- ✚ Longueur de la flèche : plus une flèche est longue, mieux l'information de la variable est synthétisée par les deux axes de l'ACP.
- ✚ L'angle entre deux flèches ou l'angle entre une flèche et un axe : l'angle indique la nature de la corrélation (relation) entre deux éléments (angle aigu : corrélation positive ; angle obtus : corrélation négative ; angle droit : absence de corrélation entre les deux éléments considérés).

Cette analyse doit être réalisée sur des données quantitatives (Legendre et al., 1998). Les données collectées étant majoritairement qualitatives, elles ont été encodées sous forme binaire, ce qui permet de les assimiler à des variables quantitatives lors de l'analyse. De plus, une standardisation des données a été réalisée via la fonction PCA afin de leur donner le même poids dans l'analyse (Hervé, 2016).

Les variables intégrées dans les ACP sont reprises dans le tableau 8.

Tableau 8 – Variables étudiées dans les ACP. La correspondance entre les variables qualitatives et quantitatives est renseignée, de même que la signification des codes utilisés « 0 » et « 1 ».

Variable quantitative		Valeur encodée	
Âge		Valeur de l'âge (en années)	
Variables qualitatives	Nom des variables quantitatives correspondantes	Signification du code « 0 »	Signification du code « 1 »
Ethnie	Ethnie	Non (est d'une autre ethnie que Sérère : Madingue, Bambara, Diola, Toucouleur, Wolof, Socé)	Oui (est Sérère)
Responsabilité	Rôle	Non, n'a pas de responsabilités fortes au sein du village ou par rapport à la mangrove.	Oui (est responsable dans le village : chef de village, représentant du chef ou chef de quartier et/ou responsable par rapport à la mangrove : responsable de groupement d'intérêt économique, volontaire forestier, responsable du comité de reboisement, membre du comité de surveillance de la mangrove).
Genre de l'individu	Sexe	est un homme	est une femme
Implication dans les reboisements	Participation	Non (ne reboise pas la mangrove)	Oui (participe aux reboisements de mangrove)
Lieu de vie	Zone terrestre	Non (n'habite pas en zone terrestre)	Oui (habite dans l'un des villages suivants : Félane, Mbélane, Bangalère, Pethie, Sadioga, Keur Farba ou Mbam)
	Zone insulaire	Non (n'habite pas en zone insulaire)	Oui (habite dans l'un des villages suivants : Sippo, Diogane, Siwo, Thialane ou Bassoul)

Tableau 8 – suite du tableau page 30.

Variables qualitatives	Nom des variables quantitatives correspondantes	Signification du code « 0 »	Signification du code « 1 »
Réalisation d'activités principales hors de la mangrove	Hors mangrove	Non (ne réalise pas d'activités principales hors de la mangrove)	Oui (réalise au moins une activité principale hors de la mangrove telle que l'agriculture, l'élevage, le commerce, ...)
Réalisation d'activités principales dans la mangrove	Mangrove	Non (ne pratique pas d'activités principales au sein de la mangrove)	Oui (réalise au moins une activité principale au sein de la mangrove telle que la pêche, la collecte et la transformation des huîtres, la collecte et la transformation des autres fruits de mer et/ou le fumage du poisson).
Activités de récolte au sein de la mangrove	Récolte	Non (ne prélève pas de produits dans la mangrove)	Oui (prélève au moins un produit dans la mangrove parmi les suivants : bois, poisson, produits médicinaux, huîtres, autres fruits de mer, miel).
Activité d'agriculture	Agriculture	Non (ne pratique pas l'agriculture)	Oui (pratique l'agriculture)
Activité de commerce	Commerce	Non (ne pratique pas le commerce)	Oui (pratique le commerce)
Activité de pêche	Pêche	Non (ne pêche pas)	Oui (pratique la pêche)
Activité de récolte des huîtres	Huîtres	Non (ne récolte pas d'huîtres)	Oui (récolte des huîtres).
Activité de récolte des autres fruits de mer	Mollusques	Non (ne récolte pas d'autres fruits de mer)	Oui (récolte au moins un des fruits de mer suivants : « pagnes », « toufas », « yets »).
Activité de récolte du bois de mangrove	Bois	Non (ne récolte pas de bois)	Oui (récolte du bois)
Type de bois de mangrove récolté	Bois mort	Non (ne récolte pas le bois mort)	Oui (récolte le bois mort)
	Bois vert	Non (ne récolte pas le bois vert)	Oui (récolte le bois vert)

3. Résultats

3.1. Reboisements en *Rhizophora* spp. de Mbam

3.1.1. Description globale du jeu de données

Le jeu de données comprend 275 palétuviers vivants et 397 palétuviers morts sur pied ou absents (valeur estimée sur base des densités de plantation). La figure 19 illustre la répartition des hauteurs totales et des diamètres des individus vivants. Les classes de hauteurs les plus représentées au sein du jeu de données sont celle de 50 à 100 centimètres de haut. Concernant les diamètres, il s'agit de la classe 10-15 millimètres. La hauteur moyenne est de 97,35 +/- 59,30 (écart-type) centimètres et le diamètre moyen de 17,15 +/- 6,03 (écart-type) millimètres.

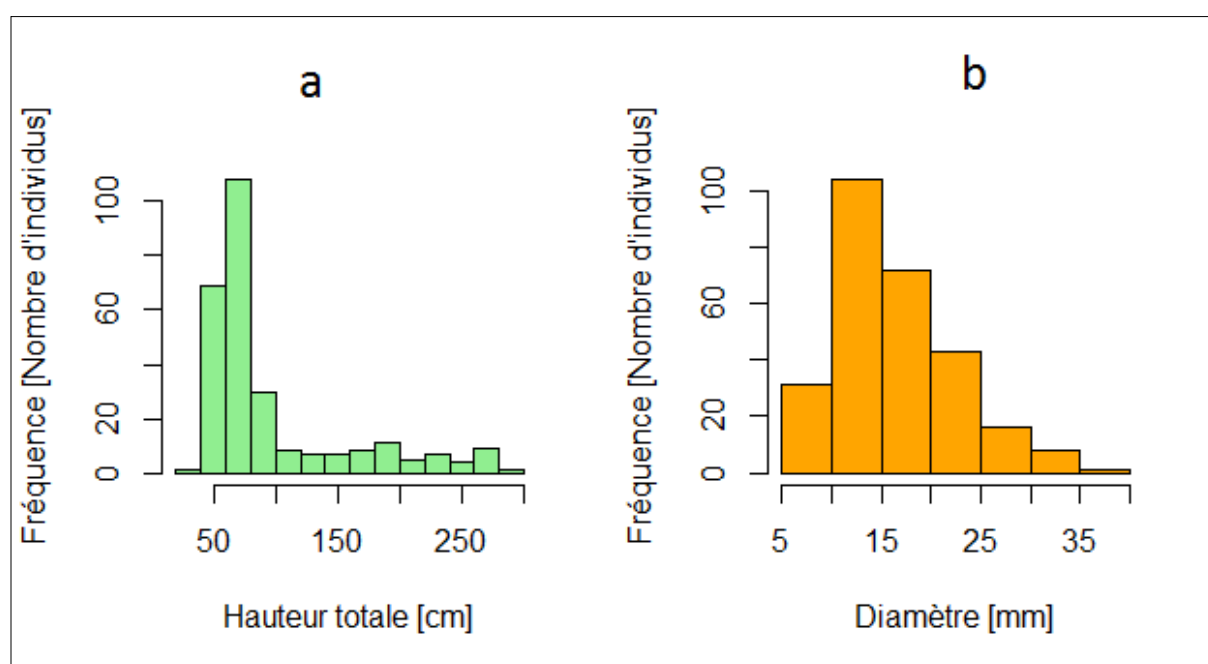


Figure 19 – Répartition des individus en classes de hauteur (a) et de diamètres (b) pour l'ensemble du jeu de données, toutes parcelles confondues.

La figure 20 décrit la répartition des hauteurs totales, diamètres, hauteurs dominantes⁹ et densités au sein de chaque parcelle à l'aide de boxplots. Bien que les parcelles soient d'âges différents, une ANOVA a été réalisée afin de statuer sur la significativité des différences observées. Celles-ci sont très hautement significatives ($p < 0,001$) dans tous les cas (Figure 20).

La hauteur totale moyenne varie de 50 à 225 centimètres en fonction des parcelles. Les plants de *Rhizophora* sont plus grands dans les parcelles plus âgées (1998 et 2003) que dans les parcelles plus jeunes (2011 et 2013) (Figure 20a). De plus, la variabilité de la hauteur augmente avec l'âge des plants. Les plants plus jeunes ont une hauteur qui varie peu

⁹ La hauteur dominante est définie comme la moyenne des hauteurs des trois plus grands arbres d'une placette.

(parcelles C, D et E), alors que la hauteur varie fort dans les parcelles plus anciennes A et B. On peut également remarquer que la hauteur moyenne des plants de la parcelle E est plus élevée que celle des parcelles C et D alors qu'elle est deux ans plus jeune. Toutefois, le test de Tukey classe les parcelles C, D et E dans un même groupe. Les parcelles A et B sont différentes entre elles et différentes des trois plus jeunes parcelles du point de vue de la hauteur.

Selon les parcelles, le diamètre moyen des tiges principales varie entre 15 et 25 millimètres. Ce diamètre varie plus fortement dans les parcelles A et B que dans les parcelles C, D et E (Figure 20b). Les diamètres moyens des trois plus jeunes parcelles sont significativement plus élevés que ceux de la parcelle B. La parcelle A présente un diamètre moyen significativement plus grand que celui des autres parcelles.

En termes de hauteur dominante (Figure 20c), les parcelles C et D sont similaires, toutes les autres parcelles étant significativement différentes entre elles. La hauteur dominante moyenne vaut de 50 à 250 cm.

La figure 20d présente les densités exprimées en nombre de pieds par hectare pour les différentes parcelles. Elles varient de 3000 à 9000 pieds par hectare. Les densités les plus grandes sont retrouvées dans les jeunes parcelles D et E. La densité de la plus vieille parcelle (parcelle A) est la plus faible. Le test de Tukey groupe les parcelles A, B et C et les parcelles D et E.

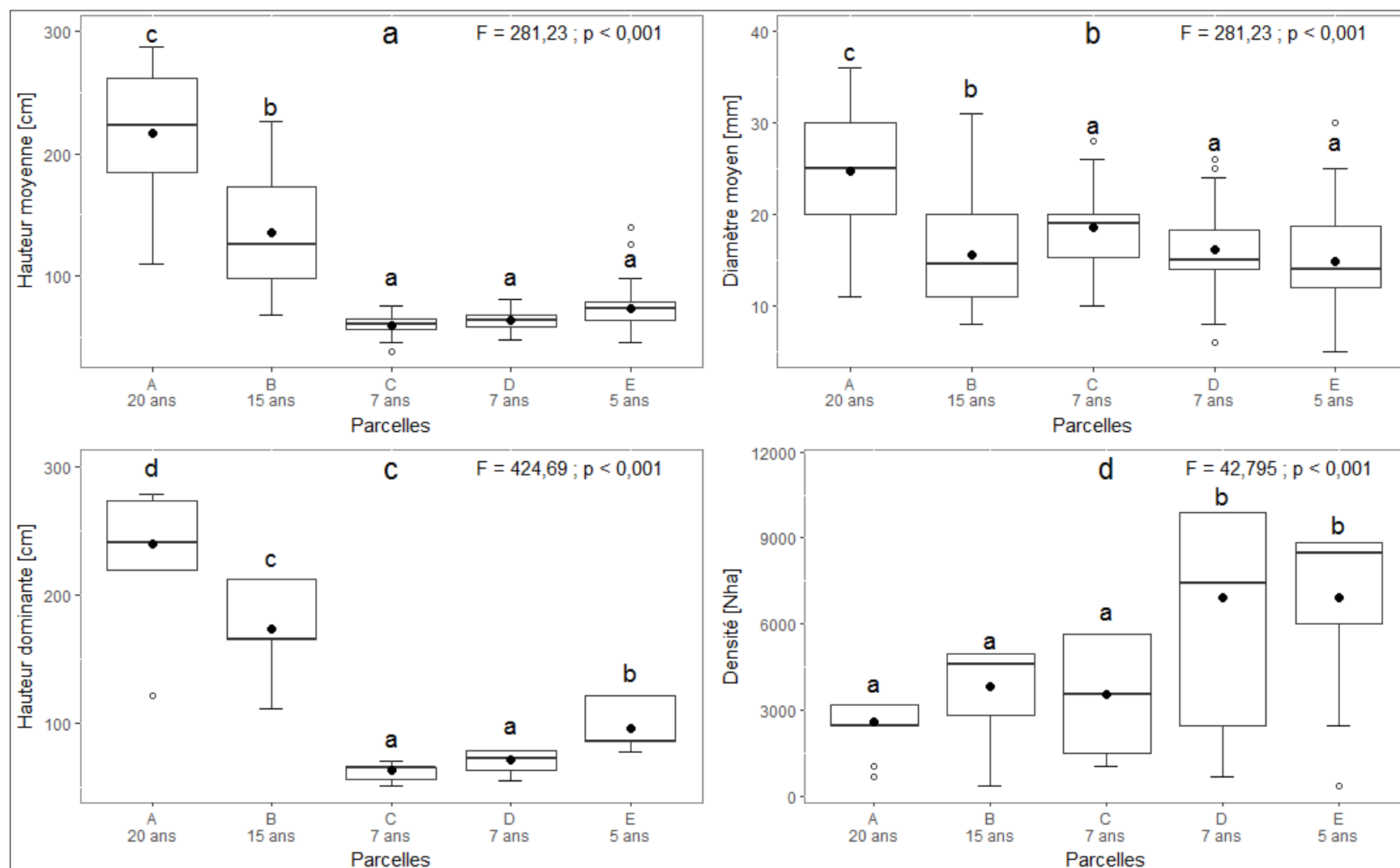


Figure 20 – Répartition de la hauteur totale (a), des diamètres (b), de la hauteur dominante (c), et des densités (d) par parcelle. Les parcelles sont renseignées en abscisse et sont classées de la plus ancienne à la plus jeune : A = WAAME,1998 ; B = Projet Mangrove, 2003 ; C = Eaux et Forêts (partie Est), 2011 ; D = Eaux et Forêts (partie Ouest), 2011 ; E = Wetlands,2013. Les F-valeur et p-valeur de l'ANOVA sont renseignées dans le coin supérieur gauche des graphiques. Les lettres au-dessus des boxplots représentent les groupes obtenus via le test de Tukey. Le point au sein de chaque boxplot représente la moyenne, la ligne étant la médiane.

3.1.2. Mortalité

Selon la figure 21, la mortalité annuelle moyenne varie de 1,54% à 9,2 % par an en fonction des parcelles. La mortalité moyenne diffère significativement entre parcelles ($F = 30,062$, $p < 0,001$). Le test de Tukey permet de regrouper les parcelles comme suit : les parcelles A et B ainsi que A et D sont significativement similaires. Les parcelles C et E sont significativement différentes.

Les mortalités annuelles moyennes calculées par parcelles sont reprises dans l'annexe 3.

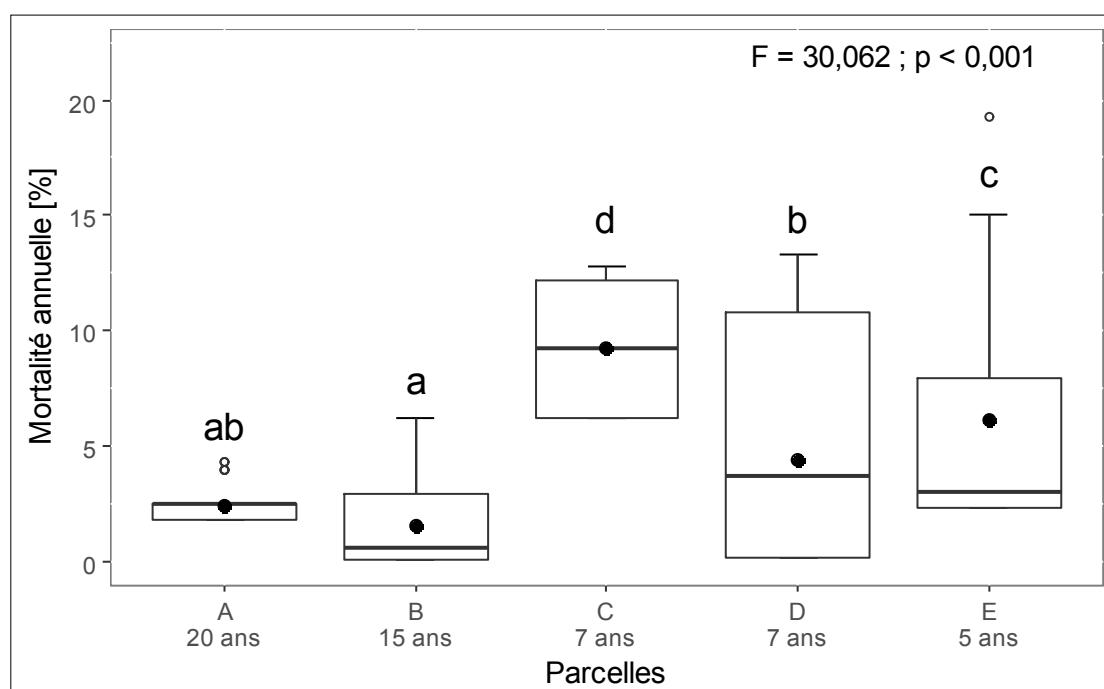


Figure 21 – Moyenne de la mortalité annuelle (mesurée en pourcents de plants morts par an) pour chaque parcelle. Les parcelles sont renseignées en abscisse et sont classées de la plus ancienne à la plus jeune : A = WAAME,1998 ; B = Projet Mangrove, 2003 ; C = Eaux et Forêts (partie Est), 2011 ; D = Eaux et Forêts (partie Ouest), 2011 ; E = Wetlands,2013. Les F-valeur et p-valeur de l'ANOVA sont renseignées dans le coin supérieur gauche des graphiques. Les lettres au-dessus des boxplots représentent les groupes obtenus via le test de Tukey. Le point au sein de chaque boxplot représente la moyenne, la ligne étant la médiane.

3.1.3. Croissance en hauteur et en diamètre

L'accroissement en hauteur des parcelles (Figure 22a) diffère significativement ($F = 89,371$, $p < 0,001$). Il est le plus élevé dans la parcelle E (14 cm/an). L'accroissement ne diffère pas significativement entre les parcelles B, C et D (9 cm/an).

L'accroissement annuel moyen en diamètre (Figure 22b) diffère de manière significative entre les parcelles ($F = 78,829$, $p < 0,001$). L'accroissement est significativement similaire entre les parcelles A et B (1 mm/an), entre les parcelles C et D et C et E (entre 2 et 3 mm/an).

Les accroissements annuels moyens en hauteur et en diamètre calculés par placette sont repris dans l'annexe 3.

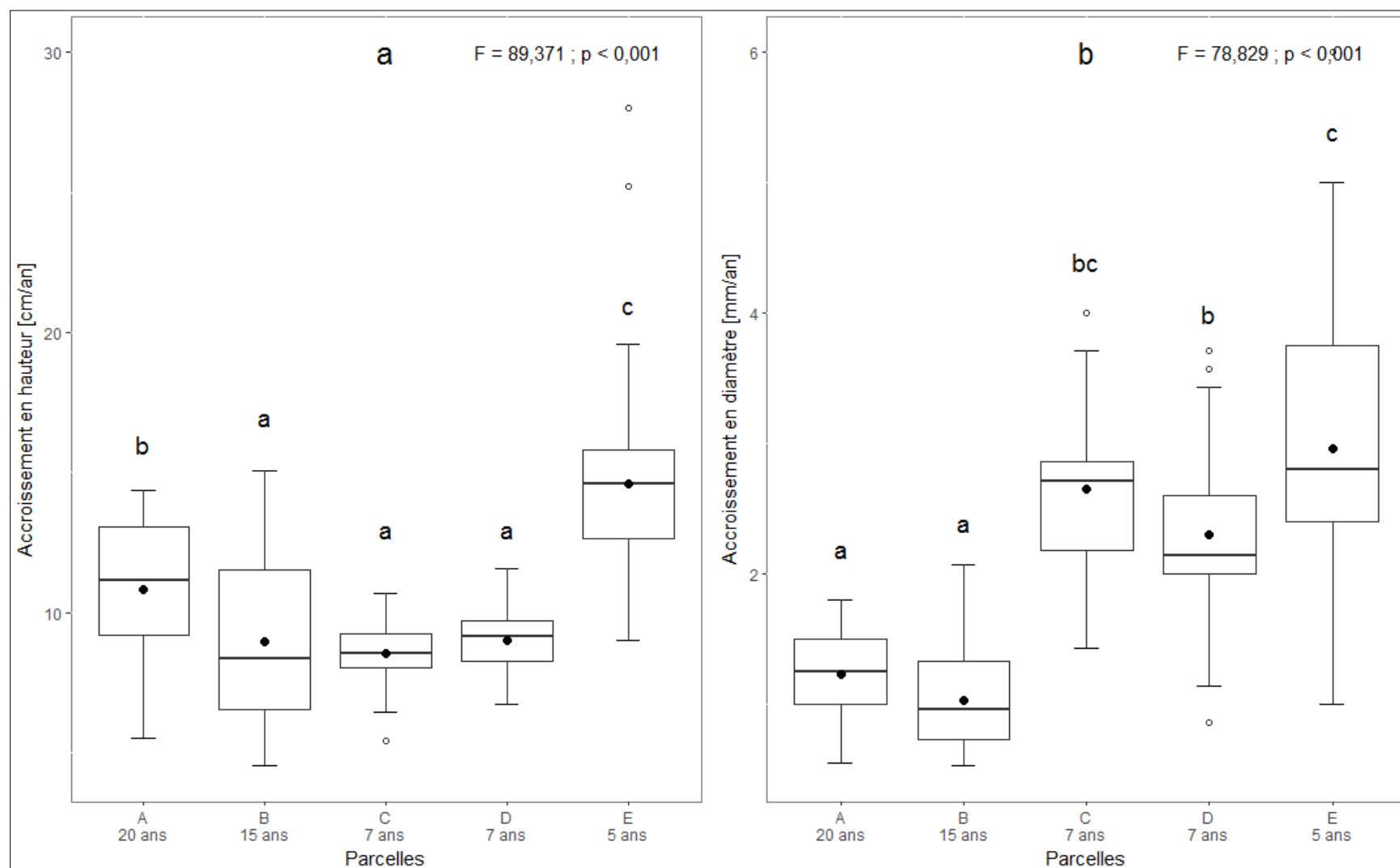


Figure 22 – Accroissements annuels moyens en hauteur (a) et en diamètre (b) en fonction des parcelles. Les parcelles sont renseignées en abscisse et sont classées de la plus ancienne à la plus jeune : A = WAAME,1998 ; B = Projet Mangrove, 2003 ; C = Eaux et Forêts (partie Est), 2011 ; D = Eaux et Forêts (partie Ouest), 2011 ; E = Wetlands,2013. Les F-valeur et p-valeur de l'ANOVA sont renseignées dans le coin supérieur gauche des graphiques. Les lettres au-dessus des boxplots représentent les groupes obtenus via le test de Tukey. Le point au sein de chaque boxplot représente la moyenne, la ligne étant la médiane.

3.1.4. Paramètres environnementaux et biologiques

Les résultats des analyses de sol pour chaque placette sont présentés en annexe 4. Les résultats des analyses de sol, les mesures de conductivité de l'eau et de distance moyenne par rapport au bolong le plus proche sont classées par parcelle et reprises dans l'annexe 5.

Le pH du sol est acide à neutre et varie de 5,93 à 7,52. Il diffère significativement selon les parcelles ($F=33,682$, $p < 0,001$). Les parcelles A, B, D et E sont significativement similaires (Figure 23a). Les valeurs de conductivité électrique du sol varient aussi significativement entre 16,81 et 23,14 mS/cm ($F=31,335$, $p < 2,2 \cdot 10^{-16}$). Les parcelles A et E, B et D et B et C sont significativement similaires (Figure 23b). Concernant la matière organique, elle varie de manière significative de 3,2 à 8,2% ($F = 209,11$, $p < 2,2 \cdot 10^{-16}$). Toutes les parcelles sont significativement différentes (Figure 23c).

La figure 24 illustre la répartition du sable, du limon et de l'argile au sein des différentes parcelles. Le pourcentage de sable varie de manière significative ($F = 21,638$, $p < 0,001$) de 40,05 (parcelle D) à 51,1% (Parcelle E) (Figure 24a). Les parcelles A et C, A et E et B et D ont des moyennes similaires. Le pourcentage de limon varie significativement de 21,1 (parcelle E) à 28,5% (parcelle D) ($F = 61,156$, $p < 0,001$). Les parcelles A et C et A et B sont significativement similaires (Figure 24b). Enfin, le pourcentage d'argile varie significativement entre 25,6 et 31% ($F = 13,519$, $p < 0,001$). Les parcelles C, D et E sont significativement proches, de même que les parcelles A et E (Figure 24c).

La conductivité de l'eau diffère de manière significative de 70,4 à 78,0 mS/cm (Kruskal-Wallis, $p < 0,001$). La distance moyenne des peuplements par rapport à leur bolong principal, varie significativement de 46 à 158 mètres ($F = 146,02$, $p < 0,001$). Les parcelles B et C sont significativement similaires en termes de distance au bolong.

Par ailleurs, l'abondance de cocons diffère significativement entre les parcelles ($F = 70,797$, $p < 0,001$), passant de 0,1% (parcelle C) à 41% (parcelle B). Toutes les parcelles sont similaires entre elles, excepté la B (Figure 25a). L'abondance de racines d'*Avicennia* passe de 0 (parcelle C) à 13,46 % (parcelle A). Les abondances varient de manière significative au sein des parcelles (Kruskal-Wallis, $p < 0,001$) (Figure 25b).

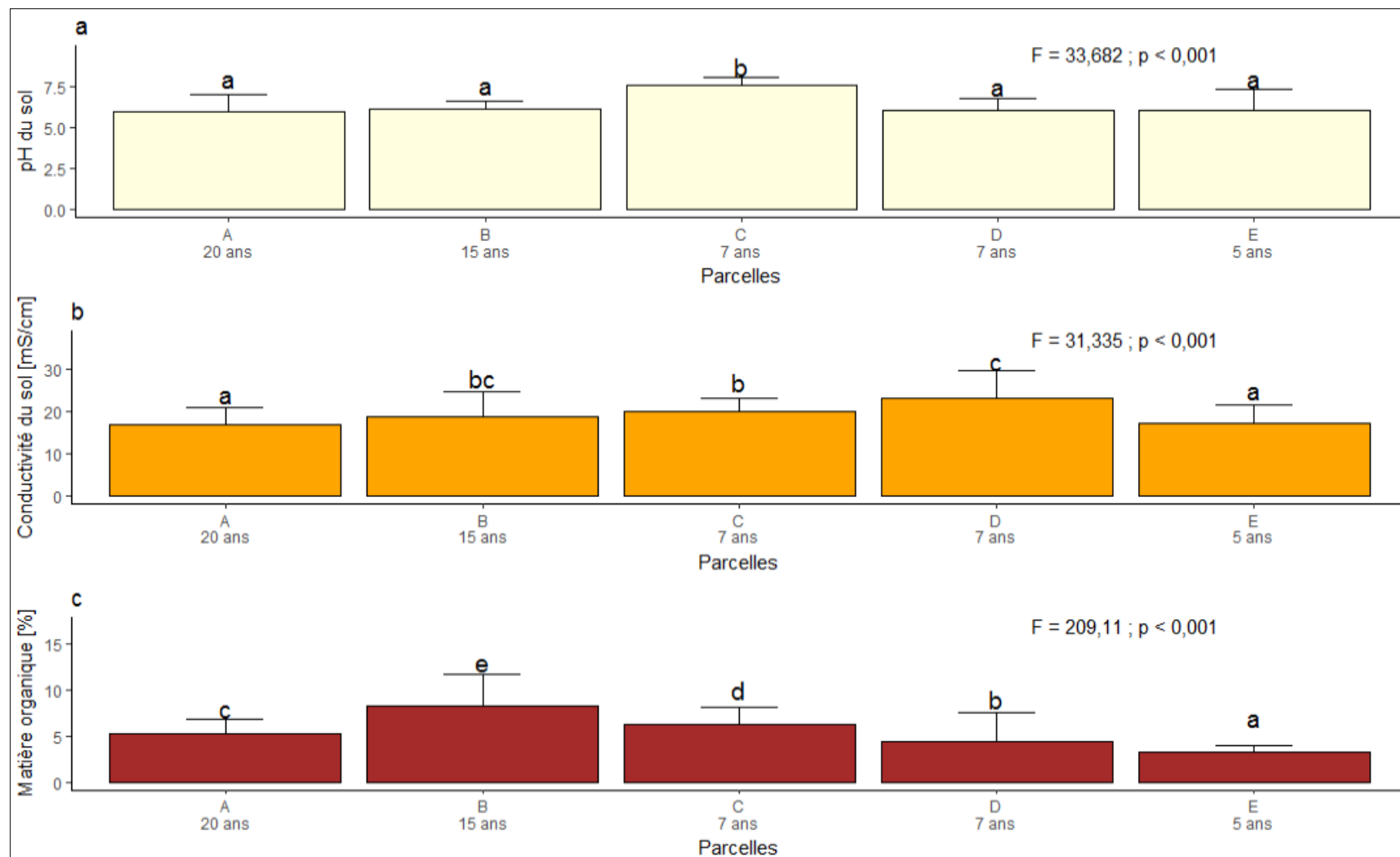


Figure 23 – Répartition du pH du sol (a), de la conductivité électrique du sol (b), et de sa matière organique (c) dans les différentes parcelles. Les barres représentent les moyennes, les écart-types sont représentés par la barre d'erreur horizontale.

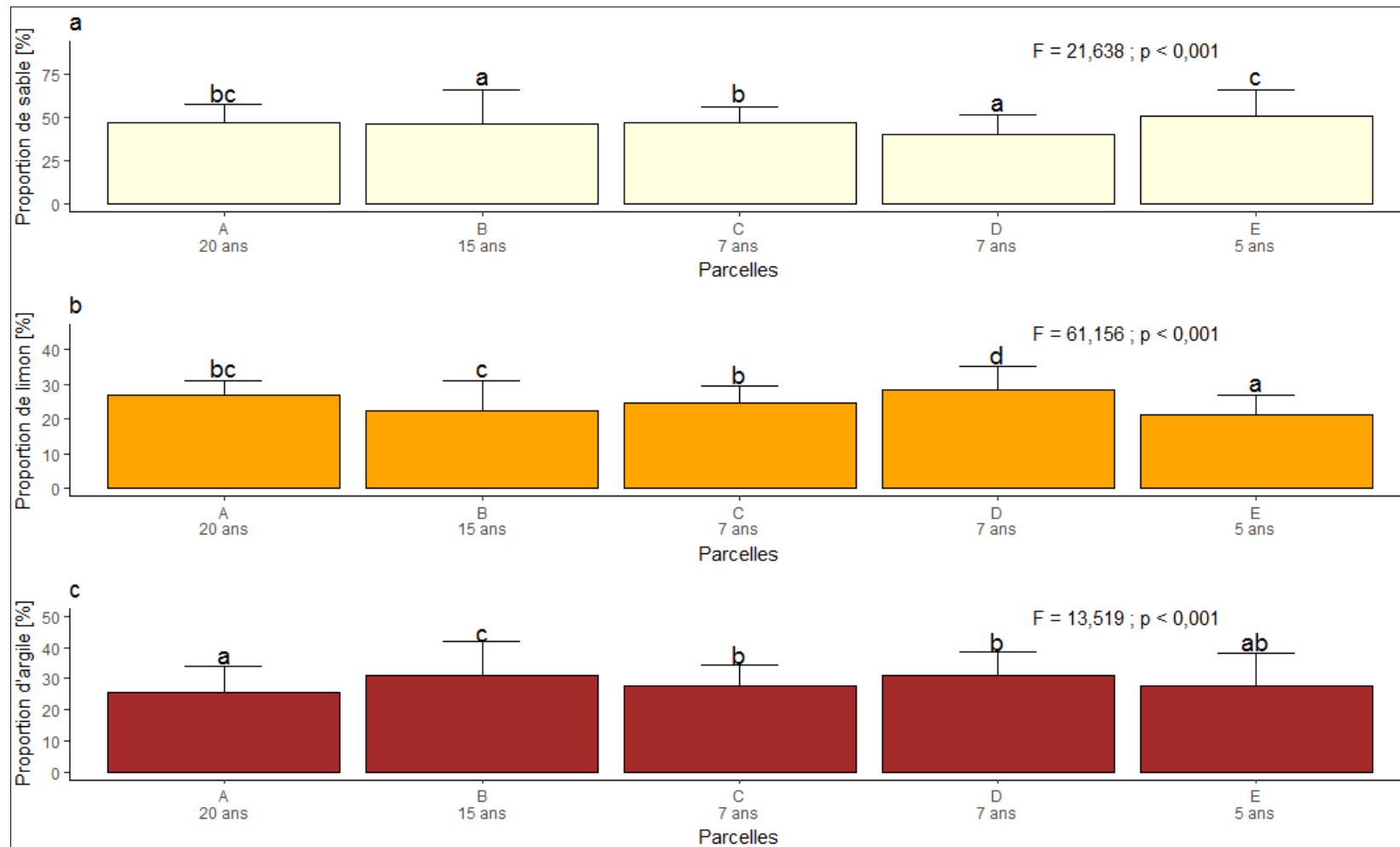


Figure 24 – Proportions relatives de sable, d'argile et de limon au sein des différentes parcelles. Les barres représentent les moyennes, les écart-types sont représentés par la barre d'erreur horizontale.

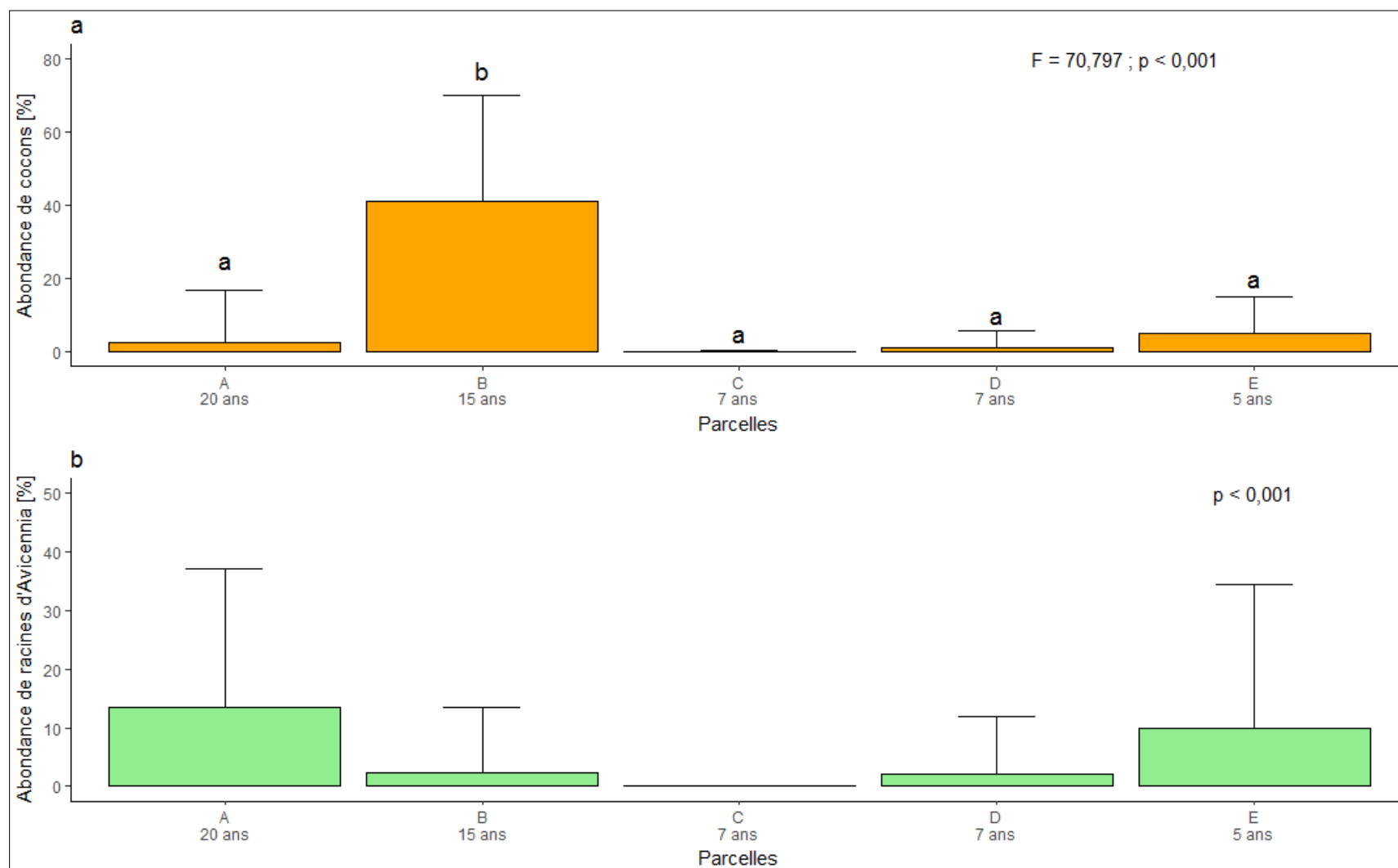


Figure 25 – Répartition de la répartition des cocons (a) et de celle des racines d'*Avicennia* (b) entre les parcelles. Les barres représentent les moyennes, les écart-types sont représentés par la barre d'erreur horizontale.

3.1.5. Modèles

3.1.5.1. Corrélations

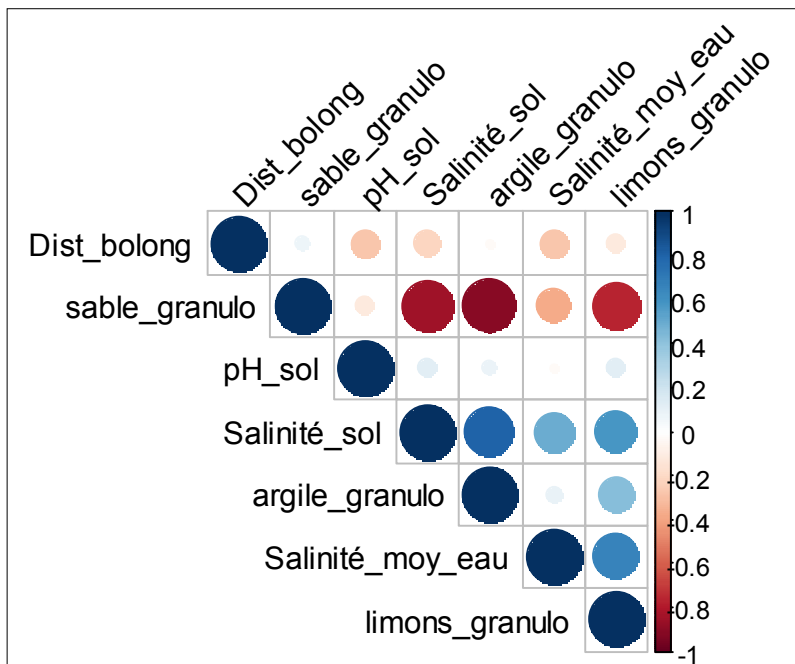


Figure 26 – Corrélogramme des différentes variables environnementales entre elles. Les variables les plus corrélées présentent les plus gros points qui sont aussi les plus foncés. Les corrélations positives sont représentées en bleu, et les négatives en rouge.

Concernant la figure 27, il semble que la hauteur d'insertion du rhizophore soit fortement corrélée à la hauteur de la tige (0,81). Le diamètre est un peu corrélé à la hauteur (0,53). Ces corrélations sont toutes deux positives. Le diamètre et la hauteur de rhizophore sur la tige ne sont pas corrélés (0,14).

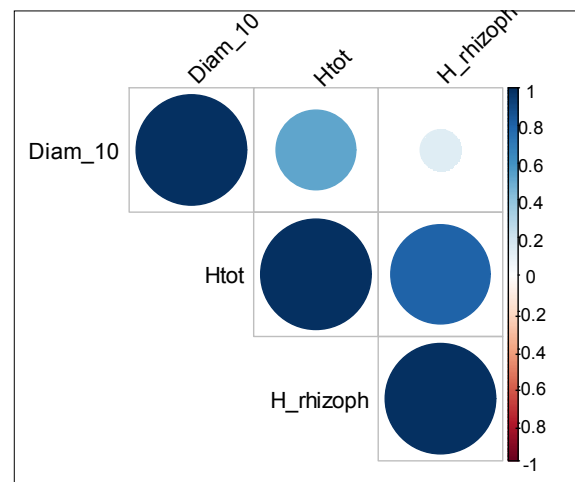


Figure 27 – Corrélogramme illustrant les corrélations entre les différentes variables de croissance. La hauteur et le diamètre sont des variables à expliquer.

La relation entre la hauteur des palétuviers et la hauteur de mesure des diamètres est reprise dans la figure 28. Les rhizophores sont présents sur les troncs des tiges principales et ancrés dans le sol à partir de plants d'au moins 70 centimètres de hauteur. Par ailleurs, plus l'arbre est grand, plus son dernier rhizophore est haut. Il en résulte en conséquence que les hauteurs de mesure du diamètre ont varié de 10 à 98 cm.

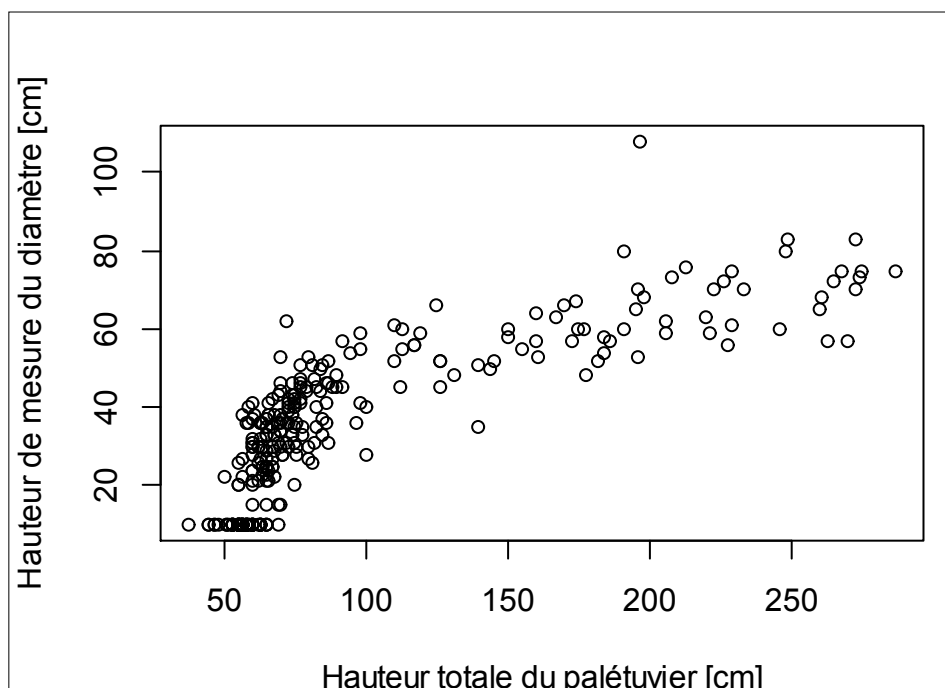


Figure 28 – Hauteur d’insertion de mesure du diamètre en fonction de la hauteur totale du palétuvier.

Les variables de départ intégrées dans les différents modèles sont reprises dans l’Annexe 6.

3.1.5.2. Modèle de survie

Suite à la sélection des variables significatives, deux modèles ont été déduits. Le modèle qui a été conservé est celui dont l’AIC (304,48) est le plus faible. Son équation est renseignée ci-dessous :

$$\text{logit}(\text{mortalité}_{\text{annuelle}}) = 9,71 - 0,04 * \text{âge} - 0,10 * \text{conductivité}_{\text{eau}} + 0,07 * \text{proportion}_{\text{limons}} - 0,66 * \text{pH}_{\text{sol}} + 0,03 * \text{abondance}_{\text{cocons}}$$

L’âge, la conductivité de l’eau et le pH du sol sont des facteurs influençant négativement la mortalité, alors que l’abondance de cocons et la proportion de limons favorisent celle-ci. En conséquence, selon ce modèle, si la proportion de limons et/ou l’abondance de cocons augmente, la mortalité aura tendance à augmenter. *A contrario*, la mortalité aura tendance à diminuer suite à une augmentation des autres variables du modèle.

Les variables n’ayant pas d’influence significative par rapport à la mortalité sont la proportion de sable et celle d’argile, la conductivité du sol, la distance au bolong et la présence de racines d’*Avicennia*.

3.1.5.3. Modèle de croissance en hauteur

La condition d’application de la distribution normale de la variable « Hauteur » n’étant pas respectée, une transformation logarithme lui a été appliquée. Suite à la sélection des variables significatives, deux modèles ont été obtenus. Le modèle conservé est celui dont l’erreur standard résiduelle était la plus faible (0,21) et le R^2 ajusté (*adjusted R-squared*) était le plus élevé (81,04%). Son équation est renseignée ci-après :

$$\log(Hauteur) = 6,42 + 0,08 * \text{âge} - 0,05 * pH_{sol} - 0,01 * \text{matière}_{organique} \\ - 0,03 * \text{conductivité}_{eau} - 0,007 * \text{proportion}_{limons} - 0,003 * \text{abondance}_{racines_{Avicennia}}$$

Selon ce modèle, la hauteur d'un palétuvier est impactée positivement par son âge. Par contre, les autres variables impactent négativement la hauteur. Par exemple, pour une augmentation de la conductivité de l'eau, d'1 mS/cm, le logarithme de la hauteur baisserait de 2,16 cm. La proportion de sable et celle d'argile, de même que la conductivité du sol et la distance au bolong n'influencent pas la croissance de manière significative.

3.1.5.4. Modèle de croissance en diamètre

Suite à la sélection des variables significatives, un modèle a été retenu. L'erreur résiduelle standard de ce modèle vaut 4,9 mm, et son R² ajusté est de 32,99%. Son équation est renseignée ci-après :

$$\text{diamètre} = 17,28 * \text{hauteur} - 0,03 * \text{distance}_{bolong} - 0,55 * \text{matière}_{organique}$$

Seules la hauteur, la distance au bolong et la proportion de matière organique influencent le diamètre de manière significative, la première ayant un impact positif sur celui-ci, les deux dernières l'influençant négativement.

3.2. Perception et appropriation de la mangrove et ses reboisements par la population du Delta du Saloum

3.2.1. Caractéristiques de la population échantillonnée

Lors de la phase de questionnaires, 116 personnes ont été interrogées. La répartition des individus entre les zones est la suivante : 74 personnes en zone terrestre (7 villages échantillonnés) et 42 en zone insulaire (5 villages). La population échantillonnée est composée de 59 femmes et de 57 hommes, la parité entre les genres est donc respectée.

L'âge moyen est de 51 ans (avec un écart-type de 15 ans). La plus jeune personne interrogée a 17 ans et la plus âgée en a 87. Les classes d'âge les plus représentées sont celles allant de 40 à 70 ans (Figure 29). La moyenne d'âge est significativement proche entre les deux zones qu'il s'agisse de la zone insulaire ou de la zone terrestre, la p-valeur de l'ANOVA étant supérieure à 0,05 (Figure 30).

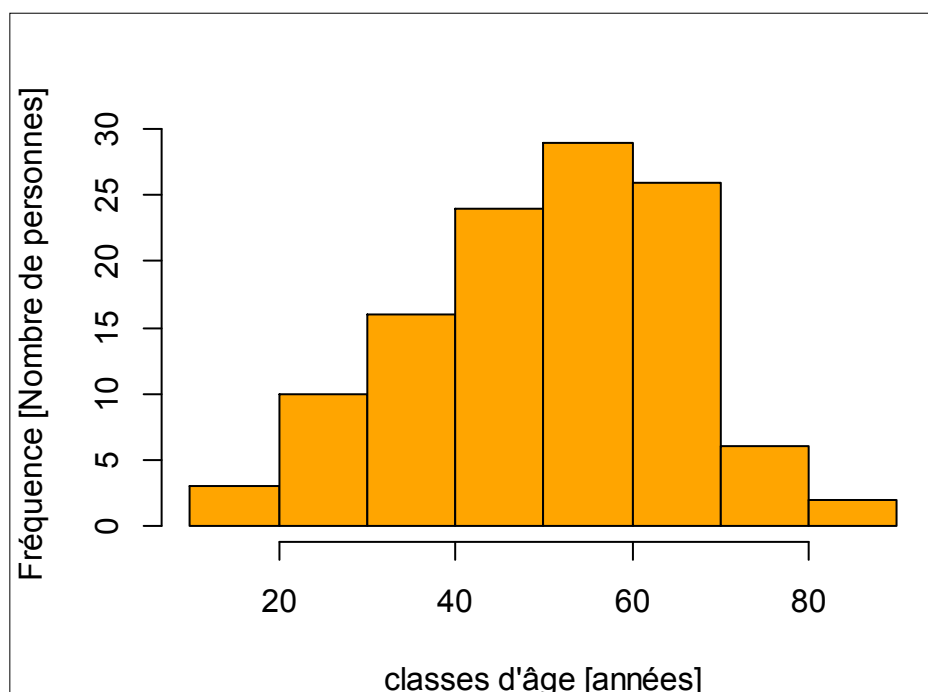


Figure 29 – Fréquence des âges (en nombre de personnes par classe d'âge) au sein de l'échantillon.

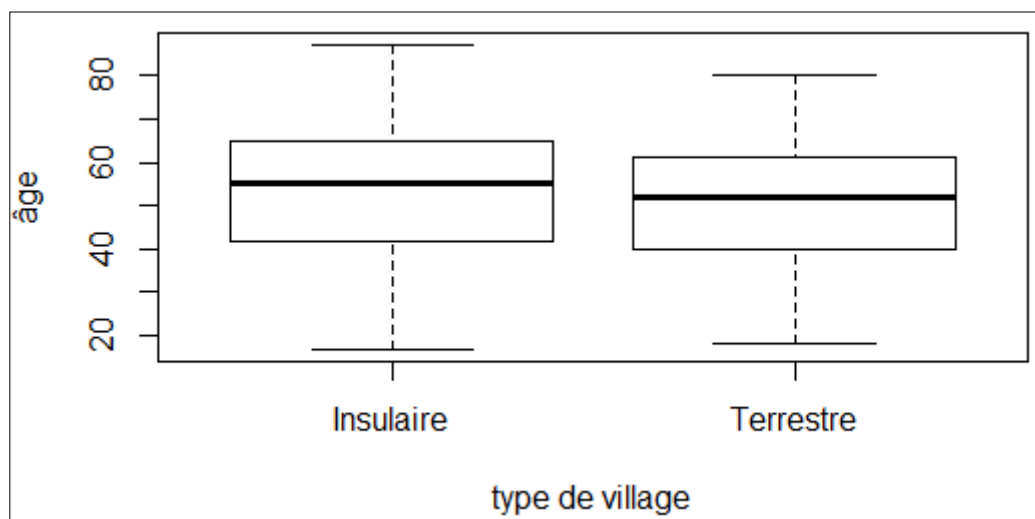


Figure 30 – Répartition des moyennes et de la variabilité des âges en fonction du type de village.

L'ethnie majoritaire dans la zone est de type « Sérère », avec 87,9% de l'échantillon. Les autres ethnies présentes sont les Bambaras (4,3%), les Diolas (3,4%), les Mandingues (1,7%), les Toucouleurs (0,9%), les Wolofs (0,9%) et les Socés (0,9%).

Chaque individu déclare mener en général plusieurs activités principales. La moyenne globale est de 1,8 activités par personne. Le tableau 9 reprend les principales activités réalisées par la population et le pourcentage de personnes qui déclarent y être associés.

Tableau 9 – Activités principales majoritaires menées à dire d'acteur par la population échantillonnée et pourcentage des personnes les pratiquant.

Activité principale	Pourcentage de l'échantillon
Agriculture	53 %
Récolte des huîtres	20 %
Pêche	18%
Récolte de mollusques	15%
Élevage	11%
Commerce	11%

Concernant les activités de récolte au sein de la mangrove, cinq produits sont particulièrement concernés (Figure 31) : le bois, les produits médicinaux, les huîtres, les autres fruits de mer (« *pagnes* », « *toufas* », « *yets* ») et le poisson. Un sixième produit est collecté de façon plus anecdotique : il s'agit du miel.

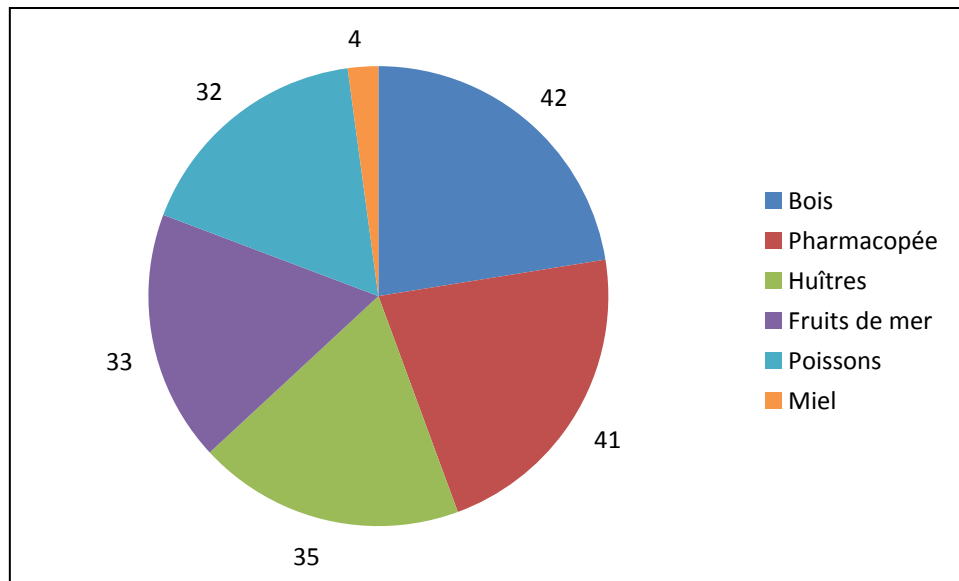


Figure 31 – Répartition des activités de récolte à dire d'acteur dans la mangrove réalisées par la population échantillonnée (en pourcentage de personnes). Chaque personne peut réaliser plusieurs activités.

Il existe une division sexuelle du travail. En effet, les hommes pêchent et coupent le bois vert. Les femmes récoltent à la fois les huîtres et mollusques. La tendance à ramasser du bois mort semble indépendante du genre, bien que lors de la phase d'enquête, divers enquêtés aient cité cette activité comme propre aux femmes.

Cette répartition des tâches selon le sexe est illustrée dans la figure 32 par différentes choses :

Dans le graphe, la flèche du sexe représente en réalité les femmes (le code binaire utilisé étant « 1 » pour les femmes et « 0 » pour les hommes). Pour pouvoir lire quelles activités sont les plus liées aux hommes, il faut imaginer une flèche de la même intensité, se trouvant sur le même axe et opposée à la flèche nommée « sexe ». De ce fait, lorsque l'on se déplace de gauche à droite sur l'axe 1, on passe du genre masculin au genre féminin. Le fait que les flèches sexe et pêche soient opposées reflètent que seuls les hommes vont à la pêche (mais pas forcément l'entièreté d'entre eux). La collecte des huîtres et le fait d'être une femme sont corrélées positivement, tandis que la coupe de bois vert et le fait d'être une femme sont corrélée négativement. Ce qui signifie que, dans l'ensemble, ce sont les femmes qui récoltent les huîtres et les hommes qui s'occupent du bois vert. La récolte de bois mort ne semble pas être une activité destinée à l'un ou l'autre sexe. En effet, la flèche de récolte de bois mort (représentant l'axe 2), est perpendiculaire à l'axe 1 représentant le genre des individus. L'on peut donc collecter du bois mort, que l'on soit une femme ou un homme. De plus, la collecte d'huîtres et celle de bois vert sont indépendantes l'une de l'autre. Cela semble logique à partir du moment où ce sont des individus (de sexe) différents qui les récoltent. *A contrario*, les récoltes de bois mort et de bois vert semblent corrélées positivement, de même que les récoltes d'huîtres et de bois mort, ce qui pourrait signifier que les deux activités sont réalisées simultanément. C'est possible mais en général, les récoltes d'huîtres et de bois sont séparées.

Les deux axes réunis représentent 67,76% de la variance du jeu de données employé, ce qui est considéré ici comme acceptable.

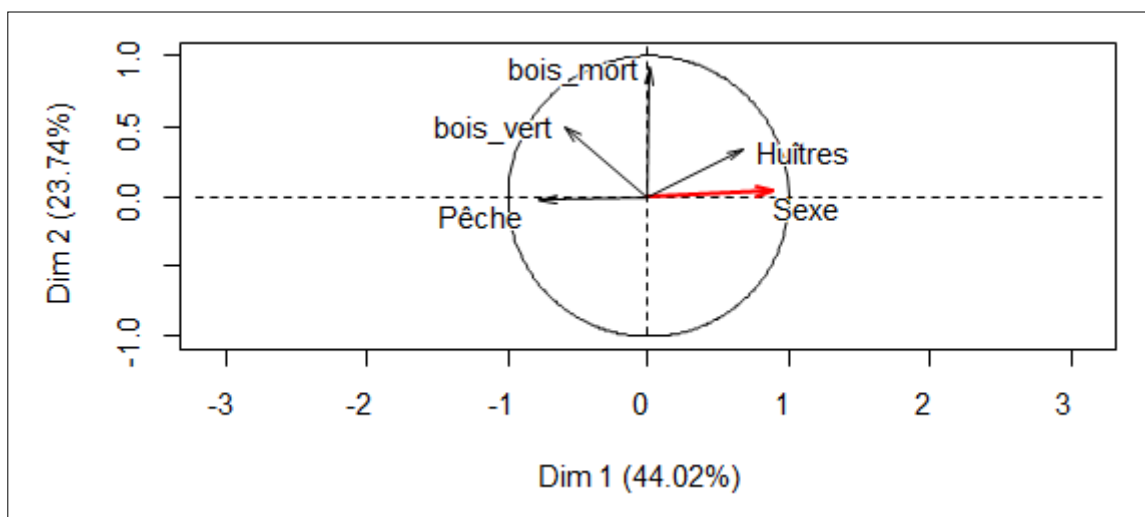


Figure 32 – Cercle de corrélation représentant la répartition des activités au sein de la mangrove en fonction du genre des individus. La flèche « sexe » représente le sexe féminin, pour le sexe masculin, il est possible d'imaginer une flèche de même longueur sur le même axe et opposée à la direction de la flèche « sexe ».

3.2.2. Participation aux reboisements

Au total, 85% des enquêtés ont participé aux reboisements de mangrove au sein de leur village. Ce chiffre important relève l'engouement pour ce type d'activité.

Le résultat de l'ACP (Figure 33a) montre que les personnes qui reboisent la mangrove ont tendance à récolter des produits dans la mangrove (poissons, huîtres, autres mollusques, bois, miel) ; ceci est confirmé par la figure 33b dans laquelle la variable « Participation » est mieux représentée. Il n'y a pas de corrélation (orthogonalité des flèches) entre la réalisation d'activités principales au sein de la mangrove et la tendance à participer au reboisement de celle-ci. Les personnes travaillant hors de la mangrove semblent avoir tendance à participer aux reboisements (angle aigu entre les flèches « Hors_mangrove » et « Participation »). La figure 33b ne permet pas de confirmer cette observation.

Les femmes auraient tendance à moins reboiser que les hommes. Selon ce graphe, plus une personne vieillit, moins elle a tendance à reboiser. Ceci a été confirmé par les dires de certains enquêtés. De plus, les Sérères semblent reboiser moins que les autres ethnies (la variable ethnie a été construite sous forme binaire : « 1 » signifie que l'on appartient à l'ethnie Sérère ; « 0 » signifiant que l'on fait partie d'une autre ethnie). Ceci est à considérer avec précaution vu que la majorité des personnes au sein de l'échantillon appartiennent à l'ethnie Sérère (*cf* Discussion). De plus, les variables âge, sexe et ethnie sont les moins bien représentées sur ce plan (flèches de couleur rouge). Selon la figure 33b où ces variables sont mieux représentées, les variables âge et ethnie ne sont pas corrélées à la participation, contrairement au sexe qui y est négativement corrélé. En conséquence, les hommes semblent avoir plus tendance à reboiser que les femmes, mais leur âge ou leur ethnie influence peu.

La variance expliquée par les 3 axes est d'environ 60% (59,2%). Ceci est considéré comme acceptable, les axes 3 et 4 mis ensemble n'aidant pas à l'interprétation des relations des variables entre elle dans notre cas.

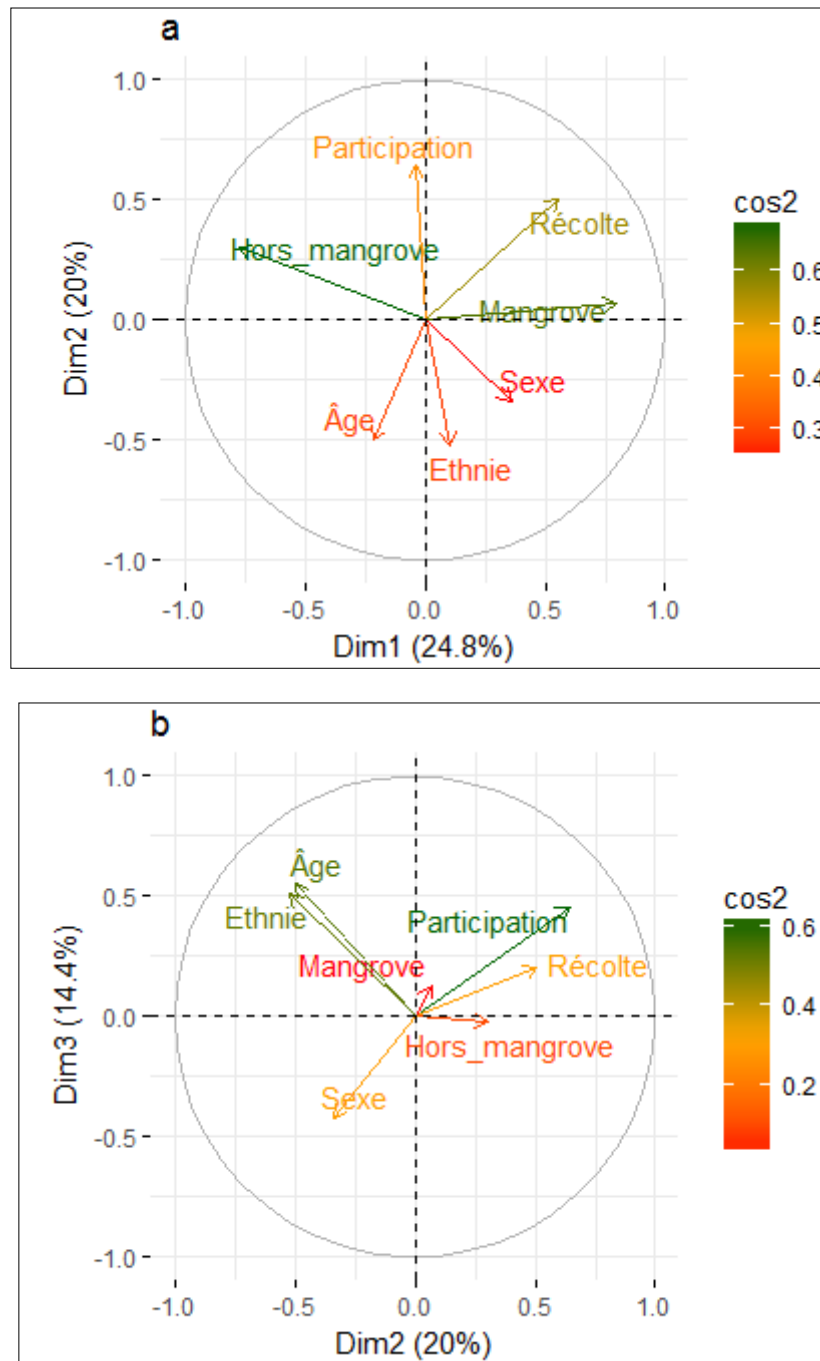


Figure 33 a et b – Cercle de corrélation présentant le profil des personnes reboisant (ou non) la mangrove. Les couleurs expriment la qualité de représentation des variables sur base du cosinus carré de chaque variable (coordonnées de la variable au carré). Les termes « Mangrove » et « Hors_mangrove » expriment la réalisation d’activités principales dans ou hors de la mangrove. « Récolte » signifie la récolte d’au moins un produit au sein de la mangrove. « Participation » illustre la participation aux reboisements. « Ethnie » signifie l’appartenance à l’ethnie Sérère (ou non) et « sexe » l’appartenance au genre féminin.

3.2.3. Utilisation de l'écosystème en fonction de son état

Lors de l'enquête, 64 % des personnes interrogées vivaient en zone terrestre.

L'hypothèse de départ considérée comme valide est que la mangrove de la zone terrestre est davantage dégradée que celle de la zone insulaire. L'on assimile donc la zone terrestre à une zone de mangrove plus dégradée que celle de la zone insulaire. Ceci se base sur des constations faites sur le terrain.

L'ACP illustrée par la figure 34 renseigne que la collecte des huîtres et des mollusques sont des activités très fortement corrélées. En effet, les personnes qui collectent les huîtres ont tendance à également collecter d'autres fruits de mer. Cette collecte est indépendante du type de zone dans laquelle on se trouve (insulaire ou terrestre). Il en est de même pour les huîtres, bien que leur récolte tende à être légèrement corrélée à la zone insulaire. La pêche semble également être indépendante du type de zone, bien que sa flèche soit un peu plus proche de celle de la zone insulaire que de la terrestre. Les activités de récolte de mollusques et d'huîtres s'opposent avec la pêche. Ceci peut s'expliquer par le fait que les femmes récoltent presque exclusivement les fruits de mer, alors que ce sont les hommes qui pêchent. Il est probable que les activités telles que l'agriculture et l'élevage soient davantage pratiquées en zone terrestre. De plus, la collecte de bois est une activité qui semble presque exclusivement pratiquée en zone insulaire, là où les palétuviers sont les plus présents.

La variance totale expliquée par l'ACP de la figure 34 est de 52,2% de la variance totale du jeu de données. Les dimensions 3 et 4 ne permettent pas davantage d'expliquer les activités réalisées en fonction de la zone. Les informations y sont diffuses et on ne parvient pas à y distinguer grand-chose.

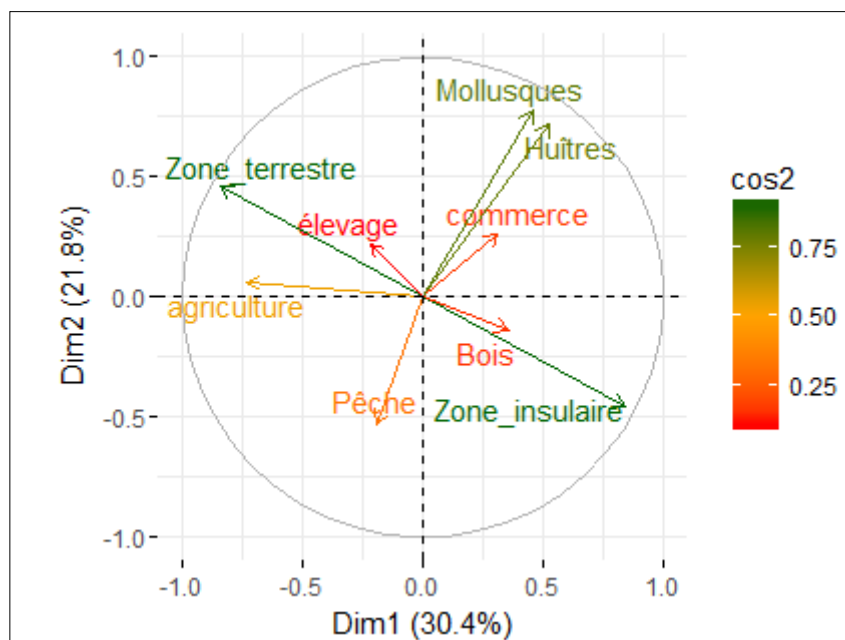


Figure 34 – Cercle de corrélations présentant l'influence du type de zone (et donc de l'état de l'écosystème) sur les activités qui y sont pratiquées. Les couleurs expriment la qualité de représentation des variables sur base du cosinus carré de chaque variable (coordonnées de la variable au carré). Les activités principales les plus pratiquées dans la région (agriculture, élevage, commerce, pêche, récolte des huîtres et autres mollusques), de même que l'utilisation du bois y sont reprises.

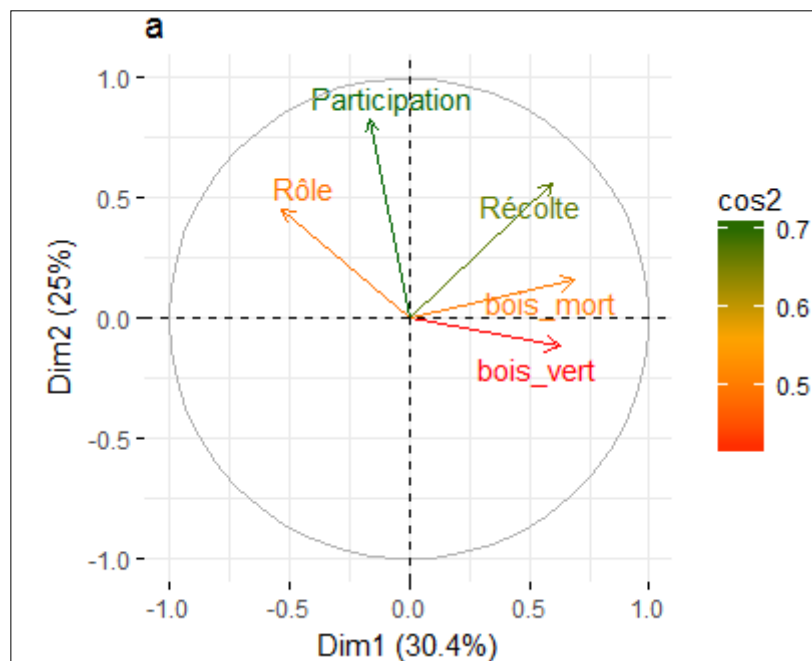
3.2.4. Influence du niveau de responsabilité sur la tendance à préserver la mangrove

Au sein de l'échantillon, une proportion de responsables (de village et/ou de mangrove confondus) équivalente à 33% de l'échantillon a été interrogée. Les responsables du village s'avèrent être le chef de village ou son représentant ainsi que des responsables religieux, tandis le terme responsables de mangrove regroupe les volontaires forestiers, les responsables du reboisement, les responsables de groupements d'intérêts économiques et les surveillants de la mangrove.

La tendance à préserver la mangrove est assimilée au fait de reboiser celle-ci, d'utiliser peu de bois de palétuvier et d'avoir des activités fortement liées à la mangrove.

La figure 35a illustre le fait que les personnes ayant des responsabilités au sein de la société ont davantage tendance à participer aux reboisements de mangrove que celles n'en ayant pas. La figure 35b confirme que le fait d'avoir un rôle influence la tendance à reboiser la mangrove. Par contre, avoir un rôle au sein du village ou par rapport à la mangrove est indépendant du fait d'y collecter ou non des produits (Figure 35a et 35b). Concernant le type de bois utilisé, les responsables ont tendance à collecter plus de bois mort que de bois vert.

La variance expliquée par cette ACP correspond à 88,1% de la variance totale du jeu de données, ce qui est fort acceptable.



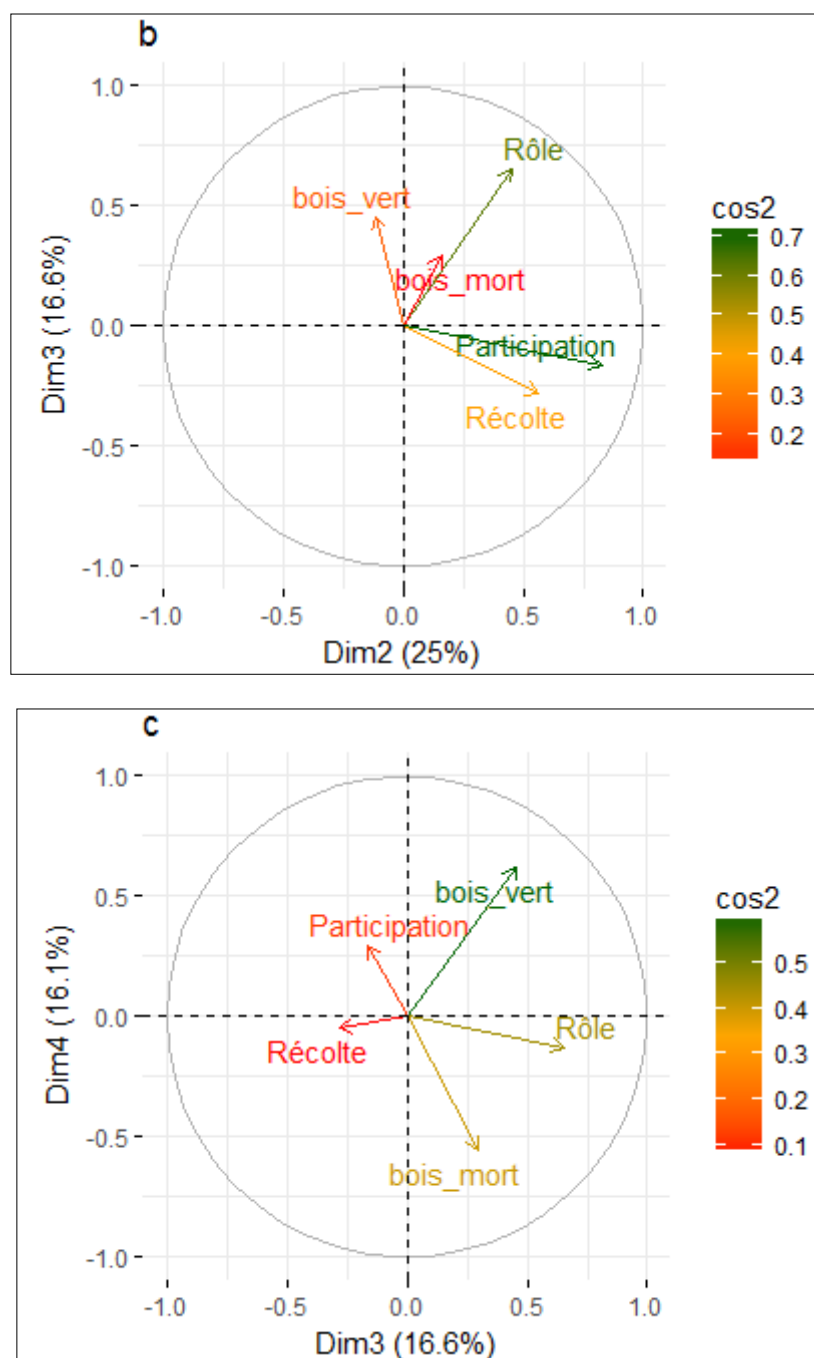


Figure 35 a, b et c – Cercles de corrélations représentant l'influence du rôle au sein de la société sur la tendance à préserver la mangrove. Les couleurs expriment la qualité de représentation des variables sur base du cosinus carré de chaque variable (coordonnées de la variable au carré). « Rôle » signifie avoir un rôle au sein du village ou directement lié à la mangrove, « Participation » renseigne sur la participation aux reboisements de mangrove « Récolte » sur la collecte d'au moins un produit de mangrove et bois vert et mort sur le type de bois collecté.

4. Discussion

4.1. Reboisements en *Rhizophora* spp. de Mbam

4.1.1. Discussion des résultats généraux

De façon générale, la viabilité des reboisements est fonction de la durée et des conditions écologiques. Nous constatons que l'évolution de ces paramètres n'est pas constante au cours du temps (cas de l'accroissement en hauteur) et est souvent inversement corrélée au temps (c'est ici le cas de l'accroissement en diamètre). Cette variabilité pourrait s'expliquer par les effets individuels ou combinés des paramètres environnementaux tels que le pH la conductivité électrique, la texture du sol, la proportion en matière organique, la distance au bolong principal.

Par ailleurs, le choix des variables à intégrer dans les modèles et la manière de sélectionner celles-ci (en enlevant progressivement les moins significatives (backward), en ajoutant de manière successive les variables les plus significatives (forward) ou un mélange des deux (stepwise)) influence également les modèles obtenus. De plus, vu les interactions entre différents éléments, il n'est pas garanti que les mêmes variables auraient été pertinentes si d'autres variables avaient été mesurées et incorporées lors de la réalisation des modèles.

Il importe de relever certaines contraintes méthodologiques : le niveau de référence pour la mesure du diamètre dépend de la hauteur du plus haut rhizophore. Ces hauteurs varient donc fortement entre les arbres, d'autant plus que les peuplements les plus jeunes et les plus vieux ont un écart de 15 ans. De plus, lors de l'absence de rhizophore, les hauteurs ont été mesurées par rapport au sol dont le niveau fluctue suite à l'action des marées.

4.1.2. Discussion des résultats des modèles

La complexité des interactions entre, d'une part, les paramètres environnementaux et biologiques et, d'autre part, la structure et la croissance des mangroves rendent difficile l'identification des facteurs principaux influençant l'accumulation de biomasse au sein d'un site donné (Clough, 1992).

Selon les modèles construits, le taux de mortalité annuelle diminue avec l'âge des palétuviers. Par ailleurs, l'âge semble avoir un impact très positif sur la croissance en hauteur. Il n'est toutefois pas significatif concernant les diamètres. La mortalité des palétuviers dépend du temps ; elle est plus élevée dans les classes de diamètres les plus faibles (plants les plus jeunes) (Jimenez et al., 2015).

D'après les modèles construits, bien que le pH du sol favorise la survie des plants, il aurait un impact négatif sur la croissance en hauteur des palétuviers et n'aurait pas d'impact significatif sur la croissance des palétuviers. Concernant la conductivité du sol, elle ne semble pas affecter de manière significative la mortalité ou la croissance. Selon les expérimentations de Wakushima et al. (1994), les plants de *Rhizophora* spp. ont une tolérance haute pour la salinité et le pH. La croissance est plus affectée par la salinité du sol que par son pH. Lorsque la concentration en sel dans le sol est faible, les plants ont tendance à croître à un stade plus jeune plus tôt que lorsque la concentration en sel est élevée.

Les limons ont un impact positif sur la mortalité et négatif sur la croissance en hauteur (non signif pour la croissance en diamètre), il semblerait donc que ce facteur ait un impact négatif sur le succès des reboisements en *Rhizophora* spp. dans le site de Mbam. Par contre, le sable et l'argile n'impacteraient pas la mortalité et la croissance des plants de manière significative. Cela est curieux car lors des questionnaires, la majorité des enquêtés mentionnaient le « *poto-poto* » ou boue argileuse comme le meilleur facteur concernant le choix des sites à reboiser, le sable étant considéré comme mauvais pour la survie des plants : « ils poussent deux ou trois ans mais après tout meurt ».

Par ailleurs, une augmentation trop forte du pourcentage de matière organique peut avoir un impact négatif à la fois sur la hauteur et le diamètre des palétuviers. Elle n'a pas d'impact concernant la mortalité des plants.

La conductivité de l'eau aurait un impact également négatif sur la mortalité et un impact négatif sur sa croissance. Une plus grande concentration en ions (dont sels dissous) favoriserait donc la survie mais altérerait la croissance en hauteur. Ce qui pourrait expliquer une bonne survie des reboisements mais le fait qu'ils n'atteignent pas les hauteurs de la mangrove naturelle. À des salinités élevées, les palétuviers dépensent beaucoup d'énergie à maintenir leur équilibre en eau et leur concentration en ions. Cela affecte donc leur croissance (Hossain et al., 2016).

La distance au bolong aurait un impact négatif sur la croissance en hauteur et ne serait pas dans le cas de la mortalité et de la croissance en hauteur.

Par ailleurs, l'abondance de cocons impacterait positivement la mortalité. L'insecte parasitant les palétuviers en place dans les parcelles de Mbam n'a pas été identifié. On suppose qu'il s'agit de papillons de la famille des Psychidae, dont la présence a déjà été relevée dans la zone (Kockelmann, 2005). Les insectes prédateurs des *Rhizophora* abîment très fortement leurs feuilles, les empêchant au final de réaliser la photosynthèse et causant ainsi leur mort (Kathiresan, 2003).

Selon les modèles, la présence de pneumatophores d'*Avicennia* aurait un impact négatif sur la croissance en hauteur. Elle n'influencerait ni la croissance en diamètre, ni la mortalité des plants. Il avait été supposé que la présence de racines d'*Avicennia* améliorerait la fixation des propagules et des plants reboisés et permettrait ainsi leur meilleures survie et croissance. La littérature ne mentionne pas grand-chose à ce sujet.

4.2. Perception et appropriation de la mangrove et ses reboisements par la population du Delta du Saloum

4.2.1. Discussion des résultats généraux

Le nombre presque équivalent d'hommes (57) et de femmes (59) au sein de l'échantillon permet de réaliser des conclusions par genre de manière robuste. De plus, la taille de l'échantillon est déjà assez conséquente (116 personnes) pour pouvoir estimer des tendances au sein de la population de la RBDS. Le nombre de personnes interrogées en zone terrestre et insulaire diffère (pour rappel, seulement 36% des enquêtés vivent dans les îles) en raison de la plus grande difficulté d'accès aux villages de la zone insulaire et d'un changement de traducteur ayant occasionné un temps de questionnaire plus long par personne pour un nombre de jours limité dans la zone.

La moyenne d'âge de la population échantillonnée est de 51 ans, bien que la population de la région soit très jeune (*cf* 3.3.1.). Cela pourrait refléter un biais lors de la réalisation de l'échantillonnage de la population. Cependant, il se trouve que dans la société sénégalaise, on accorde une plus grande importance à l'avis des aînés qu'à celui des jeunes. C'est pourquoi il était relativement plus aisé d'interroger des personnes de 40 ans et plus sur leur utilisation et perception de la mangrove que des personnes plus jeunes. Il arrivait que lorsqu'une personne plus jeune était interrogée, les personnes mûres se trouvant alentour se sentent offusquées qu'on interroge un jeune plutôt qu'elles. De plus, les jeunes ne voulaient pas forcément répondre non plus quand un adulte se trouvait à proximité et préféraient le laisser répondre à leur place. Une importance prépondérante est également donnée aux présidentes et membres de groupements d'intérêt économique, toutes des femmes matures dont l'avis est fort écouté dans les villages. La moyenne d'âge entre les zones insulaires et terrestre est relativement similaire et peut renseigner sur le fait que l'échantillonnage a été réalisé de la même manière au sein des deux zones. Les personnes restant de manière permanente au village sont en général les adultes dont les revenus sont liés à la pêche, les femmes mariées, les personnes âgées et les enfants alors que les autres se délocalisent vers les centres urbains comme Dakar, Kaolack et Mbour (Fall et al., 2009). Ceci peut fortement influencer l'âge de la population échantillonnée.

La majorité des personnes interrogées sont d'ethnie Sérère (pour rappel, 87,9% de l'échantillon), ce qui rend les conclusions délicates à poser du point de vue de l'ethnie. Pour pouvoir donner les tendances des ethnies, il aurait fallu plus de personnes d'autres ethnies que Sérère au sein de l'échantillon. Néanmoins, les Sérères sont l'ethnie majoritaire dans la région du Sine-Saloum, celle-ci étant la zone d'origine des personnes de cette ethnie au Sénégal (Cisse, 2004). Les autres ethnies présentes au sein de l'échantillon relèvent de migrations et il est donc normal qu'elles soient moins représentées.

L'agriculture est l'activité la plus représentée par les personnes enquêtées (53% la pratiquent). Cela peut être justifié par le fait qu'il s'agit d'une activité ancestrale et que la majorité des personnes interrogées vivent dans la zone terrestre (où l'agriculture a tendance à être plus pratiquée, *cf* 4.2.3.). Toutefois, de nos jours, les populations délaisent l'agriculture au profit de la commercialisation des produits halieutiques, autrefois prélevés pour leur consommation personnelle (Cisse, 2004).

Concernant la division sexuelle du travail, chez les Sérères, la collecte et la vente d'huîtres et de mollusques sont des activités essentiellement féminines (Figures 36 et 37), au même titre que la transformation du poisson frais en poisson séché, fumé et salé (Fall, 2009). Par contre, la pêche et la récolte de bois vert sont des activités masculines. La récolte de bois mort est une activité considérée comme féminine (Balla Dieye, 2013), bien que les hommes puissent la réaliser quand le besoin s'en fait sentir (si la femme est malade ou n'a pas le temps d'y aller par exemple). Les résultats obtenus confirment cette répartition des tâches.



Figures 36 et 37 – Transformation des « pagnes » après récolte par des femmes Sérère du village de Diogane, Sénégal. © Evelynne Bocquet

4.2.2. Participation aux reboisements de mangrove

Le taux impressionnant de participation aux reboisements impressionnant (85% des enquêtés) démontre un réel engouement de la population à reboiser la mangrove. Cela peut s'expliquer par le fait qu'une sensibilisation sur l'importance de la mangrove pour la population est réalisée par les projets depuis une vingtaine d'années dans la zone. De plus, certains projets prévoient une rémunération contre reboisement, ce qui peut être attrayant pour augmenter quelque peu le revenu de la famille. En outre, les personnes d'un certain âge ayant vu la mangrove se dégrader et progressivement disparaître (surtout en zone terrestre), semblent être sensibles au fait de la restaurer, bien que leur âge avancé ne leur permette pas toujours de patauger dans le « poto-poto ». Voilà pourquoi ce sont les personnes moins âgées qui ont plus tendance à reboiser la mangrove : du fait de leurs capacités physiques et de l'attrait que reboiser la mangrove peut avoir (revenus, maintien des produits halieutiques et transmission de l'écosystème mangrove aux générations futures).

Avant de discuter des résultats de l'ACP, il faut garder à l'esprit que l'interprétation de ses résultats est délicate pour deux raisons : premièrement, vu le taux de participation très élevé, il est difficile de tirer des conclusions concernant le profil des personnes ne reboisant pas la mangrove. Secundo, les personnes interrogées sont presque toutes d'ethnie Sérère, ce qui rend les conclusions délicates à poser du point de vue de l'ethnie. Une mauvaise connaissance de la répartition des ethnies dans la zone en est la cause. Un échantillonnage

dans quelques villages des îles de Bétenti, là où la population est majoritairement Socé (Fall, 2009) aurait pu permettre de comparer ces deux ethnies. Le fait que les Sérères reboisent moins que les autres sur le graphe de l'ACP peut être expliqué par le fait que toutes les personnes des autres ethnies reboisent, alors que l'entièreté des personnes Sérères ne reboise pas. De plus, pour pouvoir conclure quant au profil des personnes ne reboisant pas la mangrove, il faudrait une proportion plus importante de personnes ne reboisant pas au sein de l'échantillon. Les conclusions peuvent surtout être faites par rapport aux activités menées et au lien entre les activités principales et la participation aux reboisements.

Il n'y aurait pas de corrélation entre le fait de participer aux reboisements et le fait de pratiquer des activités dans la mangrove. Par contre, il y en a avec le fait d'avoir des activités hors mangrove. Cela peut être dû au fait que les personnes ayant des activités hors mangrove sont curieuses d'aller dans la mangrove, ou encore qu'elles habitent dans des zones où la mangrove est plus touchée et voient donc mieux l'intérêt de la préserver. Par contre, le fait de reboiser et de récolter des produits dans la mangrove sont intimement liés. En effet, on récolte ces produits (poissons, mollusque, bois, ...) que l'on travaille au sein de la mangrove ou pas comme moyen de subsistance par exemple. Cela semble donc logique de vouloir préserver un écosystème duquel on dépend.

L'âge et l'ethnie des personnes qui reboisent la mangrove importe peu. Toutefois, sur le terrain, il a été mentionné que les personnes n'ayant pas de force ou étant de trop forte corpulence devaient éviter de replanter (mais pouvaient participer à la recherche de propagules et au triage) du fait du sol très meuble au sein duquel il est difficile de se déplacer. Les hommes auraient également plus tendance à reboiser la mangrove que les femmes. Cela peut s'expliquer par le fait que les femmes, quoi qu'il arrive, doivent être là pour s'occuper du foyer. En effet, dans cette société, une femme doit toujours être à la maison pour, par exemple, s'occuper de ses enfants en bas âge ou veiller à la préparation du repas familial.

La variance totale expliquée par les axes est de 59,2% de la variance de l'échantillon, ce qui est peu. Néanmoins, il ne sera pas possible de faire mieux dans ce cas-ci.

4.2.3. Utilisation de l'écosystème en fonction de son état

Il faut garder à l'esprit lors de la lecture de l'ACP que seulement 36% des personnes interrogées vivent en zone insulaire.

L'hypothèse déclarant la mangrove de la zone insulaire comme plus préservée que la mangrove de la zone terrestre est discutable. En effet, cette supposition se base avant tout sur des vérités-terrain. Or, tous les villages de la RBDS n'ont pas été visités. Il serait donc possible, que, par exemple, la mangrove de certains villages terrestres ait été plus préservée que la mangrove de la zone insulaire, par exemple, par un interdit du fait de la prise de conscience de la dégradation de la mangrove en zone terrestre alors qu'en zone insulaire, la coupe abusive de palétuviers (pour, par exemple, le fumage de poissons) continuait. De plus, la mangrove de la zone insulaire est également dégradée. Elle peut sembler moins dégradée à cause de sa hauteur mais de large zones de palétuviers y sont coupées et peuvent être masquées à la vue par une bande de palétuviers hauts et encore intacts.

Le fait que la récolte des huîtres et des mollusques soient des activités fortement corrélées signifie que les personnes vont les chercher soit simultanément soit lorsque la saison des huîtres est finie, la saison de récolte des « *pagnes* » commençant. Ces activités sont indépendantes de la zone et peuvent renseigner sur la présence de fruits de mer au sein des écosystèmes de mangrove des deux zones. La pêche semble également indépendante de la zone. En effet, au Sénégal, le poisson est une des sources de protéines la plus consommée et meilleur marché que le poulet ou toute autre viande. Les habitants des deux zones pratiquent donc la pêche. Ce sont les fréquences de sortie en mer (N.B. : sur le fleuve) qui peuvent varier en fonction des zones mais l'information n'est pas présente ici. L'opposition entre les activités de collecte des fruits de mer et la pêche est due à la répartition des activités selon les sexes, les premières étant féminines, la seconde masculine.

L'agriculture et l'élevage sont plutôt des activités réalisées au sein de la zone terrestre, ce qui se comprend car la superficie de terres disponibles y est nettement supérieure.

La collecte de bois de palétuvier a majoritairement lieu en zone insulaire. Quoi de plus logique que de prélever des palétuviers là où ils sont présents et où ils ont meilleure allure (ils y sont plus abondants et plus grands).

La variance expliquée est, encore une fois, faible si l'on extrapole les constatations faites à l'ensemble de la population du Delta du Saloum. Toutefois, la direction des composantes principales risque de ne pas être la même dans ce cas. Dans le contexte de cette étude, une variance de 52,2% est quand-même acceptable mais il faut garder à l'esprit que toute la variabilité du jeu de données n'est pas représentée/explicite.

4.2.4. Influence du niveau de responsabilité sur la tendance à préserver la mangrove

Au sein de l'échantillon sont retrouvés 33% de responsables (de village et de mangrove confondus). Il s'agit d'une proportion relativement importante de la population échantillonnée qui est considérée comme suffisante dans le cadre de ces analyses.

L'hypothèse selon laquelle la tendance à reboiser la mangrove se résume à la reboiser, y pratiquer des activités de récolte et/ou utiliser le moins de bois de palétuvier possible (surtout en ce qui concerne le bois vert) est moyennement discutable. En effet, on ne reboise pas forcément la mangrove pour la préserver mais peut-être juste pour gagner un peu d'argent ou juste par effet d'entraînement : « tout le village y va, alors moi aussi ». Cependant, être responsable de la mangrove ou du village sous-entend que l'on réalise des actions en connaissance de cause et que l'on est mieux informé à leur propos que le reste du village. Par ailleurs, le fait d'avoir des activités fortement liées à la mangrove peut procurer une grande motivation à la préserver car on en est dépendant. Cependant, la variable « récolte » au sein de la mangrove en elle-même n'est pas un bon indicateur de préservation de la mangrove car on peut juste aller y prélever tout ce que l'on peut sans penser à laisser les ressources se régénérer de manière suffisante. Elle est donc à utiliser avec prudence. Finalement, le fait d'utiliser moins de bois peut en effet refléter un choix de consommer moins de bois de palétuvier afin de préserver la mangrove mais ces considérations semblent plutôt être un luxe que seuls les occidentaux peuvent s'offrir. En effet l'accès à l'énergie pose souvent problème, surtout dans les coins reculés comme les zones insulaires où il n'y a pas de distribution d'électricité. La cuisine se fait donc majoritairement au bois de chauffe.

Les ménages utilisant d'autres sources d'énergie (comme le gaz) sont en général aisés car ils peuvent se permettre de payer pour une ressource qu'ils pourraient se procurer gratuitement en allant la prélever dans la mangrove (Balla Dieye, 2013). La consommation de gaz à la place du bois de chauffe peut être due à une volonté de vivre dans un plus grand confort car aller récolter du bois s'avère fort éprouvant. Concernant le bois pour la construction des cases, il est très peu utilisé en zone insulaire où les maisons sont plutôt construites en briques réalisées grâce à des coquilles d'huîtres broyées. Ces maisons reflètent un idéal social car elles sont d'un plus haut standing que les traditionnelles cases munies de leur toit de paille et de perches de palétuviers. De plus l'utilisation de bois dépend de la disponibilité de cette ressource. Mais dans l'ensemble, il est vrai que si l'on veut protéger la mangrove en la reboisant, il n'est pas logique de la déforester d'un autre côté.

L'ACP montre que les personnes responsabilisées ont tendance à plus reboiser la mangrove et à consommer plus de bois mort de palétuvier que de bois vert. Il faut se montrer prudent car le fait de consommer plus de bois mort que de bois vert peut juste traduire la présence de plus de femmes parmi les responsables. Cependant, la majorité des responsables s'avèrent être des hommes (seulement ¼ des responsables s'avère être des femmes). Par contre, le fait d'être responsable n'est pas lié à la récolte de produits au sein de la mangrove. Le fait de reboiser la mangrove et d'être responsable de celle-ci peut être influencé par le fait que la majeure partie des responsables interrogés étaient des responsables de la mangrove (environ 2/3 des personnes étaient des volontaires forestiers, des responsables de comité de reboisement ou de groupement d'intérêt économique, tandis que le tiers restant s'avère être des chefs de village ou leurs représentants). Les responsables de mangrove sont donc tenus de la reboiser pour montrer l'exemple et être crédibles. Le fait que les responsables aient plus tendance à consommer du bois mort que du bois vert est encourageant mais ne renseigne pas sur les quantités prélevées qu'il serait bon de relever. L'indépendance entre la récolte de produits de mangrove et le rôle pourrait être expliquée par le fait que la grande majorité des personnes interrogées prélèvent au moins un produit au sein de la mangrove.

La variance expliquée est de 88,1% de l'échantillon total, ce qui est confortable. Ce modèle explique donc les raisons principales causant la variance au sein du jeu de données.

4.2.5. Plateforme de concertation des acteurs de la mangrove, Foundiougne

D'après quelques entretiens informels, afin de fluidifier les échanges entre les différents acteurs de la mangrove et les projets qu'ils portent, Wetlands et le Conseil départemental de Foundiougne auraient créé une plateforme de concertation de ces acteurs (Wetlands, 2015).

Cependant, hormis deux réunions, une pour sa création en 2015 et l'autre pour sa relance en septembre 2017, elle n'est pas active. Cela est dû à deux causes : premièrement, tous les acteurs ne peuvent s'identifier à une plateforme portant presque le nom d'un des membres (Wetlands), pour la simple et bonne raison que celui-ci aurait injecté dix millions de francs CFA au sein de la plateforme et se la serait donc quelque peu appropriée. Par ailleurs, la notion de *per diem* est fort mise en avant. En effet, pour assister à des réunions, certains acteurs villageois doivent se déplacer de très loin et les transports coûtent parfois cher. Il serait donc intéressant de réfléchir à une forme de financement collectif au sein de cette

plateforme, afin qu'elle fonctionne et que les acteurs agissent de manière cohérente en faveur de la mangrove et des populations qui en dépendent.

5. Conclusion

L'influence des différents facteurs environnementaux et écologiques sur la mangrove est très complexe. Ceux-ci se combinent mais n'ont pas tous le même poids quant à la survie et à la croissance des palétuviers. Les modèles peuvent donner des indications des conditions à réunir afin de favoriser la survie et la croissance des reboisements.

Concernant la perception de la mangrove et de ses reboisements par la population du Delta du Saloum, diverses conclusions peuvent être tirées.

Tout d'abord, comme mentionné au sein de la littérature, il y a présence d'une répartition des tâches au sein de la mangrove en fonction du sexe des individus. Les femmes ont plutôt tendance à y récolter des fruits de mer et du bois mort, et les hommes des poissons et du bois vert.

Par rapport au profil des personnes qui reboisent la mangrove, il faut surtout retenir que ces personnes ont plus tendance à pratiquer des activités principales en dehors de la mangrove (pêche élevage, commerce, ...), avec toutefois une récolte de produits au sein de celles-ci. Le fait de pratiquer des activités principales dans la mangrove n'influence pas le degré de participation aux reboisements.

Dans la zone terrestre, où la mangrove est considérée comme dégradée, la population a plus tendance à pratiquer l'agriculture et l'élevage que dans la zone insulaire. Les activités de pêche et de récolte de fruits de mer sont indépendantes de la zone et traduisent soit la disponibilité des ressources au sein des deux zones, soit une présence de restes de traditions ancestrales au sein d'un écosystème dégradé (Ndour, 2012). La récolte de bois, quant à elle, est plus réalisée en zone insulaire (mangrove moins dégradée), là où la ressource est la plus disponible... pour le moment. La population adapte donc ses activités en fonction des ressources disponibles ou non dans le milieu.

Finalement, les responsables au sein des villages ont plus tendance à préserver la mangrove que les autres, de par leur participation au reboisement de celle-ci et leur consommation moins élevée en bois vert qu'en bois mort.

6. Perspectives

Pour pouvoir conclure de manière plus robuste concernant les facteurs influençant la survie et la croissance des *Rhizophora* spp. reboisés, l'idéal serait de compléter le jeu de données par des mesures réalisées dans d'autres sites afin de percevoir l'impact global des différents facteurs mesurés sur les palétuviers dans la RBDS en général. Il serait également intéressant d'étudier les facteurs influençant la mise en place de pousses naturelles. Par ailleurs, d'autres facteurs pourraient être étudiés afin de représenter au mieux la réalité, et notamment les interactions entre les personnes et la mangrove dans le cadre de sa survie et de sa croissance (par exemple, ne pas reboiser dans les endroits où les pêcheurs passent augmente les chances de survie des plants). La qualité des propagules est également très importante et leur origine devrait être plus sévèrement contrôlée. Le mieux serait de récolter les propagules des palétuviers les plus proches des sites car ceux-ci seront mieux adaptés aux conditions écologiques du site que d'autres poussant dans des conditions différentes.

Il serait intéressant d'échantillonner d'autres villages (surtout en zone insulaire afin d'en augmenter la proportion) ou encore de compléter les échantillons des mêmes villages pour atteindre un nombre de personnes suffisamment élevé par village (30) et pouvoir donner des conclusions par village et ainsi les comparer. Comparer l'utilisation de l'écosystème mangrove entre les ethnies pourrait également s'avérer instructif. Pour ce faire, il faudrait par exemple échantillonner dans les îles de Bétenti où une majorité de Socés habite.

Certaines variables gagneraient à être évaluées de manière quantitative, telles que la récolte de bois, de poissons et de fruits de mer. Un suivi de la coupe de bois, surtout en zone insulaire, s'avère plus que nécessaire, spécialement avec les activités de coupe pratiquées pour subvenir au fumage massif du poisson pratiqué par les Guinéens (Dème, 2010; Cisse, 2004).

De plus, il faudrait pouvoir quantifier le degré de dégradation de l'écosystème avec précision afin de tirer des conclusions fiables quant à son utilisation et déterminer comment gérer au mieux les ressources encore disponibles (Ackermann et al., 2006).

Des conclusions pourraient être tirées pour toute la mangrove du Sénégal si une étude comparable était réalisée en Casamance. Ceci pourrait éclairer le gouvernement sénégalais quant aux enjeux et perspectives de la gestion de cette ressource naturelle de grande importance, notamment touristique.

Il conviendrait également de revenir sur la plateforme de concertation des acteurs de la mangrove à Foundiougne. Un très grand nombre d'acteurs publics et privés est impliqué dans la zone. Les acteurs publics sont entre autres la Direction des Aires Marines Protégées, la Direction des Eaux et Forêts, la Direction des Parcs Nationaux, le Service de pêche et le Conseil Départemental de Foundiougne. Les partenaires privés sont constitués d'ONG et associations telles que APIL, ADG, Wetlands International, WAAME et Océanium. Au vu du nombre d'acteurs et des moyens financiers et humains qu'ils peuvent déployer, la relance de cette plateforme pourrait permettre des actions globales de plus grande ampleur en faveur de la mangrove et des populations qui en dépendent.

Bibliographie

- Ackermann G. et al., 2006. Dynamique des paysages et perspectives de développement durable sur la petite cote et dans le delta du Sine – Saloum (Sénégal). *VertigO*, 7.
- ADG, 2011. *Capitalisation de l'expérience de l'ONG ADG : Février 2011 A l'usage des Communautés Rurales du Delta du Saloum, Sénégal Guide pratique de gestion de la mangrove*,
- ADG, 2012. *La mangrove, un écosystème à protéger... Guide pratique à l'usage des Communautés Rurales du Delta du Saloum, Sénégal*,
- ADG, 2013. *Projet de restauration et de conservation de l'écosystème mangrove dans la réserve de biosphère du Delta du Saloum - PRECEMA*,
- ADG & Nature +, *Guide technique de reboisement de la mangrove à Rhizophora dans le réserve de la biosphère du delta du Saloum - Sénégal*,
- Ajonina G., 2013. Etablissement du bilan carbone des mangroves des zones humides du Complexe Ouest du Sud- Bénin en vue de la préparation d ' un projet MDP Rapport de Consultation. , 79.
- Aronson J. & Le Floc'h É., 1995. Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. *Natures Sci. Sociétés*, 3, 29–35.
- Aubréville A., 1959. *La flore forestière de la Côte d'Ivoire* 2nd ed.,
- Balla Dieye E.H. et al., 2013. Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010. *Cybergeog*.
- Balla Dieye E.H. et al., 2013. Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010. *Cybergeog Eur. Journal Geogr*.
- Barroux R., 2017. Au Brésil, mangrove, forêt, pêche et coraux menacés par les projets pétroliers de Total. https://www.lemonde.fr/planete/article/2017/03/31/au-bresil-mangrove-foret-peche-et-coraux-menaces-par-les-projets-petroliers-de-total_5103677_3244.html, (2/8/2018).
- Belda M. et al., 2014. Climate classification revisited: From Köppen to Trewartha. *Clim. Res.*, 59(1), 1–13.
- Blondel J., 1995. Du théorique au concret : la biologie de la conservation. *Natures Sci. Sociétés*, **Hors-série**.
- Bosire J.O. et al., 2005. Predation on propagules regulates regeneration in a high-density reforested mangrove plantation. *Mar. Ecology Prog. Ser.*
- Bouaita Y. et al., 2017. A particularity of West African Sudanian coast : the “inverse estuaries.”
- Bouchet P., 1977. Distribution des mollusques dans les mangroves du Senegal. *Malacologia*, 16(June), 67–74.

- Centre de Suivi écologique pour la gestion des ressources naturelles, 2013. *Annuaire sur l'environnement et les ressources naturelles du Sénégal*,
- Cisse A.T., Ghysel A. & Vermeulen C., 2004. Systèmes de croyances Niominka et gestion des ressources naturelles de mangrove.
- Clough B.F., 1992. Primary productivity and growth of mangrove forests. *In: Tropical Mangrove Ecosystems*. 225–249.
- Commission des Communautés européennes & Direction générale pour le développement, 1992. *Mangroves d'Afrique et de Madagascar* Office des publications officielles des Communautés européennes, ed., Luxembourg.
- Cormier-Salem M.-C., 1999. *Rivières du Sud : sociétés et mangroves ouest-africaines* Tome 1.,
- Cormier-Salem M.C. & Panfili J., 2016. Mangrove reforestation: greening or grabbing coastal zones and deltas? Case studies in Senegal. *African J. Aquat. Sci.*, **41**(1), 89–98.
- Dahdouh-Guebas F. & Koedam N., 2006. Empirical estimate of the reliability of the use of the Point-Centred Quarter Method (PCQM): Solutions to ambiguous field situations and description of the PCQM+ protocol. *For. Ecol. Manage.*, **228**(1–3), 1–18.
- DAMCP, Les Aires Marines Protégées. <http://www.damcp.gouv.sn/les-amp>, (3/8/2018).
- DAMCP, 2014. Plan d'aménagement et de gestion de l'aire marine protégée du Gandoul. , 62.
- Dème M., Failler P. & Van de Walle G., 2010. Dynamiques d'exploitation et de valorisation des ressources halieutiques dans la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (RBDS). *Inst. sénégalais Rech. Agric.*, **9**, 20.
- Dia I.M.M. & Sénégal I., 2003. *Élaboration et mise en oeuvre d'un plan de gestion intégrée - La Réserve de biosphère du delta du Saloum, Sénégal*,
- Dikobè S., 2018. Cameroun : Reboisement des mangroves dans les régions côtières. <https://www.africa-info.org/environnement/1479-cameroun-reboisement-des-mangroves-dans-les-regions-cotieres.html>, (2/8/2018).
- Diop S., 1990. *La côte Ouest-Africaine Du Saloum (Sénégal) à la Mellacorée (Rép. de Guinée)*.
- Diouf P.S., 1996. *Les peuplements de poissons des milieux estuariens de l'Afrique de l'Ouest: l'exemple de l'estuaire hyperhalin du Sine-Saloum*. Montpellier II.
- Donadieu P., 2002. Les références en écologie de la restauration. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **supplément**, 109–119.
- Duke N.C., 1992. Mangrove Floristics and Biogeography. *In: Tropical Mangrove Ecosystem*. 63–100.
- Fall M. & Marie, 2009. S'adapter à la dégradation de l'environnement dans le Delta du Saloum : Variabilité des stratégies chez les femmes socés et niominkas du Sénégal. *VertigO*, (Volume 9 Numéro 2).

- FAO, 2007. *The world's mangroves 1980-2005*,
- Frédéric B., Hakizimana P. & Bogaert J., 2012. De la conservation à la restauration écologique : démarche méthodologique. *Bull. Sci. l'Institut Natl. pour l'Environnement la Conserv. la Nat.*, **10**(257), 20–24.
- Giri C. et al., 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. , **20**, 154–159.
- Hashim R. et al., 2009. An integrated approach to coastal rehabilitation: Mangrove restoration in Sungai Haji Dorani, Malaysia. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **86**(1), 118–124.
- Henry C., 2014. Bangladesh: une marée noire menace la plus grande mangrove du monde. https://www.lexpress.fr/actualite/societe/environnement/bangladesh-une-maree-noire-menace-la-plus-grande-mangrove-du-monde_1632931.html.
- Hervé M., 2016. *Aide-mémoire de statistique appliquée à la biologie : Construire son étude et analyser les résultats à l'aide du logiciel R*,
- Hossain M.D. & Nuruddin A.A., 2016. Soil and mangrove: A review. *J. Environ. Sci. Technol.*, **9**(2), 198–207.
- IRD, Interface Biodiversité du littoral sénégalais. <http://www.linus.ird.sn/biodiversite/>, (3/8/2018).
- IRD, 2018. LMI PATEO : patrimoines et territoires de l'eau - Institut de recherche pour le développement (IRD). <https://www.ird.fr/la-recherche/laboratoires-mixtes-internationaux-lmi/lmi-pateo-patrimoines-et-territoires-de-l-eau>, (3/8/2018).
- IUCN, About | IUCN. <https://www.iucn.org/about>, (7/7/2018).
- IUCN, 2011. *Candidature au patrimoine mondial - Evaluation technique de l'UICN Delta du Saloum (Sénégal) - No. 1359*,
- IUCN, 2017. *Large-Scale Marine Protected Areas : Guidelines for design and management*,
- IUCN, 2008. *Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées*,
- Jimenez J.A. et al., 2015. Tree Mortality in Mangrove Forests. , **17**(3), 177–185.
- Kamali B. & Hashim R., 2010. Mangrove restoration without planting. *Ecol. Eng.*, **37**(2), 387–391.
- Kathiresan K., 2003. Insect folivory in mangroves. *Indian J. Mar. Sci.*, **32**(3), 237–239.
- Kauffman J.B. & Donato D.C., 2012. Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests.
- Kockelmann V., 2005. Evaluation et détermination des facteurs de réussites de la régénération assistée de la mangrove à *Rhizophora* spp. dans la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum.

- Komiyama A., Eong J. & Pongparn S., 2008. Allometry , biomass , and productivity of mangrove forests : A review. , **89**, 128–137.
- Legendre P. & Legendre L., 1998. *Numerical Ecology* 2nd ed., Elsevier Science B.V.
- Leopold A., 2012. *Dynamique du carbone au sein des mangroves des flux de CO₂ aux interfaces sol-air et eau-air.*
- Lewis R.R., 2005. Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. *Ecol. Eng.*, **24**(4 SPEC. ISS.), 403–418.
- Lykke A.M., 1994. The vegetation of delta du Saloum National Park, Senegal. , (January 1994), 88.
- Marius C., 1985. *Mangroves du Sénégal et de la Gambie : Ecologie - Pédologie - Géochimie. Mise en valeur et aménagement,*
- Mat Dia I., 2005. La Réserve de Biosphère du Delta du Saloum.
- Matsui N. et al., 2012. Ten Year Evaluation of Carbon Stock in Mangrove Plantation Reforested from an Abandoned Shrimp Pond. *Forests*, **3**(2), 431–444.
- MEA, 2005. *Ecosystems and human well-being : wetlands and water - Synthesis,*
- Montoroi J.-P. & Rieu M., 1997. Disparition du caractère sulfato-aluminique de la nappe des sols sulfatés acides dans une vallée aménagée de Basse-Casamance (Sénégal). *Fonds Doc. ORSTOM*, 301–308.
- Murdiyarso D. et al., 2009. Carbon storage in mangrove and peatland ecosystems. A preliminary account from plots in Indonesia. , 40.
- NASA, POWER Data Access Viewer: Prediction of Worldwide Energy Resource. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>, (3/8/2018).
- Ndema N.E. et al., 2015. Dynamique de croissance et taux de mortalité de *Rhizophora* spp . dans les mangroves de l'â€™™ estuaire du Rio del Rey : Site de Bamusso (Sud-Ouest Cameroun). *J. Appl. Biosci.*, **85**, 7824–7837.
- Ndour N., Diédhiou C.M. & Fall M., 2009. Elaboration d'une technique de plantation d'*Avicennia africana* à la lagune de la Somone au Sénégal. *Nat. faune*, **24**, 78–84.
- Ndour N., Dieng S. & Fall M., 2012. Rôles des mangroves, modes et perspectives de gestion au Delta du Saloum (Sénégal).
- Océanium, Le reboisement du rhizophora : plante ton arbre ! <http://www.oceaniumdakar.org/Le-reboisement-du-rhizophora.html>, (2/8/2018).
- ONG Bel Avenir, 2018. Reboisement de la forêt et de la mangrove - ONG Bel Avenir. <http://ongbelavenir.org/ambiental/projets/recuperation-de-lenvironnement/reboisement-de-la-foret-et-de-la-mangrove/>, (2/8/2018).
- ONU, 1992. *Convention sur la Diversité Biologique,*

- Peel M.C., Finlayson B.L. & McMahon T.A., 2007. Updated World Map of the Koppen-Geiger Climate Classification Updated world map of the K " oppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, (October 2007).
- Peres-Neto P.R., Jackson D.A. & Somers K.M., 2005. How many principal components? stopping rules for determining the number of non-trivial axes revisited. *Comput. Stat. Data Anal.*, **49**(4), 974–997.
- Phillips O. et al., 2006. Field manual for establishment and remeasurement (RAINFOR).
- Primavera J.H. & Esteban J.M.A., 2008. A review of mangrove rehabilitation in the Philippines: Successes, failures and future prospects. *Wetl. Ecol. Manag.*, **16**(5), 345–358.
- RAMSAR, 2014. About the Ramsar Convention. <https://www.ramsar.org/about-the-ramsar-convention>, (7/7/2018).
- République du Sénégal, 2016. *Plan départemental de développement (PDD) : Foundiougne (2016)*,
- République du Sénégal, 2006. *Politique forestière du Sénégal 2005-2025*,
- Sitoe A.A., Mandlate L.J.C. & Guedes B.S., 2014. Biomass and carbon stocks of Sofala Bay mangrove forests. *Forests*, **5**(8), 1967–1981.
- Sow M. et al., Formations végétales et sols dans les mangroves des Rivières du Sud. In: M.-C. Cormier-Salem, ed. *Dynamique et usages de la mangrove dans les pays des rivières du Sud, du Sénégal à la Sierra Leone*. 51–57.
- Steffen W. et al., 2015. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *Anthr. Rev.*, **2**(1), 81–98.
- STHDA, 2017. ACP - Analyse en Composantes Principales avec R: L'Essentiel. <http://www.sthda.com/french/articles/38-methodes-des-composantes-principales-dans-r-guide-pratique/73-acp-analyse-en-composantes-principales-avec-r-l-essentiel/>, (31/7/2018).
- Suhardiman A., Tsuyuki S. & Setiawan Y., 2016. Estimating Mean Tree Crown Diameter of Mangrove Stands Using Aerial Photo. *Procedia Environ. Sci.*, **33**, 416–427.
- Thomas N. et al., 2017. Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PLoS ONE*, 14.
- Ulf Mehlig, Mangrove forest. <http://www.ulf-mehlig.de/jpg/mangrove/mangrove.html>, (3/8/2018).
- UNESCO, 2017. Biosphere Reserves - Learning Sites for Sustainable Development. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/>, (2/8/2018).
- UNESCO, 2018. Delta du Saloum. <https://whc.unesco.org/fr/list/1359>, (3/8/2018).

- Vidal J., 2010. Nigeria's agony dwarfs the Gulf oil spill. The US and Europe ignore it | Environment | The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2010/may/30/oil-spills-nigeria-niger-delta-shell>, (2/8/2018).
- Vo Q.T. et al., 2012. Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecol. Indic.*, **23**, 431–446.
- Wakushima S., Kuraishi S. & Sakurai N., 1994. Soil salinity and pH in Japanese mangrove forests and growth of cultivated mangrove plants in different soil conditions. *J. Plant Res.*, **107**(1), 39–46.
- Wetlands, 2015. Sénégal / Gestion de la Mangrove - Wetlands International et le Conseil Départemental de Foundiougne mettent en place une Plateforme Mangrove. <https://africa.wetlands.org/nouvelles/senegal-gestion-de-la-mangrove-wetlands-international-et-le-conseil-departemental-de-foundiougne-mettent-en-place-une-plateforme-mangrove/>, (3/8/2018).
- Wilkie M.L., 2005. *Évaluation des ressources forestières mondiales 2005 - Étude thématique sur les mangroves - Sénégal*,

Annexes

Annexe 1 : Fiche d'encodage des mesures de palétuviers

Date : .../05/2018	N° parcelle : ...	N° placette : ...	Salinité :
Point GPS : n° : X : Y :			
N° échantillon de sol :	Description du sol :	Couleur :	Profondeur :

N_arbre	Statut	Htot [cm]	H_rhizoph [cm]	Diam_10 [mm]	Prés_Cocons	Prés_huîtres	Prés_rac_Avi	Prés_feuilles	Etat_sanit	Observations
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Annexe 2 : Fiche de questionnaire

Date :

Nom du traducteur :

N° de questionnaire : Nom, Prénom :
 Âge : Sexe : ☐ F ☐ M Ethnie :
 Activité(s) principale(s) : Rôle particulier :
 Village : ☐ Terrestre ☐ Insulaire Communauté rurale :
 Originaire du village ? ☐ OUI – ☐ NON Permanent au village ? ☐ OUI – ☐ NON

Mangrove – Contexte et usages

1) Définition du terme « mangrove »

Qu'est-ce que la mangrove pour vous ? Définissez en quelques mots.

.....

2) Évolution des superficies de mangrove

Comment la superficie de la mangrove totale et de la mangrove naturelle autour du village a-t-elle évolué ces 10 dernières années ? Quelles sont les causes de cette évolution ?

Totale : ☐ AUGMENTATION – ☐ DIMINUTION – ☐ MAINTIEN Causes :

Naturelle : ☐ AUGMENTATION – ☐ DIMINUTION – ☐ MAINTIEN Causes :

3) Activités au sein de la mangrove

Allez-vous dans la mangrove ? ☐ OUI – ☐ NON

➤ Si oui :

Activités réalisées	Nombre de jours par semaine (+ fréquence journalière si nécessaire)	Nombre de jours la semaine passée (+ fréquence journalière si nécessaire)	Besoin d'une autorisation* (oui : 1 – non : 0)

*si oui, expliquez le fonctionnement de l'acquisition des autorisations

.....

4) Utilisation du bois

Utilisez-vous du bois frais de palétuvier ? Pour quels usages ? Une autorisation est-elle nécessaire ?

.....

Utilisez-vous du bois mort de palétuvier ? Pour quels usages ? Une autorisation est-elle nécessaire ?

.....

Selon vous, quand les reboisements de mangrove seront matures, pourra-t-on les couper ? ☐ OUI – ☐ NON

Raison (si évoquée) :

5) Pharmacopée

Utilisez-vous des palétuviers pour vous soigner ? ☐ OUI – ☐ NON Si oui, quelle est la partie de l'arbre qui est utilisée et quels maux soigne-t-elle ?

.....

.....

6) Responsabilité de la mangrove

Qui est responsable de la mangrove :

Au sein du village :

Pour tout le Sénégal :

7) Importance de l'écosystème

Je ne vous le souhaite pas, mais si la mangrove disparaissait, que perdriez-vous ?

.....

Reboisement de la mangrove

8) Participation aux reboisements de mangrove

Avez-vous participé aux reboisements de la mangrove qu'il y a eu ici à [nom du village]? ☐ OUI – ☐ NON

9) Sensibilisation

Des personnes d'un projet ou de l'administration sont-ils venus vous parler de l'importance de la mangrove et de la manière de la reboiser? ☐ OUI – ☐ NON

➤ Si oui, comment l'information vous est-elle parvenue ? Type de support :

10) Choix des sites

Qui choisit où l'on va reboiser la mangrove ?

.....
Quels sont les meilleurs sites pour planter des
palétuviers ?

11) Date des reboisements

De quand datent les premiers reboisements réalisés ici à [nom du village] ? Et les derniers ?

.....
Combien de fois avez-vous participé aux reboisements de mangrove ?

12) Activité lors du reboisement

Qu'avez-vous fait lors des reboisements de la mangrove ? Récolte des propagules ; triage ; plantation ;
autre :

13) Niveau de connaissance - reboisements

Pouvez-vous citer le nom des arbres plantés lors de ces reboisements ?

14) Foncier

Qui est propriétaire des zones de mangrove reboisées ?

15) Participants

Qui participe aux reboisements ? enfants – femmes – hommes – vieillards – tout le monde

16) Satisfaction

Êtes-vous satisfait des résultats des reboisements ? ☐ OUI – ☐ NON

Y aurait-il des choses à améliorer ? ☐ OUI – ☐ NON Si oui, développez :

17) Accès aux propagules

Où vous procurez-vous des propagules ? Au village – dans un village voisin – dans les îles

Avec quel moyen de transport les récoltez-vous ? à pied – en pirogue

Quelle méthode utilisez-vous pour les récolter ? ramassage – cueillette

18) Perception mangrove vs reboisements

Y a-t-il une grande différence entre la mangrove naturelle et la mangrove reboisée ? ☐ OUI – ☐ NON

➤ Si oui, quelles sont les différences ?

19) Niveau de connaissance – milieu

Pensiez-vous qu'il était possible de reboiser la mangrove avant l'arrivée des projets de reboisement ? ☐ OUI –
☐ NON

Par qui l'avez-vous appris ?

20) Appropriation des reboisements - indépendance

Selon-vous, le village est-il capable de réaliser des reboisements de mangrove sans l'aide des projets ? ☐ OUI –
☐ NON

➤ Si oui, des reboisements indépendants des projets ont-ils déjà eu lieu ? ☐ OUI – ☐ NON

○ Si non, pourquoi ?

➤ Si non, que vous manquerait-il pour être autonome ?

21) Amélioration de l'état de la mangrove

À part le reboisement, que pourrait-on faire pour améliorer l'état de la mangrove ?

22) Financements

Savez-vous qui finance les reboisements de la mangrove ? ☐ OUI – ☐ NON

- Si oui, donnez le nom de l'acteur :

Savez-vous à combien s'élève l'argent investi pour reboiser la mangrove ? ☐ OUI – ☐ NON

- Si oui, pouvez-vous dire combien ?

Avez-vous personnellement reçu de l'argent pour reboiser ? ☐ OUI – ☐ NON

- Si oui, combien ?

23) Niveau de participation de la population

Le village a-t-il proposé des actions à réaliser au projet ? ☐ OUI – ☐ NON

- Si oui, celles-ci ont-elles vraiment été réalisées par la suite ?
○ Si oui, donnez des exemples

.....

24) Représentation du village

Participez-vous à des réunions à l'extérieur du village avec les responsables de projet ? ☐ OUI – ☐ NON

- Si non, qui représente les villageois ? Comment cette personne est-elle choisie ?

Les décisions sont-elles prises lors de ces réunions ou après restitution au village ? lors des réunions – après restitution

Donnez des exemples de ce qui a été décidé :

.....

25) Historique des reboisements

Pouvez-vous réaliser un bref historique des projets venus reboiser la mangrove ici à [nom du village] ?

Année	Nom de l'acteur et/ou du projet

Annexe 3 – Mortalité annuelle et accroissements annuels moyens en hauteur et en diamètre.

Tableau 10 – Valeurs de mortalité et d'accroissements obtenues en fonction du nom de la parcelle et du numéro de la placette.

Nom de la parcelle	Numéro de placette	Mortalité annuelle [% de plants /an]	Accroissement annuel en hauteur [cm/an]	Accroissement annuel en diamètre [mm/an]
WAAME	1	1,82	9,49	1,27
	2	2,52	10,90	1,10
	3	3,94	6,07	0,82
	4	1,82	13,34	1,42
	5	2,52	11,91	1,32
	6	4,29	8,93	1,03
Projet Mangrove	7	0,54	11,29	1,12
	8	2,89	6,45	0,68
	9	0,06	7,68	1,05
	10	6,20	8,40	0,93
	11	4,31	11,72	1,32
	12	6,20	4,53	1,27
Eaux Forêts (partie Est)	13	12,26	7,68	2,89
	14	11,76	7,89	2,57
	15	12,26	8,75	2,57
	16	12,77	7,29	2,14
	17	9,23	9,16	2,94
	18	6,20	8,74	2,54
Eaux Forêts (partie Ouest)	19	3,68	8,18	2,27
	20	0,14	9,62	2,30
	21	11,25	9,52	2,36
	22	12,26	7,79	2,71
	23	10,75	9,37	2,29
	24	13,28	9,14	1,93
Wetlands	25	19,29	11,80	1,60
	26	15,05	14,71	3,37
	27	3,02	13,66	2,73
	28	2,32	15,34	2,61
	29	7,97	15,82	3,68
	30	11,51	13,50	3,02

Annexe 4 – Résultats des analyses de sols

Tableau 11 – Résultat des analyses de sol par placette

Nom de la parcelle	Numéro de placette	pH-H2O	Conductivité électrique [mS/cm]	MO [%]	Sable [%]	Limon [%]	Argile [%]
WAAME	1	6,2	15,22	3,0	60,8	24,4	14,7
	2	4,46	16,85	7,3	37,7	28,6	33,7
	3	7,47	11,75	3,8	49,1	31,4	19,5
	4	5,61	15,46	5,9	58,3	21,1	20,7
	5	5,12	23,64	5,3	38,9	25,3	35,9
	6	6,72	17,91	5,8	40,3	30,4	29,3
Projet Mangrove	7	5,89	20,12	10,7	40,1	22,4	37,5
	8	6,06	24,68	10,2	27,6	32,3	40,1
	9	5,91	24,76	12,0	28,7	30,0	41,3
	10	5,9	15,64	4,8	66,4	13,6	20,0
	11	7,01	18,09	8,6	43,1	24,9	32,0
	12	5,96	8,88	3,2	75,1	10,2	14,8
Eaux et Forêts (partie Est)	13	8,18	18,16	4,2	52,6	23,9	23,4
	14	7,91	19,82	8,8	45,6	24,6	29,9
	15	7,5	23,63	6,3	37,4	34,1	28,5
	16	7,58	16,72	4,6	55,1	21,2	23,7
	17	7,34	17,13	8,0	57,6	20,5	21,8
	18	6,63	23,94	5,3	37,3	23,2	39,5
Eaux et Forêts (partie Ouest)	19	5,08	22,94	2,5	29,5	34,7	35,8
	20	5,94	21,91	4,7	46,6	30,2	23,3
	21	6,65	32,92	3,9	33,7	24,6	41,7
	22	6,57	14,51	3,0	51,8	24,9	23,3
	23	6,69	26,91	1,9	28,2	37,0	34,9
	24	5,23	19,63	10,6	53,2	19,7	27,2
Wetlands	25	7,67	15,21	3,2	59,7	20,3	20,0
	26	6,35	19,95	3,2	30,0	31,1	38,9
	27	5,62	9,43	1,8	69,4	17,8	12,8
	28	6,89	21,48	3,1	37,4	23,7	38,9
	29	5,5	18,69	4,4	49,9	19,7	30,4
	30	3,91	17,91	3,2	60,0	14,3	25,7

Annexe 5 – Moyennes et écarts-types des variables de reboisements

Tableau 12 – Résultats des analyses de sol et de la mesure de la conductivité de l'eau par âge de plantation (moyenne et écart-type des résultats des analyses par placette pour le sol et des mesures pour l'eau). Les différentes colonnes présentent les résultats des analyses suivantes : pH_{H2O}, conductivité électrique du sol, matière organique, granulométrie avec le pourcentage de sable, de limon et d'argile et conductivité électrique de l'eau. M signifie moyenne et ET l'écart-type.

Identifiant de la parcelle	Âge de la parcelle [années]	pH-H2O		Conductivité électrique du sol [mS/cm]		Matière organique [%]		Sable [%]		Limon [%]		Argile [%]		Conductivité électrique de l'eau [mS/cm]		Distance au bolong principal [m]		Abondance de cocons [%]		Abondance de racines d' <i>Avicennia</i> [%]	
		M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET
A	20	5,93	1,09	16,81	3,94	5,2	1,6	47,5	10,2	26,9	4	25,6	8,5	72,1	0,17	77	43,1	2,5	14,4	13,5	23,7
B	15	6,12	0,44	18,7	6,01	8,2	3,5	46,8	19,7	22,2	8,8	30,9	11,1	73,1	0,15	62,3	29,6	41,1	28,8	2,4	11,1
C	7	7,52	0,53	19,9	3,2	6,2	1,9	47,6	8,9	24,6	4,9	27,8	6,5	72,8	0,2	46,2	39,8	0,1	0,2	0,0	0,0
D	7	6,03	0,73	23,14	6,3	4,4	3,2	40,5	11,3	28,5	6,6	31	7,6	78	0,4	70	39,9	0,9	4,9	2,0	9,8
E	5	5,99	1,3	17,11	4,31	3,2	0,8	51,1	15	21,1	5,8	27,8	10,4	70,4	0,35	158	30,6	4,9	9,9	10,0	24,4

Annexe 6 – Variables prises en compte lors de la construction des modèles

Tableau 13 – Variables utilisées pour construire les modèles de survie et de croissance en hauteur et des diamètres des plants de *Rhizophora* spp. de Mbam.

Modèle	Variables de départ
Modèle de survie	Variable à expliquer y : - Mortalité annuelle [%/an] Variables explicatives : - âge du reboisement [années] - distance au bolong [m] - conductivité moyenne de l'eau [mS/cm] - proportion d'argile [%] - proportion de limons [%] - proportion de sable [%] - pH du sol - matière organique [%] - abondance de racines d'<i>Avicennia</i> [%] - abondance de cocons [%]
Modèle de croissance en hauteur	Variable à expliquer y : - hauteur [cm] Variables explicatives : - âge du reboisement [années] - distance au bolong [m] - conductivité moyenne de l'eau [mS/cm] - proportion d'argile [%] - proportion de limons [%] - proportion de sable [%] - pH du sol - matière organique [%] - abondance de racines d'<i>Avicennia</i> [%]
Modèle de croissance en diamètre	Variable à expliquer y : - diamètre [mm] Variables explicatives : - hauteur [cm] - distance au bolong [m] - conductivité moyenne de l'eau [mS/cm] - proportion d'argile [%] - proportion de limons [%] - proportion de sable [%] - pH du sol - matière organique [%] - abondance de racines d'<i>Avicennia</i> [%]