



UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

Contribution des activités de reboisement à la
séquestration du carbone dans la communauté
rurale de Palmarin

Mémoire de maîtrise

Présenté par :

Dominique Ndouye

Sous la direction de :

Pr. Alioune Kane

Directeur de l'Ecole doctorale EDEQUE

Encadrement :

Dr. Tamsir Mbaye

Chercheur au CRNF/ISRA

Année universitaire 2010/2011

REMERCIEMENTS

L'élaboration de ce document constitue l'aboutissement d'un long parcours.

Bien que j'en sois le principal acteur, beaucoup de personnes ont participé à la réalisation de ce mémoire qui est titré comme suit : « *Contribution des activités de reboisement à la séquestration du carbone dans la communauté rurale de Palmarin* ».

Je voudrais sur ces premières pages dire ma reconnaissance et mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui se sont investis d'une manière ou d'une autre dans la préparation de cet ouvrage. Les registres sont nombreux : la formation scolaire, l'encadrement académique, le soutien (financier, moral, logistique), le conseil, etc.

D'abord, à mes parents, André Ndouye et Assomption Mandoza, je reconnais la détermination et la volonté sans faille à me pousser à l'excellence. Je dis merci à Papa et à Maman ainsi qu'à mon aîné Abraham Ndouye au nom de ses instructions avisées. Je porte une grande considération à mon grand père Raymond Maka au nom des conditions d'études aisées dont il m'a gratifié.

Au-delà de ces personnes, l'honneur revient aux messieurs et dames qui m'ont inculqué la connaissance de la géographie, m'ont donné la chance de présenter ce travail et ont su canaliser ma réflexion, mes recherches et ma rédaction dans le sens le plus pertinent possible.

Je veux citer ici d'abord mon encadreur le Professeur Alioune Kane et le Professeur Jean Laurent Kaly qui m'ont offert l'opportunité inespérée de soutenir mon mémoire sur le sujet actuel de la séquestration du carbone.

J'adresse également mes remerciements au Dr Tamsir Mbaye pour son inestimable apport à l'encadrement de ce mémoire. Je dis merci à Mr Cheikh Kandji et Mme Awa Niang Fall et au Professeur Cheikh Mbow pour leur aide et leur éclairage sans relâche.

A côté de ce groupe de chercheurs, d'autres personnes ont bien voulu m'adopter dans leur bienveillance et leur connaissance. Il s'agit du Professeur Adrien Coly, du Professeur Michel Seck et du Professeur Bienvenu Sambou. Je leur dis toute ma gratitude.

D'autres m'ont aidé, encouragé et conseillé grandement en particulier messieurs Ibrahima Kandji, Aliou Bâ, Ephrem Diémé, Sidya Badiane, Marcel Spenghenberg, Cheikh Diop, Ndiaye Guèye, Matthieu Polo, Babacar Faye. Je remercie aussi messieurs Cheikh Omar Ndiaye, Ibrahima Fall, Ibrahima Thiam et Mlle Marise Guinez Coly.

Toutefois, l'exercice de bonnes études supérieures exige un entourage de promotionnaires talentueux et dévoués, garant d'une motivation au perfectionnement. Je veux nommer tous les amis que j'ai connus au département de géographie et avec qui nous avons partagé des groupes de travail : Mr

Tidiane Bâ, MlleAïssatou Diallo, MrSalif Diatta, Sœur Chantal Diédhiou, MrAbdoulaye Faty, Mlle Khady Guèye, Mlle Khady Kama, Mlle Nadou Lawson, Mr Cheikh Diégo Ndiaye, Sœur Rosalie Sagna, MlleAïssatou Samba, Sœur Madeleine Sène, Mr Samsidine Sonko et Mr Timothée Walou.

Il est impossible pour moi de terminer cette partie des remerciements en oubliant les palmarinois sans lesquels mes recherches sur le terrain seraient compromises.

Il s'agit d'abord des gens qui m'ont accueilli sous leur toit c'est-à-dire toute la famille de Gaston-Edouard-Ngor et de Thérèse Sarr ainsi que Simon Mactar Ndiaye. Je remercie Mrs Pierre Ndène, Emmanuel Mané, Gaston Sarr et Théophile Faye pour leur aide à l'exécution des travaux de recherche.

Des responsables administratifs et de structures sociales à Palmarin m'ont beaucoup facilité le travail de terrain à l'image de Samuel Seck (*Président la Communauté Rurale de Palmarin*) et de tant d'autres.

Il y a, en outre, des institutions et des centres de recherche qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire au premier rang desquels le Département de Géographie de l'UCAD, le Programme ACCC du Ministère de l'urbanisme, l'Ecole doctorale EDEQUE. Je remercie aussi l'ISRA, le CSE, l'ISE, le CNRF, le Ministère de l'Environnement, l'Oceanium-Dakar, le PSO et le Tropis.

AVANT PROPOS

Les changements climatiques paraissent aujourd'hui l'une des principales préoccupations de la Communauté internationale.

S'il en est ainsi, c'est parce qu'on a fini de prouver depuis la fin des années 1950 une montée exagérée par rapport aux siècles précédents des températures et que dans les années 1970-80 des dérèglements du climat ont conduit à une phase de sécheresse sans précédent.

On créa alors dans les années 1990 le Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) noté aussi IPCC (International Panel on Climate Change). Il a pour mission d'identifier, de mesurer les causes des changements climatiques, de proposer des moyens d'adaptation et d'atténuation de ces anomalies.

A travers ses rapports triannuels, le GIEC accuse l'Homme d'être le facteur le plus déterminant du réchauffement climatique par la pollution que celui-ci génère.

La Conférence de Rio qui s'est tenue en 1992 a permis de mettre en place la Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques. Au sortir de cette rencontre internationale, l'existence des changements climatiques a été officiellement reconnue et le niveau de responsabilité des différentes nations précisé.

Il a été dit que les pays développés émettaient plus de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Les pays en voie de développement et les pays les moins avancés pollueraient moins.

Sur cette base, la Communauté internationale mit plus tard sur pied le Mécanisme de Développement Propre (MDP). Le MDP apparaît en effet comme le canal d'acheminement des ressources nécessaires à la lutte contre les changements climatiques en provenance des pays développés et en direction des pays moins développés.

Cette étude que nous avons menée sur le thème de la « Contribution des activités de reboisement à la séquestration du carbone dans la communauté rurale de Palmarin » résulte de ce partenariat Nord-Sud.

Ces travaux de recherche ont été financés par le Fonds Mondial pour l'Environnement parrainé par l'UNESCO. Au Sénégal, l'action de ces organismes internationaux est relayée par le programme Adaptation aux Changements Climatiques en zone Côtière (ACCC).

Le programme d'ACCC a consisté, dans sa phase test au niveau sous-régional, à un reboisement de superficies enfin de capturer, par le biais des plantes, le carbone issue de la pollution.

A Palmarin, le projet démarra en 2009 et s'achève en 2011.

L'objet de ce mémoire est d'évaluer la teneur de la séquestration du carbone à travers le reboisement dans la communauté rurale de Palmarin dans la région de Fatick au Sénégal.

Il faut donc signaler que ces travaux recherches constituent la première phase d'estimation de la séquestration. C'est la quantification et l'étude la dynamique spatiale de la séquestration. La deuxième partie fera l'objet du mémoire de Master II. Dans ce dernier ouvrage nous aborderons les notions d'allométrie et de simulation par rapport aux masses de carbone séquestrées.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

°C	Degré Celsius	Map	Masse anhydride partielle (par station)
A	Anticyclone	Mat	Masse anhydride totale (par site)
AA	<i>Avicennia africana</i>	Max	Maximum
ACCC	Adaptation aux Changements Climatiques en zone Côtière	Maz	Masse anhydride zonale (par zone de CATF)
Ako	Akoulé	MDP	Mécanisme de Développement Propre
Alc	Alizé continental	Mh	Masse humide
Alm	Alizé maritime	Mh _I	Masse humide individuelle
Almc	Alizé maritime continentalisé	Mhp	Masse humide partielle (par station)
C	Carbone	Mht	Masse humide totale (par site)
CA	Centre d'Action	M _I	Masse individuelle
CATF	Changement d'Affectation des Terres en Foresterie	Min	Minimum
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques	mm	Millimètre
CE	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Moy	Moyenne
CFC	Chlorofluorcarbone	M _P	Masse partielle
CFC 11 et 12	Chlorofluorcarbone 11 et 12	N	Azote
Cg	Carbone générale (par espèce)	N	Effectif
CH ₄	Méthane	N	Nord
cm	Centimètre		
CO ₂	Dioxyde de carbone	N ₂	Diazote
Cp	Carbone partielle (par station)	N ₂ O	Ammoniac
CR	Communauté Rurale	NE	Nord-est
CSE	Centre de Suivi Ecologique	Nga	Ngallou
Ct	Carbone total (par site)	Nge	Ngeth
Cz	Carbone zonal (par zone)	Ngo	Ngounoumane
D	Dépression	NJP	Nombre de Jours de Pluie
D _{2,5}	Diamètre à 2,5 m de hauteur	NO	Monoxyde d'azote
D _{base}	Diamètre à la base	N _p	Effectif d'individus par placette
DBH	Diamètre à la hauteur de la poitrine	N _r	Effectif d'individus reboisés
Dia	Diakhanor	NR	Nombre de Ramilles
Dm	Diamètre	N _s	Effectif des individus reboisés en survie
DT	Diamètre du Tronc	N _t	Effectif des individus par site
Dté	Densité	O	Oxygène
FEM	Fond pour l'Environnement Mondial	O ₃	Ozone
FIT	Front Intertropical	ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
g	Gramme	PANA	Plan d'Action National pour l'Adaptation aux Changement Climatiques
GES	Gaz à Effet de Serre	PLD	Plan Local de Développement

GIDEL	Gestion Intégrée et Développement durable du Littoral Ouest Africain	plt	Plante
GIE	Groupement d'Intérêt Economique	plt/ m ²	Plante par mètre carré
GIEC	Groupe international sur l'étude du climatique	plt/ha	Plante par hectare
GPS	Global Positioning System	P _{Ma}	Productivité de la Ma
GtC	Gigatonne de Carbone	Pmm	Pluviométrie
GtC an ⁻¹	Gigatonne de carbone par an	Ppm	Particules par million
H	Hydrogène	PRECOBA	Projet de Reboisement Communautaire du Bassin Arachidier
H ₂ O	Eau	PSO	Programme Sénégal Oriental
ha	Hectare	ram	Ramille
ha/an	Hectare par an	RBDS	Réserve de biosphère du delta du Saloum
He	Hélium	RM	<i>Rhizophora mangle</i>
HR	Humidité relative	RNCP	Réserve naturelle communautaire de Palmarin
HT	Hauteur du Tronc	S	Soufre
IPCC (GIEC)	International Panel on Climate Change	S	Sud
IRD	Institut de Recherche pour le Développement (Ex Orstom)	San	Sangosango
ISE	Institute des Sciences de l'Environnement	SE	Sud-est
ISRA	Institut Sénégalais de Recherche Agricole	SO	Sud-ouest
J.C.	Jésus Christ	Sou	Souhème
Kg	Kilogramme	S _p	Superficie partielle (de la station)
Kg/ha/an	Kilogramme par hectare par an	S _t	Superficie totale (par site)
Km	Kilomètre		
LB	Longueur de la branche	t	Tonne
m	Mètre	t/ha/an	Tonne par hectare et par an
m ²	Mètre carré	Tc	Taux de conversion
m ² /an	Mètre carré par an	T _R	Taux de réussite
Ma	Masse anhydride	Tropis	Tropical search
Mag	Masse anhydride global (de toute l'espèce)	UCAD	Université Cheikh Anta Diop de Dakar
Ma _I	Masse anhydride individuelle (par individu)	UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
		UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	i – ii
AVANT-PROPOS	iii – iv
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	v – vi
PROPOSITION DE RECHERCHE	
PREMIERE PARTIE : Présentation du contexte général de l'étude de la séquestration du carbone à Palmarin	
Chapitre I : Notions-clé	
Chapitre II : Présentation de l'espace géographique de Palmarin	
DEUXIEME PARTIE : Caractérisation et paramétrage de la biomasse restaurée ; estimation de la biomasse anhydride.	
Chapitre III : Facteurs conditionnels de la biomasse végétale	
Chapitre IV : Ecosystème végétal de Palmarin	
TROISIEME PARTIE : Détermination du carbone séquestré	
Chapitre V : Estimation du carbone séquestré	
ANNEXES	
BIBLIOGRAPHIE	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES GRAPHIQUES ET DES TABLEAUX	
TABLE DES MATIERES	

PROPOSITION DE RECHERCHE

Introduction

Les nombreuses études consacrées au réchauffement de la Terre, depuis le début des années 1990, ont permis de mieux appréhender l'effet de serre¹.

Ainsi, les solutions préconisées sont, entre autres, la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), le remplacement des hydrocarbures par des « énergies propres », l'utilisation de technologies non ou moins polluantes mais aussi et surtout la capture du carbone par la végétation.

Cette séquestration par la biomasse végétale apparaît à ce jour comme le moyen qui offre le plus d'avantages dans la réduction de la teneur du carbone dans l'air.

Contexte

Le carbone, de formule chimique C, est aujourd'hui désigné comme le principal responsable de l'effet de serre, à la base des changements climatiques observés ces dernières décennies.

La communauté rurale de Palmarin, située dans la Petite Côte est en partie incluse dans les Iles du Saloum classées « zone humide d'importance internationale » depuis 1971 (*Thioubou, 2002*). Ceci explique le besoin qu'il y a d'estimer dans cette zone estuarienne le taux de carbone séquestré par une biomasse plantée d'autant que, du fait de l'avancée des tannes² et de la coupe de bois, la végétation naturelle de Palmarin s'est beaucoup réduite ces dernières années (*Seck, 2008*).

Les changements climatiques observés depuis le début de la Révolution Industrielle sont essentiellement dus à une augmentation de la teneur dans l'atmosphère de Gaz à Effet de Serre. Le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), l'ozone (O₃) et la vapeur d'eau (H₂O) sont mis en cause (*GIEC³, 2007*).

On retrouve dans la composition de l'air sec de l'atmosphère l'azote (N : 78,1 %), l'oxygène (O : 20,9 %), l'eau sous forme de vapeur (H₂O : 1 %) et des traces de gaz rares (*GIEC, 2007*). Le carbone (C) se présente en infime quantité (*Pédro, p.29, 2007*).

Les constituants azote (N), eau (H₂O) et carbone (C) effectuent chacun un ensemble de processus dits cycle biogéochimique (*Ramade, 2008*). Ces processus prouvent le rôle déterminant de ces éléments

¹Le processus de l'effet de serre a lieu par le biais de certaines composantes gazeuses de l'atmosphère comme la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), et l'oxyde nitreux (N₂O) (*Bekkering, 1992 ; Adger, 1994 ; Germon, 1998*), les chlorofluorocarbones (CFC 11 et 12), la vapeur d'eau qui ont la propriété d'absorber certaines radiations infrarouges (8 à 14 µm) renvoyées par la terre (énergie tellurique) et de la réémettre ensuite (*Touré, 2002*)

²Relief de sols halomorphes (salés)

³Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

chimiques dans le maintien de la biosphère mais aussi et surtout dans les phénomènes climatiques notamment l'effet de serre.

Le cycle de l'eau procède d'abord par les précipitations, ensuite par le séjour de cette eau précipitée dans les plantes, les animaux, les rivières, les étendues d'eau continentales ou dans le sol et enfin par le par le retour de l'eau à l'Atmosphère grâce au phénomène d'évapotranspiration. C'est à ce dernier niveau du cycle hydrologique que la vapeur d'eau favorise l'effet de serre naturel.

Le cycle biogéochimique naturel de l'azote commence par la synthèse de l'ammoniac (NH_3) de l'air à travers les plantes végétales. La matière organique morte est transformée en humus et l'azote qu'elle contient subit une minéralisation puis une nitrification dans le sol. Les nitrates seront ensuite pompés par les racines des plantes qui les assimilent dans leur biomasse (*Pédro, 2007*).

Les flux du cycle naturel du carbone suivent le même cheminement que ceux de l'azote. Le carbone est assimilé par les plantes chlorophylliennes à travers le phénomène de photosynthèse. La phytomasse et l'humus sont transformés en carbone minéral dont une partie est absorbée par les végétaux eux-mêmes et l'autre fossilisée au fil du temps pour donner du kérogène (*Renaudat, 2005*).

Cependant, les cycles biogéochimiques du carbone (C) et de l'azote (N) ont fait l'objet de beaucoup de modifications au cours de l'histoire par l'introduction de quantités supplémentaires de carbone (via les émissions de CO_2) et d'azote par l'utilisation abusive d'engrais chimiques principalement.

Le développement de l'agriculture a entraîné l'utilisation fréquente des engrais apportant donc un surplus d'azote qui nourrit les plantes « tout en perturbant dans le même temps le cycle biogéochimique de l'azote dans les sols » (*Pédro, 2007*).

D'après le GIEC, les émissions de dioxyde de carbone par la combustion du carbone fossile et par la production de ciment ont fait augmenter la quantité de carbone envoyée dans l'atmosphère de 6,4 ($\pm 0,4$) GtC par an dans les années 1990 à 7,2 ($\pm 0,3$) GtC par an pour la période 2000-2005.

Ainsi, même s'il n'est pas l'agent le plus influent de l'atmosphère – la vapeur d'eau étant « le plus important gaz à effet de serre (*GIEC, 2007*) – le dioxyde de carbone est l'élément chimique dont l'homme a beaucoup contribué à augmenter la teneur dans l'atmosphère. De ce fait, de l'avis d'Assizé Touré (*2002*), le CO_2 « assure 60% de l'actuel effet de serre ».

Parmi les différents services rendus par les écosystèmes à l'Homme, le GIEC (*2007*) note entre autres « la séquestration du carbone » qu'il définit comme « le processus de l'accroissement du carbone contenu dans un réservoir autre que l'atmosphère ». Donc, dans le contexte de cette étude, ce réservoir n'est autre que la végétation (*GIEC, 2007*).

Dans le cadre de la lutte pour l'atténuation des changements climatiques, il a été mis sur place un Mécanisme de Développement Propre (MDP). Le MDP « autorise que des projets de réduction des gaz à effet de serre⁴ se déroulent dans des pays qui n'ont pas des objectifs de réduction des émissions sous l'égide du Protocole de Kyoto du Réseau de Convention des Nations Unies sur le Changement Climatique... » (GIEC, 2007).

Ainsi, le projet de mesure de la séquestration du carbone dans la communauté rurale de Palmarin reste en phase avec les objectifs du MDP. Cette estimation devra permettre de savoir la quantité de carbone stockée par une biomasse restaurée.

La communauté rurale de Palmarin, comprise dans l'arrondissement de Fimela, apparaît comme l'espace de la région de Fatick le plus en contact avec l'océan Atlantique. Elle se situe au centre-Ouest du Sénégal (entre les parallèles 14° 04' N et 13° 50' N) et appartient à ce qu'on appelle la Petite Côte, au relief sableux. Palmarin constitue une bande de terre qui s'amincit du Nord au Sud sur 77 Km², sur lequel repose une végétation plus ou moins variée et marquée par l'influence conjuguée du climat, du sol et de l'hydrologie.

A Palmarin, la saison des pluies, dictée par un climat soudano-sahélien, reste assez courte (3 à 4 mois) en comparaison avec la saison non pluvieuse qui s'étire sur 8 à 9 mois (Arenis & Lavigne, 2009).

D'après Seck (2008), les terres restent marquées par la présence des sols dior arables (12% de la superficie de Palmarin) et la prédominance des sols salés et incultes des tannes (85%).

La façade Ouest de Palmarin mouille dans l'Océan Atlantique qui entoure la communauté rurale du Sud à l'Est par le prolongement du bras de mer du Saloum. Les eaux souterraines sont contenues dans trois différentes nappes que sont le Continental Terminal, la nappe du Paléocène et celle du Maestrichtien (Seck, 2008).

L'ensemble des conditions précitées ont permis le développement d'une végétation caractéristique du territoire palmarinois. Selon Seck (2008), on distingue trois formations végétales en fonction de la répartition géographique. D'abord, la « frange de Faboura » dans le nord de la communauté rurale qui renferme beaucoup d'espèces telles qu'*Acacia albida* (kade), *Adansonia digitata* (baobab), *Borassus aethopium* (rônier), *Combretum glutinosum* (V. p.38). Ensuite, il y a la mangrove essaimée sous forme de reliques à l'« arrière zone Nord ». Le troisième lieu de développement de la végétation de Palmarin

⁴ « Le processus dans lequel l'absorption de la radiation infrarouge par l'atmosphère réchauffe la Terre. En langage courant, le terme 'effet de serre' peut être utilisé pour faire référence soit à l'effet de serre naturel, due naturellement à une manifestation des gaz à effet de serre, soit à l'effet de serre augmenté (anthropogénique), qui résultent des gaz émis par conséquent des activités humaines » (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), *Guidance Notes for Lead Authors of the IPCC, Fourth Assessment Report on Addressing Uncertainties*, 2007)

se situe à « l'arrière plage, dans la partie Sud-est ». Ici s'est installée « une végétation basse avec une étroite ligne de *Casuarina equisetifolia* (filao) ».

Cependant, malgré sa diversité, la biomasse végétale de Palmarin a subi une grande pression qui a considérablement réduit sa superficie.

La dégradation des formations végétales est d'abord l'œuvre à la fois de la coupe de bois et du défrichage. Ces activités opérées par sa population expliquent en partie le fait qu'« il y a 40 ans, la localité avait beaucoup de forêts touffues » et que celles-ci ont fini par se transformer en « couvert clairsemé » (*Seck, 2008*).

L'érosion exercée par l'action des houles a favorisé un taux de recul de la côte palmarinoise de 1 à 3 m/an et jusqu'à 137 m/an dans la flèche de Sangomar, à l'extrême Sud de Palmarin⁵. Les incursions marines ont même entraîné le déplacement de populations des villages de Palmarin.

En outre, il faut noter que le sol des tannes a « en dix ans, (...) envahi plus de 700 hectares soit 10 % des terres » (*PLD⁶, 2001*). Tous ces phénomènes entraînent la diminution des terres côtières colonisées ou colonisables par la végétation.

Cette diminution de la biomasse végétale induit par conséquent une baisse des capacités de la végétation à capturer le carbone (C).

Vu le danger que constitue la réduction de la flore dans la Petite Côte et dans le Delta du Saloum de manière globale, des actions ont été menées pour restaurer la végétation.

Le projet de l'ACCC (Adaptation aux Changements Climatiques en zone Côtière) a procédé au reboisement des filaos et à une afforestation de la mangrove sur des superficies respectives de 10 et de 17 ha.

Des campagnes de restauration ont été aussi menées par l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), par le PRECOBA (Projet de Reboisement Communautaire du Bassin Arachidier) et des initiatives personnelles venant de certains habitants de Palmarin.

Justification et intérêt du sujet

Les études menées jusqu'ici sur la séquestration du carbone au Sénégal ont concerné des espaces forestiers naturels considérables ne subissant pas une menace écologique chronique à la différence de

⁵MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA PROTECTION DE NATURE, *Plan d'Action National pour l'Adaptation aux Changement Climatiques (PANA)*, 2006, www.senegalaisement.com

⁶ *Plan Local de Développement*

Palmarin (Moussa, 2004 ; Degue-Nambona⁷, 2008). La nouveauté apportée par ce projet de recherche à Palmarin réside dans la capture par une végétation restaurée sur une superficie assez réduite, et ce, dans un contexte international d'effet de serre accentué.

Problématique

Le taux de réduction du carbone par la biomasse végétale dépend de la taille de celle-ci. Donc, plus la végétation présente est importante, plus la quantité de carbone séquestré est considérable.

Ainsi, la principale préoccupation dans cette étude à Palmarin est de déterminer la quantité de carbone séquestrée par une végétation plantée dans un territoire assez limité (77 Km²), et subissant les actions de la mer en permanence, de la pression anthropique de plus en plus grande.

Objectifs

Les différentes activités de restauration menées par les projets de l'ACCC ont apporté une biomasse supplémentaire à Palmarin. Le but principal de l'étude est de déterminer la quantité de carbone emmagasinée par cette « végétation nouvelle », depuis son installation. Pour ce faire, il faut :

- ✓ d'abord, délimiter l'espace d'étude afin d'établir une cartographie des espaces réaffectés de Palmarin ;
- ✓ ensuite, estimer la masse de matière organique (biomasse) que constitue la végétation restaurée de Palmarin ;
- ✓ enfin, déduire de cette biomasse la quantité de carbone séquestrée depuis la plantation des espèces végétales et rapporter cette masse de carbone sur le temps (âge des plantes) et l'espace d'étude (superficie).

Hypothèses

Mais avant tout, un certain nombre d'aprioris devront orienter ces recherches vers les objectifs fixés. Ces hypothèses se résument ainsi :

- ✓ les programmes de réaffectation exécutés par le projet de l'ACCC dans la communauté rurale de Palmarin sont intervenus dans des stations d'accès relativement aisé (littoral atlantique et mangrove). On peut circonscrire ces parcelles au moyen d'un appareil GPS et en connaître les dimensions.
- ✓ Au moment où ces recherches se déroulent, les individus restaurés sont âgés d'au plus 2 ans. Cette durée d'existence des jeunes plants leur a permis de disposer déjà d'une masse organique quantifiable.

⁷DEGUE-NAMBONA Ralph Mercier, *Contribution des reboisements de mangrove de la RBDS à la séquestration du carbone atmosphérique : cas des plantations des villages Djirda et Sanghako du Delta du Saloum (Sénégal)*, DEA ISE, 2008

✓ La densité de carbone séquestrée devrait avoir une évolution corolaire à celle de biomasse anhydride car étant déduite de cette dernière.

Méthodologie

La mesure du carbone séquestré concerne d'abord la matière organique comprise dans le corps à étudier. Ensuite, on déduit de la masse de cette matière organique la masse du carbone séquestré.

Grâce à la méthode destructive⁸, on estimera la masse organique sèche des troncs et grosses tiges des arbres par pesage et à partir des paramètres allométriques des plantes (*Mbow, 2009*).

En résumé, il faut :

1. Sélectionner 30 individus parmi les mieux développés qui serviront d'échantillons ;
2. Déterminer la biomasse humide des échantillons in situ ;
3. Déterminer la biomasse anhydride partielle (Map) par station réaffectée ;
4. Déterminer la masse de carbone par station (Cp).

Résultats attendus

On vise, à travers cette étude sur la réaffectation des terres à Palmarin, plusieurs buts :

Dans le cadre de la lutte contre l'effet de serre, le présent projet de mesure du carbone séquestré grâce à la restauration de la végétation vient en appoint à la sensibilisation menée par l'ACCC pour une « contribution à l'amélioration de l'environnement mondial » conformément au crédo du FEM qui est de travailler au « renforcement du tapis végétal » de la Terre. Les valeurs de carbone séquestré pourront servir d'illustrations à divers exposés sur la lutte contre l'effet de serre.

En sus de ce premier point, le projet de l'ACCC ambitionne d'« encourager la restauration de la végétation et la pérenniser ». De ce fait, la mesure de la séquestration du carbone sera inscrite dans les MDP et bénéficiera de la taxe carbone. Les superficies restaurées seront soumises à l'écotourisme en vue d'en faire bénéficier les retombées aux futures campagnes de réaffectation de l'ACCC.

Le troisième résultat attendu est, lui, académique, car le projet de mesure du carbone à Palmarin reste sous la tutelle de la coordination régionale (Afrique de l'Ouest) du projet qui est dirigée par l'UNESCO. Ce projet de mesure correspond également à une phase pilote qui doit permettre de « mettre sur pied des outils » et de diffuser l'expérience acquise « sur une plus grande échelle, superficie ».

⁸ Utilisée pour déterminer la biomasse des plantes, la méthode destructive nécessite dans sa pratique l'abattement et le débitage des individus sélectionnées comme échantillons, d'où le qualificatif de « destructive ».

PREMIERE

PARTIE :

**Présentation du
contexte général de
l'étude de la
séquestration du
carbone à Palmarin**

I. CHAPITRE 1 : NOTIONS-CLE

1.1. Aperçu sur l'effet de serre et le réchauffement climatique

A l'entame de ce chapitre, il paraît opportun de faire la différence entre le « *temps qu'il fait* » et le *climat* pour mieux cerner le réchauffement climatiques.

Le *temps qu'il fait* dépend des conditions instantanées du moment. « En utilisant des concepts basés sur la physique qui contrôlent la manière dont l'atmosphère se déplace, se réchauffe, se refroidit, précipite, neige, et évapore l'eau, les météorologues sont comme d'habitude capables de prédire le temps qu'il fait avec succès quelques jours à l'avance » (IPCC, 2007). Par contre, « le *climat* est généralement défini comme une moyenne du *temps qu'il fait* » (IPCC, 2007). En d'autres mots, le *climat* résume l'ensemble des processus météorologiques – de même que leurs aléas – du *temps qu'il fait*, cumulés sur une longue période. De cette façon, une simulation ou une spéculation basée sur une longue série de paramètres moyens des phénomènes météorologiques apparaît plus facile et plus fiable quant à la prédiction du climat qui prévaudra plusieurs années dans le futur.

Ainsi, on peut dire « bien que le *temps* et le *climat* soient intimement liés » (IPCC, 2007), que les phénomènes qui déterminent le premier permettent de prédire l'aspect du second sur une longue période. Le *temps qu'il fait*, comme on le voit, n'est que le résultat des phénomènes physiques et chimiques qui se produisent dans l'Atmosphère. Par conséquent, l'évolution du *climat* reste liée au comportement physique et chimique de l'atmosphère. De ce fait, plusieurs facteurs prennent part aux modifications climatiques. Il s'agit selon Touré (2002) de phénomènes naturels et anthropiques à la fois :

- « Les changements de la radiation solaire, source principale d'énergie pour le système Terre/Atmosphère, suite à un changement de cycle orbital.
- Les aérosols induits dans la stratosphère, suite à l'éruption d'un volcan, pouvant exister durant plusieurs années avec comme conséquence une diminution de l'irradiation de 5 à 7 %.
- Les aérosols troposphériques émis par pollution de l'air, mais aussi par la végétation dont la durée de vie est de quelques jours à quelques semaines avec comme corollaire une réduction de la température suite à la réflexion du rayonnement solaire,
- Et la modification de la composition de l'atmosphère ».

Par les effets combinés ou décalés (dans le temps) de l'ensemble de ces facteurs (anthropiques et naturels), de grands changements climatiques se sont observés ces derniers siècles.

En effet, depuis les expériences menées dans l'atmosphère de Mauna Lao (Hawaï) en 1958 et les observations faites dans les glaces du Groenland, on a eu la preuve que le climat se modifie de manière anormale. Toutefois, les changements climatiques les plus importants sont imputables à la modification chimique de l'atmosphère (MBOW, 2009).

D'après Moussa (2004), « l'hydrogène (H), l'hélium (He), l'oxygène (O) et le carbone (C) sont, dans l'ordre, les éléments les plus abondants dans le cosmos ». De même, dans la composition de l'atmosphère sèche, il y a 78 % d'azote (N) et 21 % d'oxygène (O) (GIEC, 2007).

Les changements atmosphériques ayant accéléré le réchauffement climatique sont le fait de molécules complexes appelées Gaz à Effet de Serre (GES). Ces composés contiennent l'élément chimique carbone (C) : CO₂ (dioxyde de carbone), CFC (chlorofluorocarbones) 11&12, CH₄ (méthane), CFC et N₂O (oxyde nitreux). Ils sont respectivement responsables de 55 %, 17 %, 15 %, 7 % et de 6 % de l'effet de serre actuel (MOUSSA, 2004). A ces corps carbonés il faut ajouter les autres GES, la vapeur d'eau (H₂O) et le l'ozone (O₃).

Le propre des GES est qu'ils ne sont pas « photo-dissociables » ; c'est-à-dire que les atomes de ces molécules ne se désintègrent pas sous l'action des rayons lumineux ou ceux du spectre proche ultraviolet issus du soleil (MOUSSA, 2004). Les GES n'absorbent donc pas ces portions du rayonnement, source de températures élevées.

La particularité de l'ozone consiste au fait qu'il se reconstitue consécutivement à la dissociation de O₂ et O par les rayons solaires (MOUSSA, 2004).

La moitié de la radiation solaire qui arrive à la hauteur de l'atmosphère s'abat sur la surface de la terre, le reste étant absorbé par des molécules telles que O₃, O₂, O, N₂, N (MOUSSA, 2004) ou réfléchi par les nuages, les aérosols etc. Du rayonnement qui parvient à la terre, 30 % sont renvoyés par l'albédo.

Quand arrive la nuit, la terre doit réémettre la partie de l'énergie solaire absorbée durant le jour pour rééquilibrer son bilan radiatif. C'est le rayonnement nocturne terrestre que certains GES, à l'image du CO₂ encaissent (MARNAS, 2009). Ce rayonnement, de grande longueur, s'effectue dans le spectre de l'ultraviolet et est « presque entièrement récupérée par l'atmosphère » (HUFTY, 2001). Le pourcentage de cette consommée par la basse atmosphère serait de 90 % (RENAUDAT, 2005)(Figure 1 : **Un modèle idéalisé de l'effet de serre naturel (source IPCC, 2007).**

La rencontre des particules de GES (H₂O, CO₂, O₃, O₂, CFC 11&12, CH₄, N₂O) avec les photons ultraviolets augmente « l'énergie interne de vibration et de rotation de ces molécules » (Moussa, 2004). Il naît de cette collision un « excès d'énergie » de nature cinétique qui se manifeste dans l'atmosphère sous l'aspect de chaleur. Celle-ci contribue à élever la température de la terre.

C'est à cause de la réémission de la radiation nocturne terrestre par les gaz nocifs et la création par ceux-ci d'une chaleur supplémentaire dans l'atmosphère qu'on parle d'effet de serre.

Nonobstant, il faut remarquer qu'à l'origine l'effet de serre est un phénomène normal et naturel grâce auquel la température moyenne de la terre se maintient à 15 °C à défaut de quoi elle descendrait à - 18 °C. A cette dernière valeur thermique, la planète serait glacée (TOURE, 2002). Donc, si l'effet de serre suscite aujourd'hui beaucoup d'inquiétudes c'est juste parce qu'il a été aggravé par l'addition de grandes quantités de GES dans l'atmosphère, spécialement le CO₂.

Le débat qui se pose alors consiste à donner les réponses à ce questionnement :

– Sommes-nous en présence de changements climatiques provoqués par l'Homme ou assistons-nous à de passagères et cycliques variabilités du climat ?

– Si réchauffement climatique il y a, – à supposer que les facteurs soient à la fois anthropiques et naturels – quel est le niveau de responsabilité respectif de l'Homme et de la Nature ? Autrement-dit, est-ce-que la pollution apportée par l'Homme a contribué à l'accélération de changements climatiques naturels inévitables et jusqu'à quel point ?

Dans tous les cas, conformément aux observations antérieures, le carbone (C) demeure l'élément chimique le plus fréquemment présent dans la composition des molécules des GES. Sa teneur dans l'atmosphère a été accentuée par l'envoie à travers la pollution d'importantes quantités de dioxyde de carbone (CO₂). Pour le GIEC (2007), ce sont 100 ppm de plus qui se sont ajoutées à la concentration du dioxyde de carbone atmosphérique depuis la période préindustrielle. L'Organisme interétatique de renchérir : « le taux d'accroissement annuel moyen du CO₂ était significativement plus élevé pour la période de 2000 à 2005 ($4,1 \pm 0,1 \text{ GtC an}^{-1}$) qu'il l'était dans les années 1990 ($3,2 \pm 0,1 \text{ GtC an}^{-1}$) ». L'augmentation des volumes de GES dans l'atmosphère a généré une hausse moyenne des températures moyennes globales de 0,74°C durant le siècle passé (IPCC, 2007). On note, toujours selon le GIEC, une hausse du niveau des mers de 3mm par an entre 1993 et 2007.

En effet, le cycle du carbone traite deux types de carbone : le carbone organique et le carbone inorganique. Ces concepts sont définis dans la partie suivante consacrée à la séquestration du carbone. Le problème du réchauffement climatique d'origine anthropique est le fait du carbone inorganique dont la plus grande partie est enfouie dans le sous-sol. Ce carbone fossile est libéré par les échappements d'automobiles, par les cimenteries et les raffineries de pétroles, de gaz etc.

Le recyclage de ce carbone non fossile reste déterminant dans la lutte pour l'atténuation des changements climatiques qui sont dus à un réchauffement de l'atmosphère causé par un effet de serre exagéré à la faveur de la pollution anthropique. Donc, le dysfonctionnement de la machine climatique qui découle du réchauffement climatique se manifeste sur les continents par des *changements climatiques* (dérèglement des régimes thermique, pluviométrique et des flux de vents). D'aucuns y voient l'explication à la récurrence des cyclones dont certains ont été particulièrement dévastateurs (Catrina). On note également une accentuation de la rigueur des saisons froide (hiver) et chaude (été), une recrudescence des inondations, une montée de la violence des tempêtes, etc.

La correction la plus « propre » d'une telle anomalie consiste en la capture et au stockage de l'excès de carbone atmosphérique dans de la biomasse restaurée. Ce procédé s'appelle la séquestration du carbone.

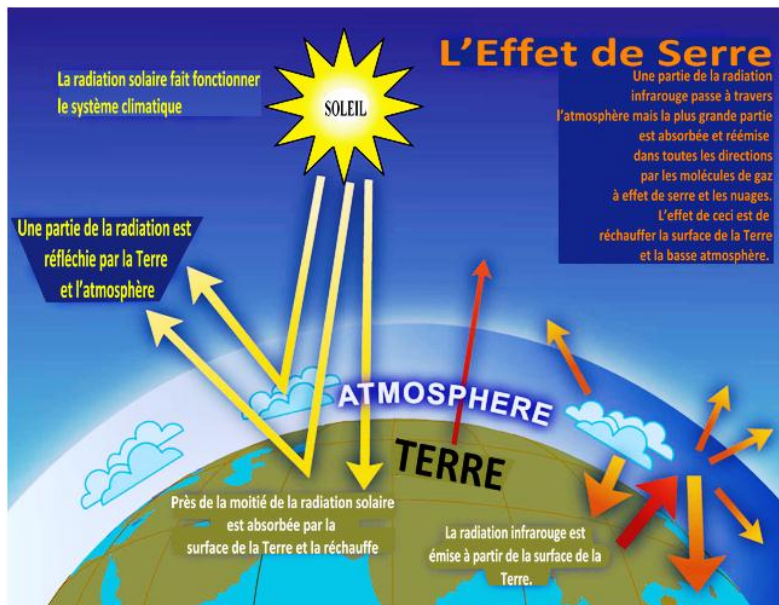


Figure 1 : Un modèle idéalisé de l'effet de serre naturel (source IPCC, 2007)

1.2. Aperçu sur la séquestration du carbone

1.2.1. Historique du carbone

Après le Big Bang, la terre était encore une gigantesque boule de fragments solides et de gaz. Elle n'avait pas encore atteint la compaction qu'on lui connaît aujourd'hui. Grâce à la rotation et à la révolution, les différentes composantes se sont tassées quand la planète se densifiait tout en se refroidissant.

L'Atmosphère Primitive était donc « essentiellement composée de vapeur d'eau, de gaz carbonique et beaucoup d'autres composés gazeux et sous forme de poussières » (Moussa, 2004).

L'évolution de la planète a permis l'enfouissement progressif du carbone de sorte que sa teneur dans l'atmosphère est réduite aujourd'hui à 0,3 % (Roth, 2001). « L'explosion de la vie métazoaire il y a 600 millions d'années (Ma) » suivie de l'apparition de la « grande forêt » depuis 360 Ma ont conduit au summum de la fossilisation du carbone principalement dans les schistes (Moussa, 2004). Ce long processus d'enfouissement du carbone a rendu possible l'épanouissement de la vie sur terre. Il reste juste dans la biosphère la quantité de carbone nécessaire au déroulement des cycles biologiques. L'équilibre est atteint.

1.2.2. Carbone organique, carbone inorganique / cycle court et cycle long du carbone

Dès lors, on distingue deux types de carbone : le carbone organique et le carbone inorganique.

Le carbone organique est celui qui permet d'entretenir la vie. On le retrouve assimilé dans les cellules des êtres vivants.

Pendant le jour, les plantes chlorophylliennes capturent le carbone de l'air avec leur feuillage et l'intègrent dans leurs tissus en utilisant les photons de la lumière du soleil. Ce phénomène s'appelle la

photosynthèse. L'opération aboutit à une libération d'oxygène dans l'air. La nuit, c'est le contraire de la photosynthèse qui se produit, la respiration. L'oxygène est utilisé dans les réactions biochimiques des plantes. Il se dégage à la fin du dioxyde de carbone.

En dehors de la photosynthèse et de la respiration, la fermentation prend part à la transformation du carbone. La fermentation reste le fait des microorganismes tels que les champignons et les bactéries, responsables de la décomposition de la matière organique arrivée au sol. Lorsque les décomposeurs opèrent en se servant de l'oxygène libre de l'air, ils sont appelés des aérobies (Moussa, 2004). La consommation par les microbes de l'oxygène contenu dans la matière organique qu'ils pulvérisent fait d'eux des anaérobies. Ce deuxième groupe de charognards, au contraire du premier, sévit en effet dans un milieu anoxique.

L'opération des aérobies produit du dioxyde de carbone (CO₂). Celle des anaérobies crée du méthane (CH₄) pendant qu'elle se passe dans un endroit hermétique. Mais une fois en contact avec l'air ambiant, le méthane s'oxyde et se transforme en dioxyde de carbone (Moussa, 2004).

Ensemble, la photosynthèse et la respiration participent à ce que Moussa (2004) appelle le cycle court du carbone et identifie comme un « processus qui s'étalent sur des temps inférieurs au siècle ».

Par contre, le cycle long du carbone se passe entre l'atmosphère, les océans et les roches sédimentaires. La matière organique enfouie se dépose dans un bassin organique, subit une pression sous l'action de la pesanteur accompagnée de l'effet des températures élevées du sous-sol. Elle se transforme progressivement, finit par se sédimenter, se minéraliser et par constituer des gisements de charbon, de gaz et ou pétrole.

Le dioxyde de carbone qui reste encore dans les roches sédimentaires se transforme en hydrocarbonates lorsqu'il rencontre l'eau de la pluie ou l'eau souterraine. Le carbonate est amené par le ruissellement dans l'océan où les poissons l'insèrent dans la formation de leur squelette. Une autre partie demeure fondue dans l'eau tandis que le reste entre dans la croûte océanique. Une portion de ces « roches carbonatées est recyclée dans les magmas et retournée à l'Atmosphère sous forme de CO₂ émis par les volcans » (Moussa 2004).

Il existe en outre des échanges de carbone entre l'atmosphère et les océans dans le cycle long du carbone. L'ensemble des processus de sédimentation qu'on vient d'évoquer se déroulent un très longue période, soit 200 millions d'années selon Moussa (2004).

En résumé, on parle de cycle court du carbone lorsqu'on met à son centre le réservoir de carbone organique (biosphère). A l'opposé, le cycle long implique le carbone inorganique contenu dans les réservoirs constitués de l'atmosphère, des roches sédimentaires et des océans.

Toutefois, les deux cycles court et long ont des interconnexions qui en font les parties du même cycle (global) du carbone (Figure 2 : Cycle global du carbone (source ; Renaudat, 2005). Par exemple, le carbone issu de la respiration des êtres vivants est retourné à l'atmosphère tout comme le dioxyde de carbone

rejeté par le crachement des montagnes et transféré à l'air est pompé par les plantes lors de leur photosynthèse.

Le cycle du carbone a été perturbé par un excédent de carbone dans l'atmosphère (voir p.12).

Le but de la Communauté Internationale consiste ainsi à réduire le taux élevé du carbone atmosphérique.

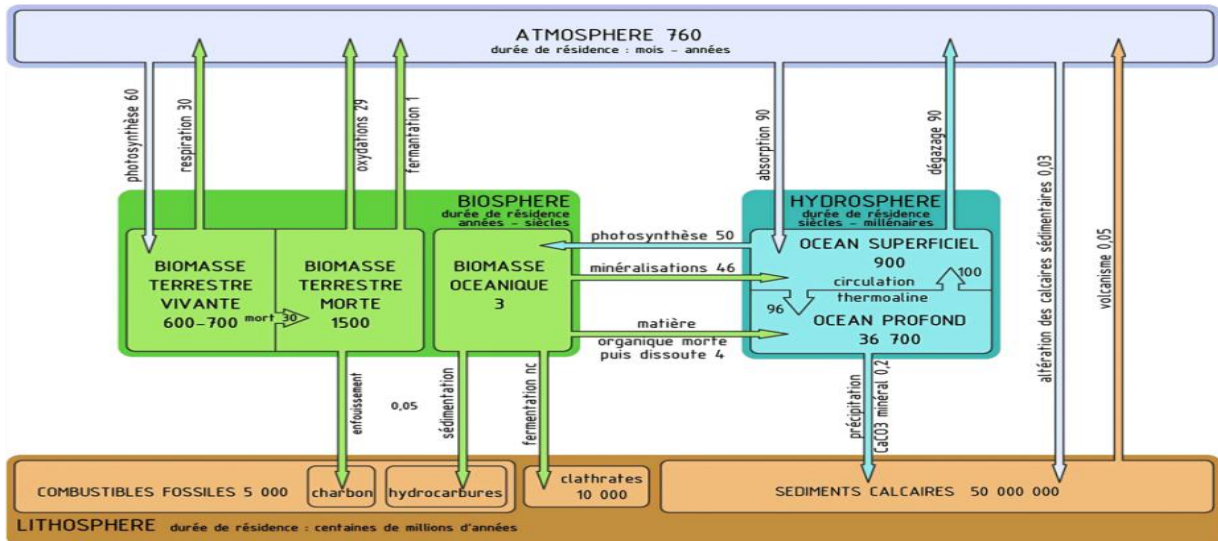


Figure 2 : Cycle global du carbone (source ; Renaudat, 2005)

1.2.3. Séquestration du carbone

A propos d'une réponse à apporter au réchauffement climatique, le GIEC (2007) paraît formel : « les stratégies de d'atténuation axées sur l'afforestation incluant des projets parrainés par le Mécanisme de Développement Propre (...) pourront aider à l'adaptation de l'écosystème à travers une connectivité écologique améliorée ». Cette méthode a été choisie parmi tant d'autres par exemple, l'utilisation d'énergies solaire, éolienne, nucléaire ou l'emploi de technologies propres bien que consommant des hydrocarbures.

En effet, on distingue d'une part les sources émettrices de carbones (échappements d'automobiles, cimenterie etc.) et d'autre part les réservoirs de carbones. On appelle aussi ces derniers des puits de carbone : atmosphère, océan, sédiment, phytomasse chlorophyllienne (végétation).

Le GIEC (2007) donne la définition suivante de la séquestration du carbone : « un processus consistant à la séparation du CO_2 des sources industrielles et celle liés à la production d'énergie, au transport à un emplacement de stockage, et l'isolation à long terme de l'atmosphère ».

En clair, la séquestration est le procédé qui permet de capturer du carbone et de l'emmagasiner dans un réservoir autre que l'atmosphère. Il est à noter ici, que pour des besoins de commodité de l'analyse, une terminologie a été adoptée concernant les procédés de plantation de végétation nouvelle en vue de capturer du carbone. Les concepts suivants sont inspirés de Sandra Brown (2004).

✓ CATF (Changement d'Affectation des Terres et de Foresterie) : c'est le terme générique qu'on emploiera pour désigner l'afforestation ou le reboisement. Brown (2004) voit dans les CATF des activités qui « pourraient convertir les forêts en pièges à carbone » ;

✓ afforestation : « conversion d'une terre qui n'a pas été en forêt pendant au moins 50 ans » (Brown, 2004). L'afforestation est réservé pour les CATF de palétuviers. Les raisons de ce choix sont données dans le chapitre 4.

✓ reboisement : comme son nom l'indique, le reboisement est la pratique qui consiste à planter des arbres sur un terrain préalablement déboisé. Ce concept va déterminer les CATF liés à *Casuarina equisetifolia* (Voir chapitre 4)

✓ on usera volontiers du terme « réaffecté » – qui fait référence au changement d'affectation – et ses dérivés pour qualifier les terres et les espèces de plantes utilisées par les CATF. Le participe « restauré » servira également de synonyme à « réaffecté ».

II. CAPITRE 2 : PRESENTATION DE L'ESPACE GEOGRAPHIQUE DE PALMARIN

Elle se fait dans un contexte géographique et historique spécifique.

La localisation de l'espace étudié constitue le soubassement de toute analyse géographique pertinente. Elle permet la justesse de l'interprétation des phénomènes et l'explication des relations entre ces phénomènes.

L'évolution de la population invoque les premiers habitants de Palmarin, la succession des flux migratoires au fil de l'histoire ainsi que le façonnement par ces peuples de leur espace géographique. Cela aide à comprendre beaucoup de phénomènes actuels.

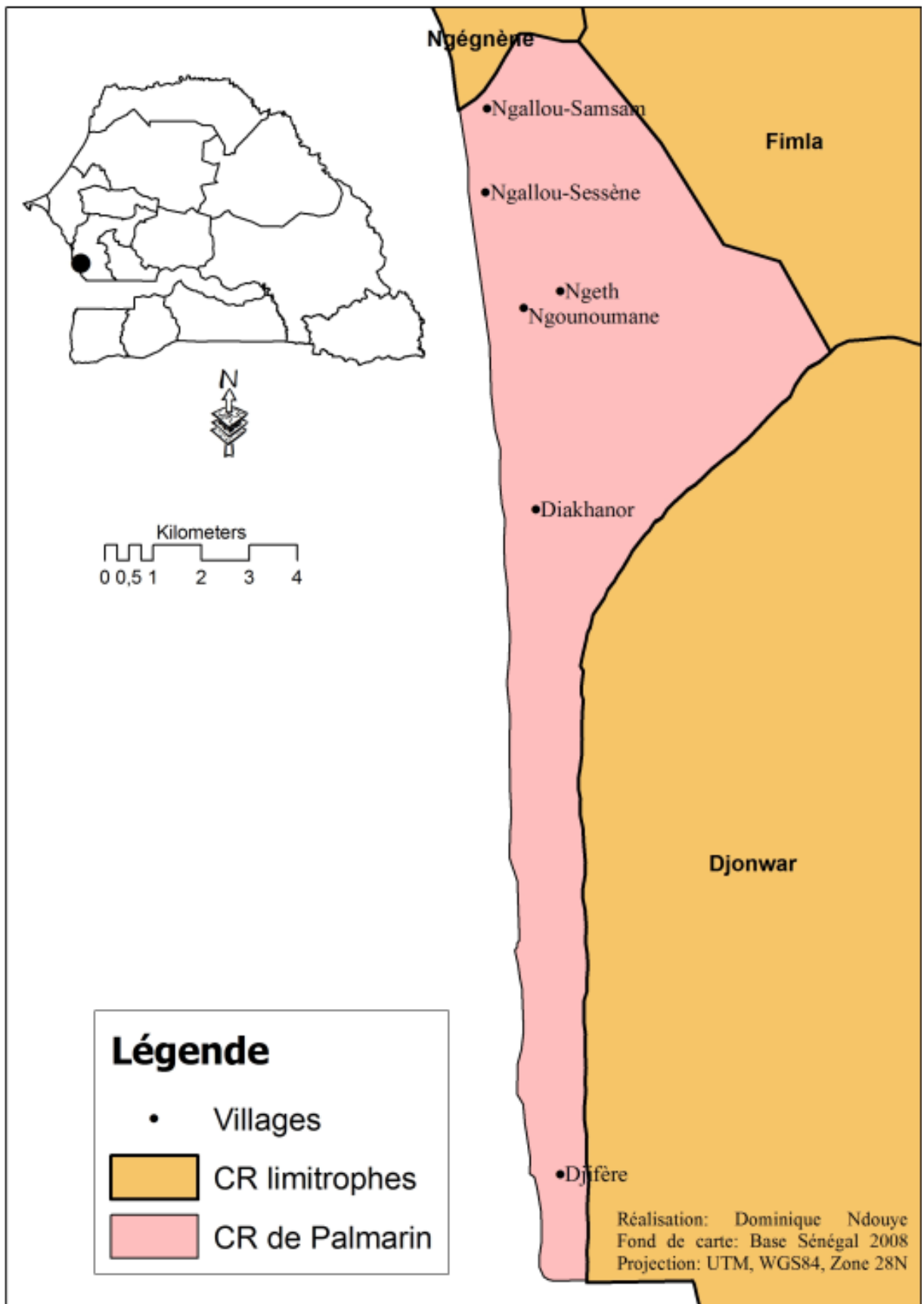


Figure 3 : Localisation de la zone d'étude

2.1. Localisation de la communauté rurale de Palmarin

Pour retrouver notre zone d'étude sur la carte du Sénégal, il faut la rechercher dans la partie Centre-ouest du pays. Cette espace correspond à l'ancien territoire du Sine-Saloum dont la loi du 22 février 1984 codée 84-22 fit deux régions distinctes : Fatick et Kaolack.

Palmarin se situe dans la région de Fatick. Il compte parmi ses trente cinq (35) communautés rurales réparties entre huit (8) communes appartenant à dix (10) arrondissements qui sont affiliés à trois (3) départements à savoir Gossass, Fatick et Foundiougne. Ce dernier département comprend le territoire de Palmarin inclus dans l'arrondissement de Fimela.

Du point de vue géographique, Palmarin reste encadré par les points de coordonnées déterminant respectivement ses extrêmes Nord, Ouest, Sud et Est : $14^{\circ} 07' N/16^{\circ} 77' W$; $14^{\circ} 01' N/16^{\circ} 71' W$; $13^{\circ} 83' N/16^{\circ} 75' W$; $14^{\circ} 05' N/16^{\circ} 70' W$. .

Palmarin est confiné par la communauté rurale de Fimela au Nord. À l'Ouest, l'Océan Atlantique mouille la bande côtière de Palmarin jusqu'au Sud d'où le bras de mer du Saloum entoure la localité en bordant sa façade Est. L'étendue d'eau sépare donc l'espace d'étude de l'arrondissement de Niodior.

Officiellement, la communauté rurale de Palmarin compte cinq (5) villages soit Diakhanor, Ngallou, Ngeth, Ngounoumane et Sèssène (*Seck, 2008*). Certains auteurs, à l'image de Seck (2008), intègrent le « hameau » de Djifère dans le village de Diakhanor.

Cependant, dans ce mémoire, pour des raisons de commodité géographique, on considèrera le village de Sèssène telle une partie intégrante de Ngallou et Djifère comme un village à part entière.

En effet, c'est à cause de préoccupations administratives que la scission du village de Ngallou a été opérée. Pour obtenir à Palmarin le statut de communauté rurale – requérant la présence d'au moins 5 villages – on créa 2 villages qu'aucune distance ou barrière ne sépare : Sèssène et Samsam.

De même, Djifère qui a connu un essor économique depuis la fin des années 1980, n'a pas cessé d'accroître sa démographie grossie par les flux migratoires de pêcheurs. De ce fait, il constitue la localité la plus peuplée de Palmarin. Ce phénomène géographique ne peut être ignoré.

Ainsi, Palmarin se compose des 5 villages suivants : Diakhanor, Djifère, Ngallou, Ngeth et Ngounoumane. Ces sites sont installés sur une disposition méridionale (Nord-Sud) le long de la côte et influencent une superficie totale de 77 Km².

2.2 Historique

Maïssa Waly Dione est aujourd'hui vu comme l'ancêtre de ceux qui seraient les premiers habitants de Palmarin, les sérères. Il est élevé au rang de roi de la « premier roi de la dynastie » des sérères en 1185 (*Seck 2008*).

Le patriarche et sa suite de compagnons seraient originaires de l'empire du Gaabu (actuelle Guinée-Bissau). Ils auraient ensuite migré jusqu'à la Pointe de Sangomar après un passage en Gambie.

Mais c'est Diakhanor le site où Maïssa Waly Dione s'installa et forma le premier village de Palmarin. Plus tard, l'insuffisance des superficies arables proches de l'habitat oblige une partie de la population de Diakhanor à se déplacer vers le nord. Elle va constituer le village de Facao qui comprenait Ngounoumane et les premiers habitants de Ngeth.

Les mêmes conditions – de manque de terres agricoles voisines des concessions – survenues à Diakhanor ont prévalu à Facao et amenèrent à la délocalisation, plus au nord, des groupes de gens. Ceux-ci constituèrent le village de Ngallou.

A la suite du raz-de-marée du 28 août 1928, le village de Ngeth, issue de Facao, se forme plus à l'est à proximité de celui-ci. En 1987, c'est au tour de Diakhanor de se déplacer totalement plus au sud dans son site actuel.

Djifère était jusque dans les années 1980 la base-arrière agricole des populations de Diakhanor. C'est avec l'avènement de la crise climatique au début des années 1970 cumulée à la dévaluation du franc CFA dans les années 1990, que des masses humaines immigrent de l'intérieur du pays pour s'installer dans le hameau. Cet incessant flux migratoire vient surtout se spécialiser dans le domaine de la pêche et secondairement dans le commerce. Ces sujets ont fait aujourd'hui de Djifère le village le plus peuplé et le mieux structuré de la communauté rurale.

2.3 Caractérisation de la population de Palmarin (Dépouillement de l'enquête)

La caractérisation de la population passe par le traitement de données recueillies à travers questionnaire et également les informations collectées lors différents entretiens réalisées par une partie de la population.

2.3.1 Présentation du questionnaire

Dans la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques CCNUCC⁹, on peut lire à l'Article premier : « les mesures prises pour parer aux changements climatiques doivent être étroitement coordonnées avec le développement social et économique afin d'éviter toute incidence néfaste sur ce dernier, compte pleinement tenu des besoins prioritaires légitimes des pays en développement, à savoir une croissance économique durable et l'éradication de la pauvreté ». Autrement-dit, les programmes de mise en œuvre des CATF doivent être intégrés aux préoccupations sociales, d'où une implication de la population concernée.

C'est dans ce cadre qu'un certain nombre de questions a été soumis à l'intention de la population de Palmarin afin de recueillir des informations sur sa structure, sa dynamique, son évolution ainsi que ses idées sur les changements subis par son environnement.

⁹*Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), Nations Unies, 1992*

Le support du sondage adressé à la population comporte 71 questions regroupées en 4 grandes parties.

La première partie porte sur le Statut social du questionné. Il s'agit ici de connaître les origines, les conditions d'existence de l'individu afin de pouvoir déduire son appréhension de la dégradation de l'environnement à Palmarin et sa compréhension de la nécessité de la réaffectation.

La deuxième partie concerne la Profession de l'enquêté. L'objectif consiste à décrire un profil professionnel du sujet. Celui-ci sera mis en corrélation avec le degré d'intérêt et d'implication du sujet dans les CATF.

La partie III traite de Campagne de restauration elle-même. Une suite de questions permettra d'apprécier le degré de participation effective du sujet aux campagnes de réaffectation.

A la dernière partie du questionnaire, l'interrogation portera sur l'Evaluation et la critique de la campagne de réaffectation de l'ACCC (2009/2010). Le but est d'amener le questionné à faire un bilan des réaffectations réalisées.

Toutefois, l'interprétation des données sur l'évolution de la population va se limiter aux deux premières parties (Statut social du questionné et Profession de l'enquêté). Les informations sur les Campagnes de réaffectation et l'Evaluation et critique de la campagne de réaffectation de l'ACCC (2009/2010) feront l'objet de commentaires dans le chapitre IV.

La collecte de données par questionnaire doit se faire sur un échantillon de 100 habitants. Les questionnaires sont répartis selon le pourcentage démographique de chacun des 5 villages par rapport à la population totale de la CR. Le support qui a servi de base à cette distribution conséquente ressort du Recensement pour le paiement de la taxe rurale novembre 2010 obtenu par la Maison Communautaire de Palmarin. La répartition de la population par âge a été inspirée du Plan Local de Développement (PLD) de 2001 pour Palmarin.

A ce niveau on a concédé un biais pour la tranche des 0 à 15 ans de même qu'on a ignoré la distinction entre la classe des adultes et celle des personnes du troisième âge.

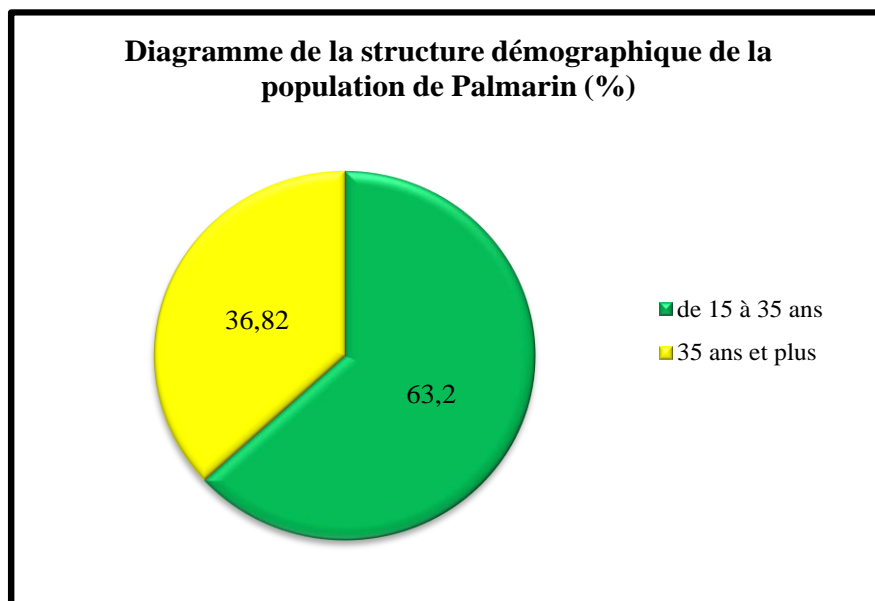
Le but est d'accommoder l'enquête démographique aux besoins d'analyse des données. Cela requiert une implication des sujets questionnés dans la réalisation des CATF et une capacité de discernement et de critique plus aigüe à l'endroit des activités. Les jeunes, les adultes et les personnes âgées ont été les principaux acteurs du reboisement de l'ACCC à Palmarin qui plus est, ont été la cible privilégiée des campagnes de sensibilisation menées par l'ACCC.

D'autre part, le groupe des adultes et des personnes âgées présente une homogénéité dans la pratique des activités économiques ou socio-économiques donc, donnerait une vision similaire de l'utilité de la réaffectation.

Répartition du nombre de questionnaires d'enquête selon la démographie des villages de Palmarin		
Localités	% par vilage	Nbr. quet.
Diakhanor	7,2	7
Djifère	28,6	28
Ngeth	11	11
Ngounoumar	17	17
Samsam	18,7	19
Sessène	17,5	18
Total	100	100

Tableau 1

Le PLD (2001) pour Palmarin fait état d'une « prédominance des jeunes qui représentent plus de 65% de la population ». Nous en avons déduit une part de 35 % des adultes plus les personnes âgées. Le « rapport de masculinité homme–femme donne un ratio de 0,78 ».



Graphique 1

En s'appuyant sur les données ci-dessus, on a procédé à la répartition des questionnaires de la façon suivante :

Répartition du nombre de questionnaires selon l'âge et le sexe dans les villages de Palmarin					
Villages de Palmarin	Age / Genre	moins de 35 ans		plus de 35 ans	
		total	Nbr. Ind. Par sexe	total	Nbr. Ind. Par sexe
Diakhanor	<i>Femme</i>	4	2	3	2
	<i>Homme</i>		2		1
Djifère	<i>Femme</i>	18	9	10	5
	<i>Homme</i>		9		5
Ngeth	<i>Femme</i>	7	4	4	2
	<i>Homme</i>		3		2
Ngounoumane	<i>Femme</i>	11	6	6	3
	<i>Homme</i>		5		3
Samsam (Ngallou)	<i>Femme</i>	12	6	7	4
	<i>Homme</i>		6		3
Sessène (Ngallou)	<i>Femme</i>	12	6	6	3
	<i>Homme</i>		6		3
Total	100	64		36	

Tableau 2

2.3.2 Dépouillement et traitement des données de l'enquête

La démographie de Palmarin est chiffrée à 7.777 habitants à l'issue du recensement mené par la Maison communautaire de Palmarin pour les besoins de fixation de la taxe rurale. A l'opposé, la paroisse de Palmarin indique un nombre plus important (10.033 habitants). Cette dernière estimation semble plus juste que la première en raison de la réticence de la population à se prêter aux enquêtes en vue d'une hausse de l'impôt.

Malgré cela, l'obligation se fait d'utiliser dans les commentaires la valeur démographique de la Communauté (7.777 habitants) car la répartition du total de la population est faite entre les différents villages de la CR, ce qui n'est pas le cas de effectif avancé par la paroisse.

A l'issue de l'enquête effectuée au compte de l'étude de ce mémoire, nous avons constaté le manque de 2 questionnaires. Le calcul du pourcentage s'en trouve modifié. Le ratio ne se fera plus sur un total de 100 questionnaires mais de 98.

Le traitement des données est effectué à l'aide du logiciel *Sphinx 4.5 (2003)*. Les résultats seront présentés selon les grandes parties de l'enquête telles qu'on les a présentées plus haut (Présentation du questionnaire, p. 20).

2.3.2.1 Le statut social

Les modalités de cette partie sont constituées de questions sur le *sexe*, l'*âge*, le *lieu de naissance*, le *lieu de résidence actuel à Palmarin*, la *date de résidence à Palmarin* et la *situation conjugale*.

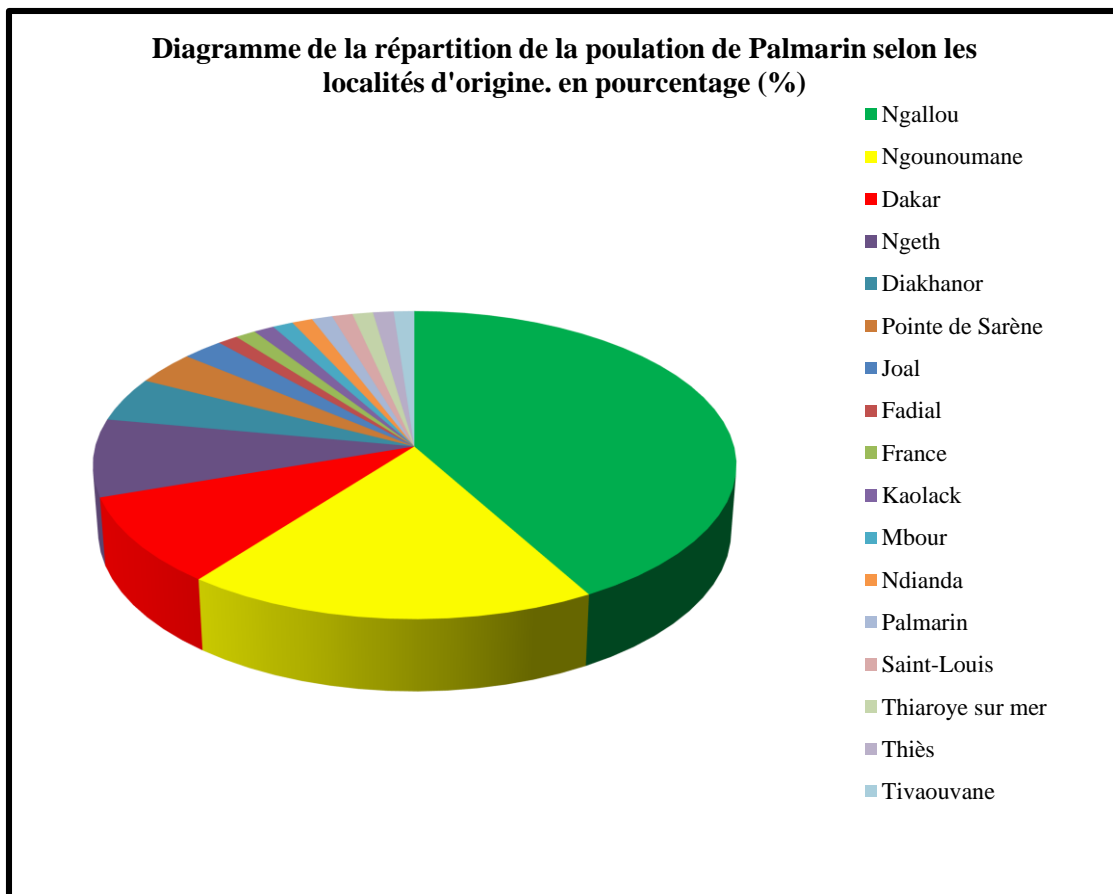
• Le *sexe* et l'*âge* constituent des paramètres prédéfinis par les critères de l'enquête. Leurs valeurs sont déjà présentées à l'entame de ce chapitre.

Le *lieu de résidence* correspond systématiquement au village de l'individu enquêté.

Les modalités qui vont être étudiées restent le *lieu de naissance*, la *date de résidence à Palmarin* et la *situation conjugale*.

• Lorsqu'on se réfère aux lieux d'origine de la population actuelle de Palmarin, on note une diversité des localités. La démographie native de Palmarin paraît relativement mélangée avec l'apport des immigrants.

En effet, la localité qui participe le plus à l'accroissement naturel de la communauté rurale est Ngallou avec 41,9 %. Elle est suivie de Ngounoumane (18,6 %). Dakar vient à la troisième place pour un taux de 9,3 %. (Graphique 2)



Graphique 2

• De même, si on considère l'accroissement démographique par village, le plus grand apport apparaît clairement être le fait des villages de Palmarin eux-mêmes, exception faite de Djifère : Diakhanor : 43 % ; Ngallou : 94,6 % ; Ngeth : 63,6 % ; Ngounoumane : 87,5 %.

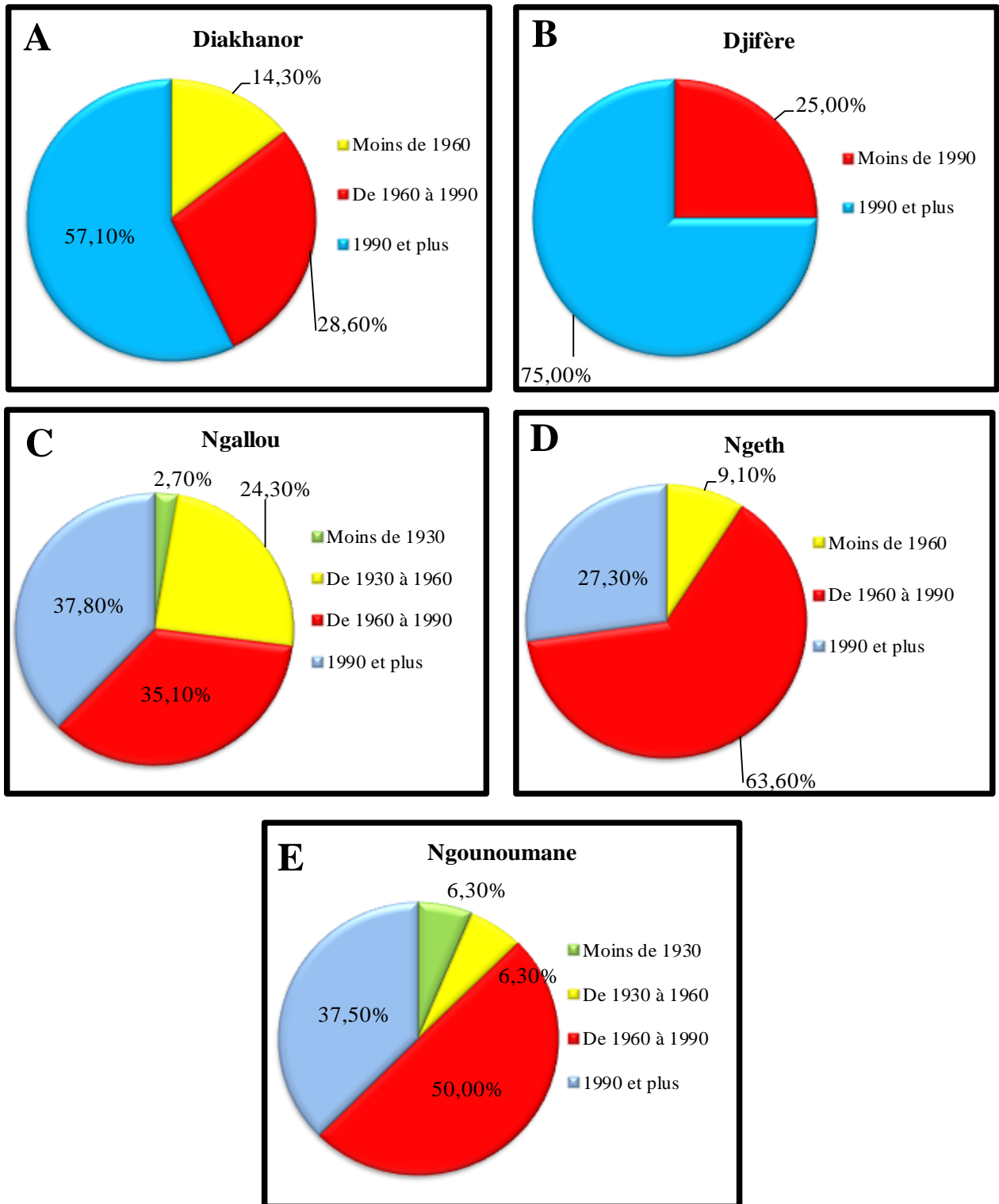
Répartition de la population de Palmarin selon les village d'accueil					
Localité d'origine	Vilages d'accuel à Palmarin				
	Diakhanor	Djifère	Ngallou	Ngeth	Ngounoumane
Dakar	43	7,7		18,2	6,25
Diakhanor	43	3,8			
Fadial			2,7		
France		3,8			
Joal		3,8		9,1	
Kaolack		3,8			
Mbour		3,8			
Ndayane		42,3			
Ndianda				9,1	
Ngallou	14		94,6		
Ngeth				63,6	
Ngounoumane		3,8	2,7		87,5
Palmarin		3,8			
Pointe de Sarène		12			
Saint-Louis		3,8			
Thiaroye sur mer		3,8			
Thiès		3,8			
Tivaouvane					6,25

Tableau 3

- Pour ce qui est des dates d'arrivée sur le territoire de Palmarin, les périodes varient selon les villages.

Nous entendons par date d'arrivée la période d'existence de la population nouvelle par accroissement naturelle et/ou par solde migratoire.

Les dates de résidence indiquent dans une certaine mesure la période de colonisation d'une localité par une communauté humaine.



Graphique 3

– Les graphiques A, B et D correspondant respectivement aux villages de Diakhanor, Djifère et Ngeth ne portent pas la période *moins de 1930*.

Cette situation reflète bien l'évolution démographique de Djifère. Les nouvelles populations de pêcheurs ont commencé à peupler la localité vers la fin des années 1980. C'est l'époque où les changements

climatiques contemporains se sont fait le plus sentir : rupture de la flèche de Sangomar, érosion du littoral.

En plus de ces difficultés environnementales, il y a une salinisation très avancée des nappes souterraines qui rend l'eau souterraine impropre à la consommation et à l'utilisation maraîchère.

Devant une telle dégradation du territoire, les anciens propriétaires des terres de Djifère (les paysans de Diakhanor), finissent par vendre leurs patrimoines fonciers aux pêcheurs venus d'ailleurs.

Ngeth a été progressivement colonisé après le raz-de-marée de 1928. Les doyens parmi les individus sont nés au-delà de 1930.

– Pour les dates de résidence *au-delà* de 1990, on note une prédominance des habitants à Diakhanor et à Djifère avec des valeurs partout supérieures à 50 % : 57,1 % pour Diakhanor et 75 % pour Djifère.

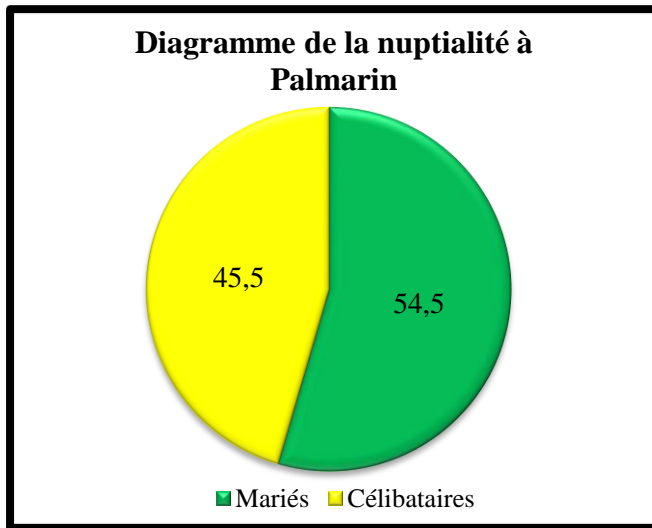
Pour cause, au lendemain du raz-de-marée de 1987, tout le village de Diakhanor a quitté son ancien site situé à proximité de Ngounoumane pour aller habiter dans son actuel terroir.

A Djifère, la résurgence de l'arrivée des pêcheurs et des commerçants dans la décennie 1990 est sûrement due au durcissement des conditions de vie provoqué par la dévaluation du Franc Cfa survenue à partir de 1994.

Par contre, dans les anciens sites de Ngounoumane et de Ngeth, la génération de résidents la plus importante en nombre date d'entre 1960 et 1990 : Ngounoumane avec 50,0 % et Ngeth 63,6 %.

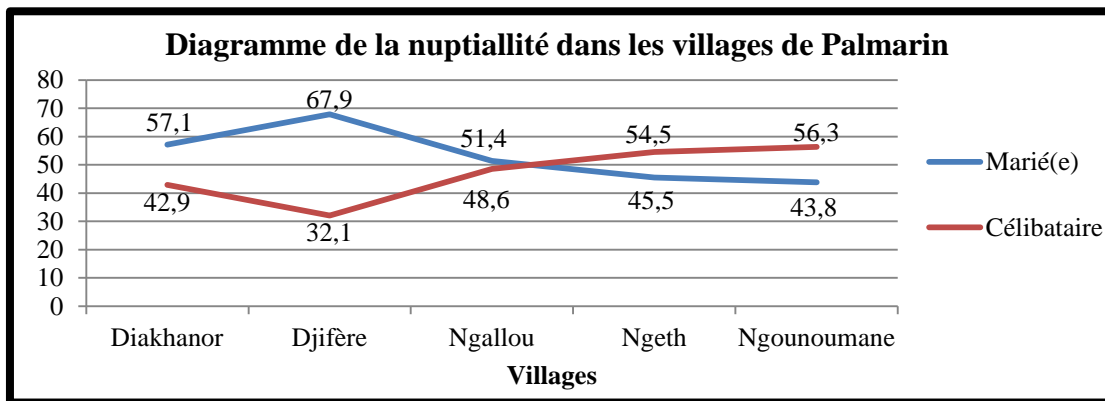
La relative importance des résidents de 1930 à 1960 à Ngallou pourrait s'expliquer par la délocalisation qui a suivi le raz-de-marée de 1928.

- D'emblée, l'analyse de la nuptialité dans la CR de Palmarin montre une prédominance du groupe des mariés (54,5 %) contre 45,5 % pour les célibataires. Cela peut être le fait d'un régime patrimonial resté encore fort dans une société aux mœurs traditionnelles et hors de l'emprise du modernisme accompli qui retarde l'âge de mariage des jeunes femmes (Graphique 4).



Graphique 4

Cependant d'un village à l'autre on observe une fluctuation des valeurs de la nuptialité qui dénote une évolution divergente de la démographie des différents de Palmarin (Graphique 5).



Graphique 5

– Dans les villages de Diakhanor et de Djifère la tendance générale dans la CR est respectée : le pourcentage des mariés dépasse partout les 55 %. Djifère compte 67,9 % de personnes en couple.

S'il en est ainsi dans la localité de Djifère, c'est parce que celle-ci est dominée par la présence de pêcheurs à majorité lébou¹⁰. L'un d'eux a expliqué que la pratique du mariage précoce est favorisée dans sa communauté à cause du temps de carrière limité dans la profession de pêcheur. « Le travail dans la mer est trop pénible et de ce fait lorsqu'on est à un âge avancé, il devient insupportable. Il faut donc avoir des enfants le plus tôt possible pour assurer sa relève », confie-t-il.

A Diakhanor, les descendants de la première communauté constituée de Palmarin, bien que moins nombreux qu'avant observent plus que dans n'importe quel autre village l'institution du mariage.

¹⁰Communauté du Sénégal traditionnellement pêcheur.

– La situation transitoire de Ngallou met presque en équivalence la proportion des mariés et celle des célibataires. Le premier groupe compte 51,4 % et le deuxième 48,6 %.

– Pour Ngeth et Ngounoumane, on assiste à un renversement de la tendance. Les valeurs du célibat deviennent les plus importantes : 54,5 % contre 45,5 % à Ngeth et 56,3 % contre 43,8 % à Ngounoumane.

2.3.2.2 La profession

Il s'agit des activités socioprofessionnelles et des activités économiques. Les individus menant souvent deux activités parallèles, on distingue une activité principale à côté d'une ou des activités secondaires.

- **L'activité principale**

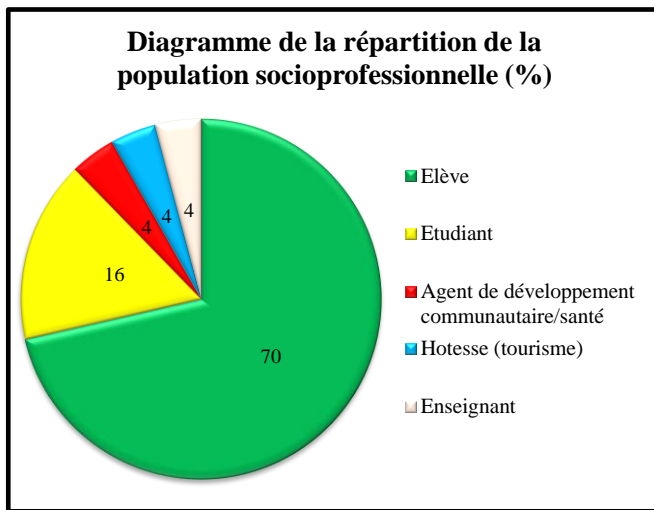
– Concernant les activités socioprofessionnelles, on constate une prépondérance de la part des élèves (70 %) suivis des étudiants (16 %). Les groupes d'agents de développement communautaire, les hôtesse et les enseignants comptent chacun 4 %. Cette répartition reste bien en adéquation avec la structure par âge de la population qui confère une portion plus importante à la jeunesse. Celle-ci apparaît comme la cible privilégiée des campagnes de sensibilisation sur les préoccupations environnementales pour plusieurs raisons valables : la disponibilité de la jeunesse, son éveil intellectuel, sa pérennité et sa vocation à la relève dans les instances de décisions.

– Les activités économiques sont réparties entre la *pêche*, *l'agriculture*, *l'exploitation de sel* et *autres* domaines.

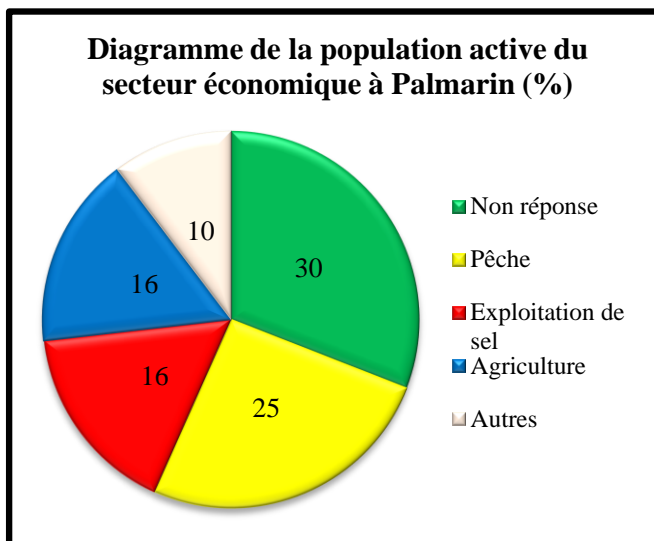
Des réponses n'ont pas été données par 30 % de la population enquêtée sur ses activités économiques.

25 % pratiquent l'agriculture mais il faut noter que ce chiffre est grossi par la taille de l'échantillon de Djifère (28 % de la population de Palmarin) essentiellement constitué de pêcheurs.

En outre, l'exploitation (16 %) de sel et l'agriculture (16 %) sont très importantes surtout à Diakhanor, Ngallou, Ngeth et Ngounoumane. Elles mettent la population au contact de leur environnement et la rendent ainsi plus sensible aux changements écologiques qui l'affectent.



Graphique 6

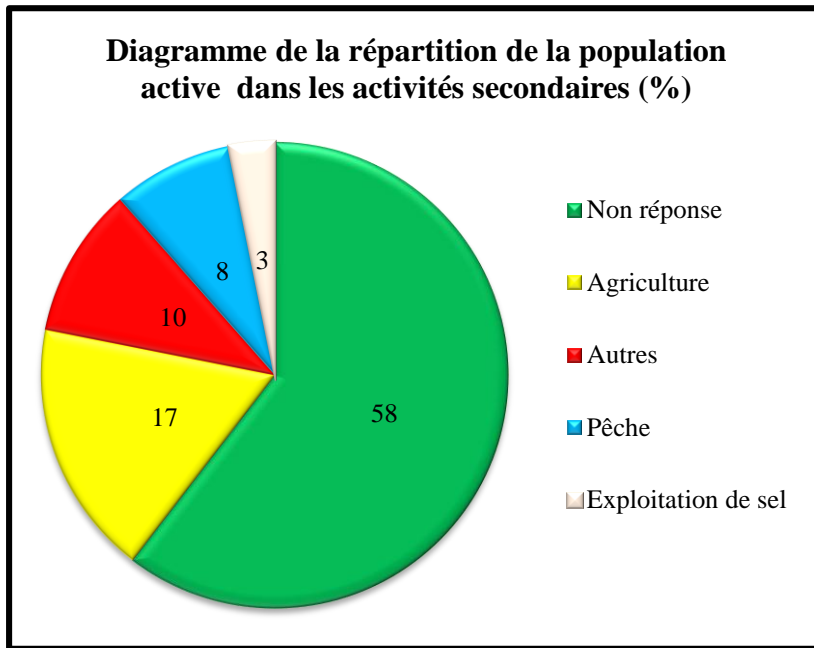


Graphique 7

- **Les activités secondaires**

Elles constituent toutes des occupations à intérêt économique. Cependant 42 % de la population s’y engagent. La plus grande part se contente d’une seule ou d’aucune activité secondaire.

L’agriculture reste malgré tout l’activité secondaire la plus pratiquée avec 17 %. Cela démontre encore une fois le poids de la tradition économique basée sur le travail de la terre.



Graphique 8

DEUXIEME PARTIE :
Caractérisation et
paramétrage de la
biomasse restaurée ;
estimation de la
biomasse anhydride

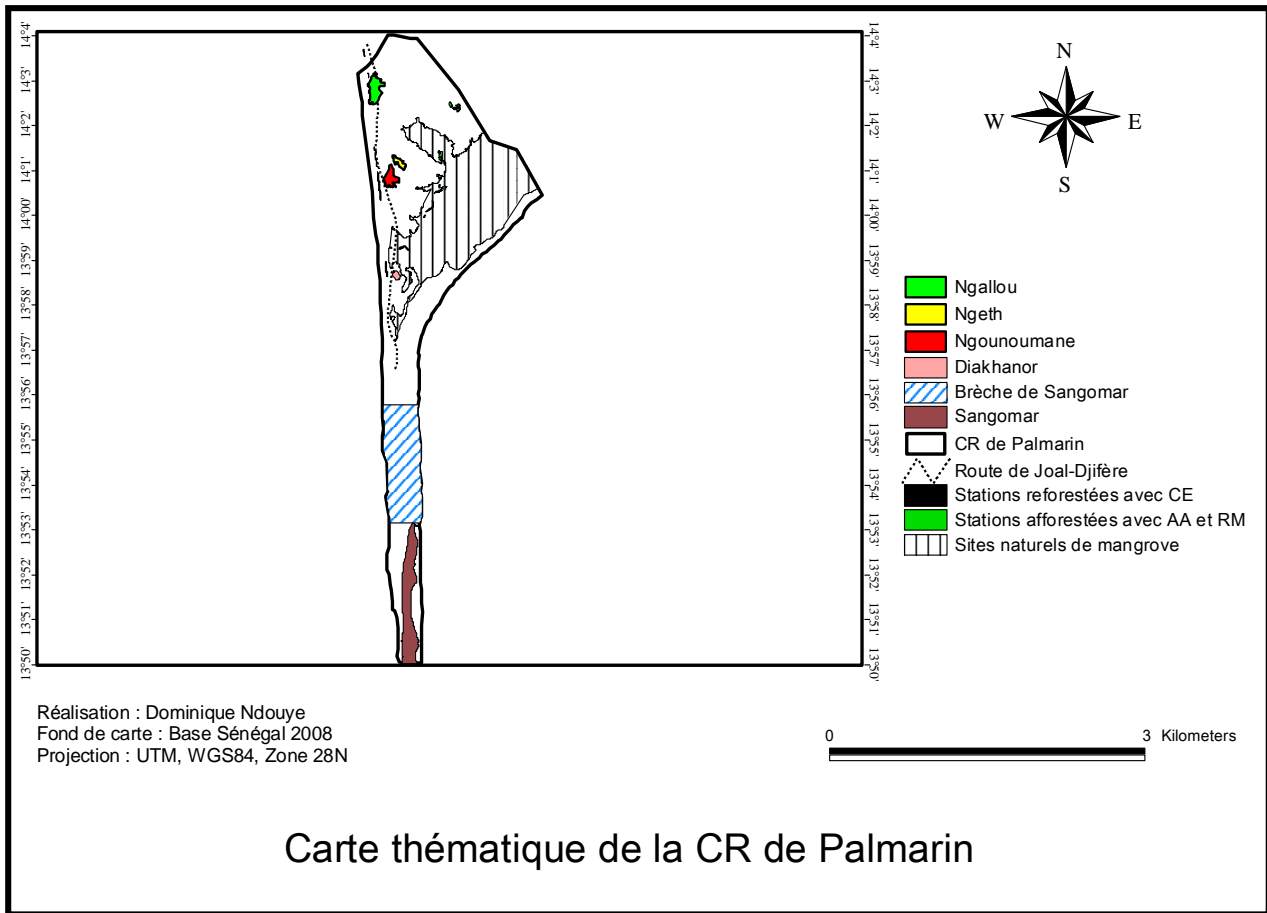


Figure 4

III. FACTEURS CONDITIONNELS DE LA BIOMASSE VÉGÉTALE

3.1. Le climat

Palmarin qui se trouve à $14^{\circ} 09' N$ de latitude Nord et $16^{\circ} 73' W$ de longitude Ouest reste déterminé par un climat de type soudano-sahélien sous influence maritime.

Cette caractéristique climatique résulte de la dynamique météorologique générale à laquelle est soumise l'ensemble des pays d'Afrique de l'Ouest. Cependant, la situation côtière (sur la Petite Côte) de Palmarin lui confère des particularités liées à sa proximité d'avec l'océan Atlantique.

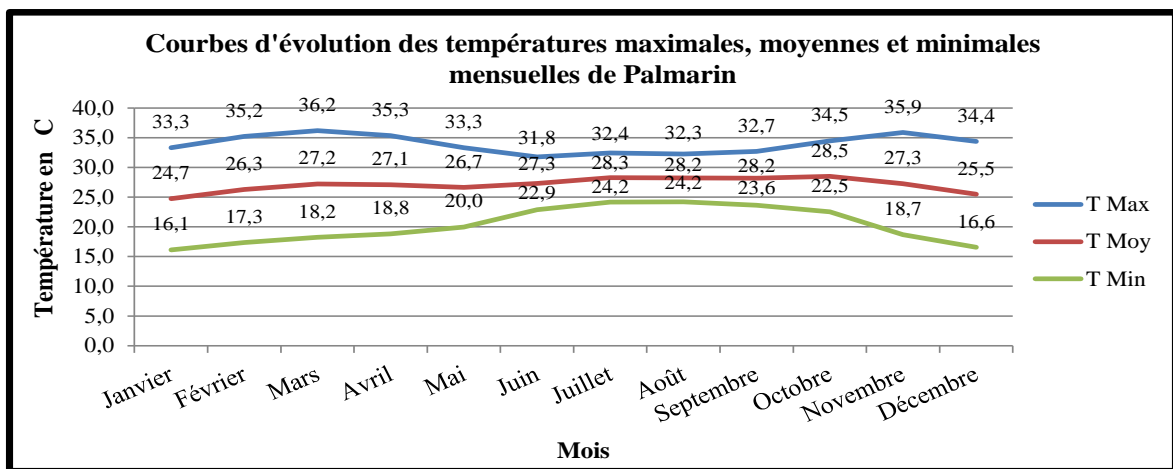
De manière générale, plusieurs flux de masses d'air vont intervenir sur l'espace palmarinois suivant les différentes périodes de l'année et vont rythmer la succession des saisons caractérisées par des phénomènes météorologiques et climatiques différents.

Toutefois, hormis la pluviométrie, les paramètres climatiques à analyser sont des données recueillies à partir de la station synoptique de Mbour proche de Palmarin, cette dernière ne disposant que d'une station pluviométrique.

3.1.1. Les températures

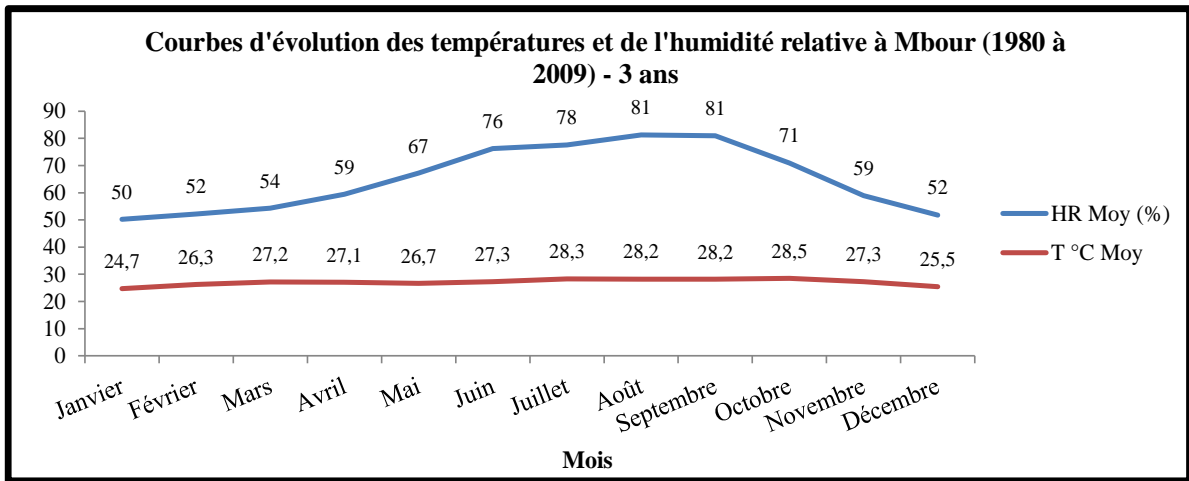
Les températures de la localité de Palmarin sont tributaires des flux de vents qui traversent la zone au fil des saisons. Mais l'inaccessibilité des données journalières fait qu'on se limite au traitement des valeurs thermiques intermensuelles.

L'évolution intermensuelle des températures maximales montre une courbe bimodale avec un maximum principal en mars (36,2 °C) et un maximum secondaire en novembre (35,9 °C). On observe sur cette courbe une montée constante de janvier à mars, puis une baisse jusqu'au mois de juin (Graphique 9). A partir de cette période, les valeurs maximales des températures ne subissent plus une grande fluctuation jusqu'au mois de septembre où elles recommencent à croître. Au pic de novembre, elles entament une nouvelle chute.



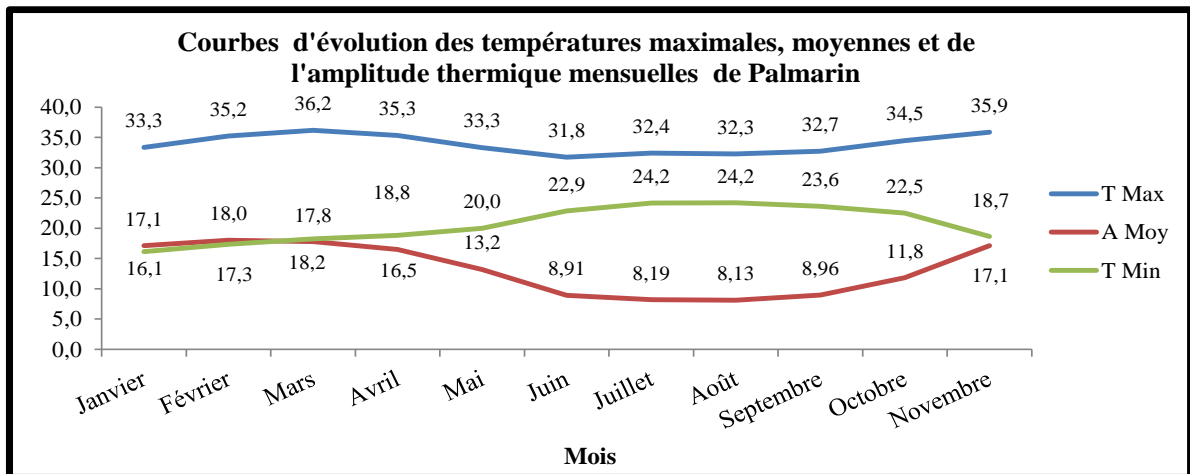
Graphique 9

La phase de stagnation des températures maximales reste centrée sur les mois de la saison des pluies : juin, juillet, août, septembre. Cette période correspond à l'intervention de la mousson. C'est dire que c'est la saison où les températures moyennes restent les plus élevées (juin : 27,3 °C ; juillet : 28,3 °C ; août : 28,2 °C ; septembre : 28,2 °C). Elle voit l'intervention fréquente de la pluie et du couvert nuageux qui contribuent à atténuer les valeurs maximales de température en milieu de journée. Ainsi, l'humidité relative reste au même moment très élevée (Graphique 10).



Graphique 10

« Le rôle régulateur thermique de la mer » est aussi à prendre en compte dans cette baisse des températures maximales. L'amplitude thermique est la plus faible durant cette période, les valeurs maximales étant en baisse et les valeurs minimales en hausse (Graphique 11).



Graphique 11

A l'opposé, la série des températures minimales décrit une évolution monomodale. La principale valeur la plus faible est enregistrée en janvier (16,1 °C) qui est un mois de la saison froide d'hiver.

Les séries des températures maximale et minimale ont permis de définir les températures moyennes qui montrent la tendance générale de l'évolution thermique à Mbour. Ici on note une évolution bimodale (voir Tableau).

Tableau des températures moyennes mensuelles à Mbour												
T Moy	24,7	26,3	27,2	27,1	26,7	27,3	28,3	28,2	28,2	28,5	27,3	25,5
mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre

Tableau 4

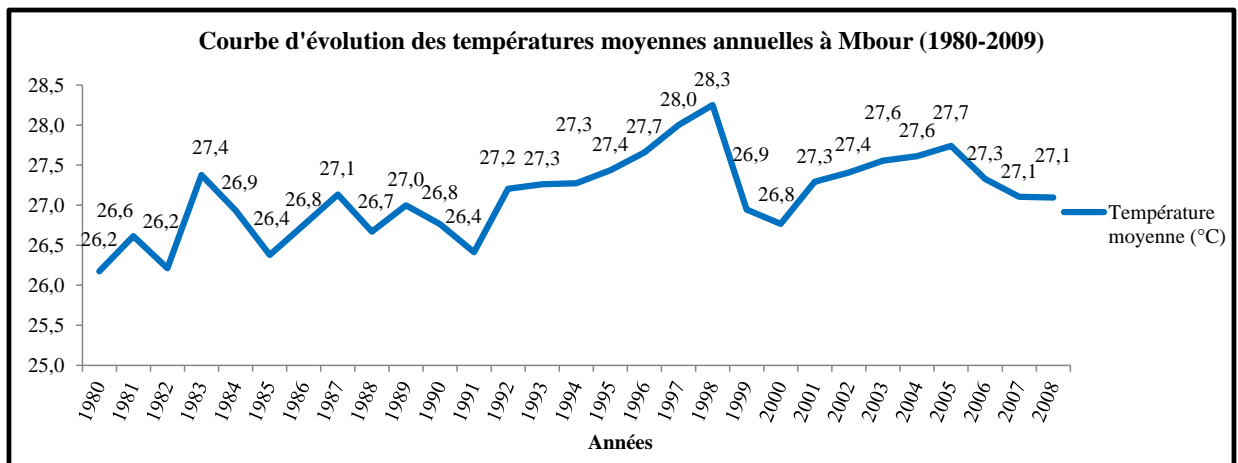
Le maximum principal intervient en octobre et le maximum secondaire en mars. En effet, au mois d'octobre on assiste à l'arrêt des pluies qui ne peuvent plus adoucir les températures. La mousson cède

la place aux alizés qui dominent la circulation météorologique sur Palmarin jusqu'en mai. En mars, l'alizé Saharo-libyen chaud et sec prédomine et amène les températures à leur maximum secondaire.

Le minimum principal arrive en janvier et le minimum secondaire se manifeste en mai.

En effet, les mois de décembre, janvier et février correspondent à l'hiver boréal qui est responsable de la baisse des températures.

D'emblée, on remarque une tendance à la hausse des températures moyennes annuelles de 1980 (26,2 °C) à 1987/1988 (28,3 °C). Ensuite, les températures se mettent à baisser jusqu'à la valeur de 27,1 °C en 2007 (Graphique 12).



Graphique 12

3.1.2 Les vents

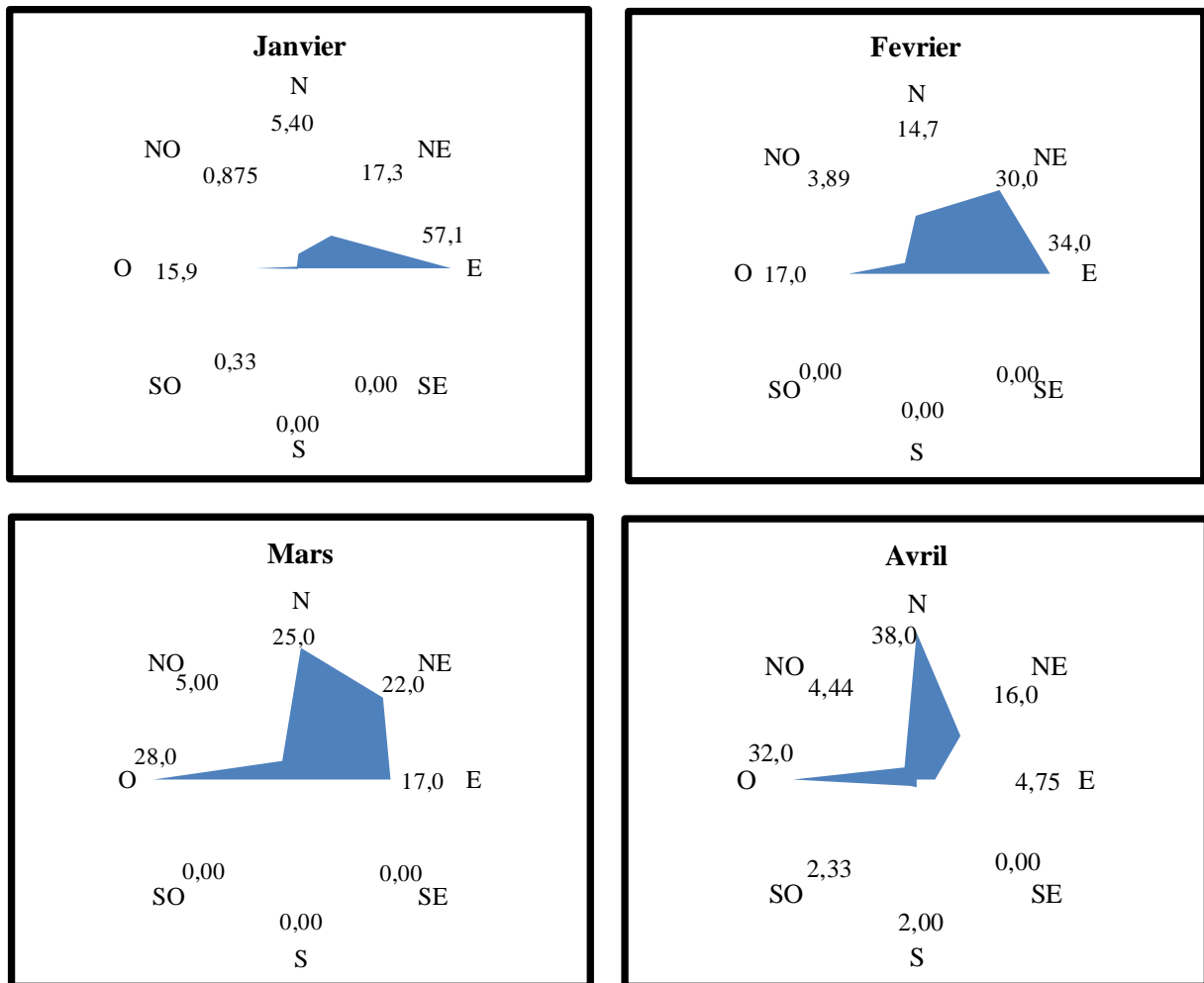
Comme pour toute région du globe terrestre, le transfert de masse d'air est l'œuvre des Centres d'Action (CA). On distingue alors des zones de haute pression atmosphérique appelées Anticyclones (A) qui constituent des points de départ des flux et des zones de basse pression dites Dépressions vers lesquelles se dirigent ces flux.

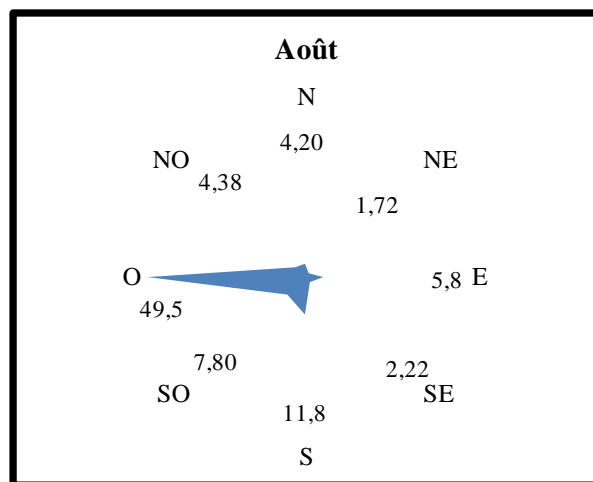
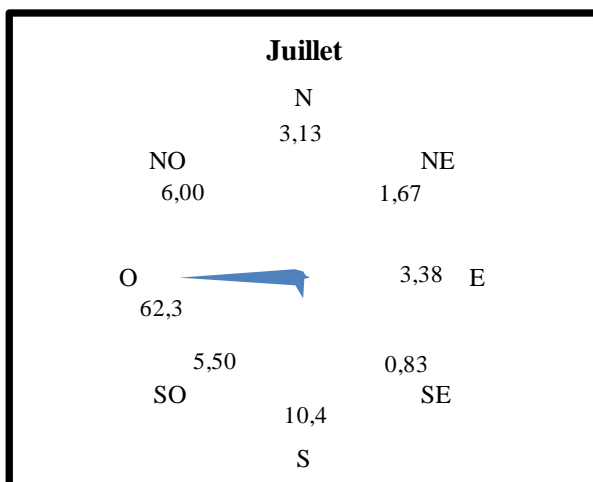
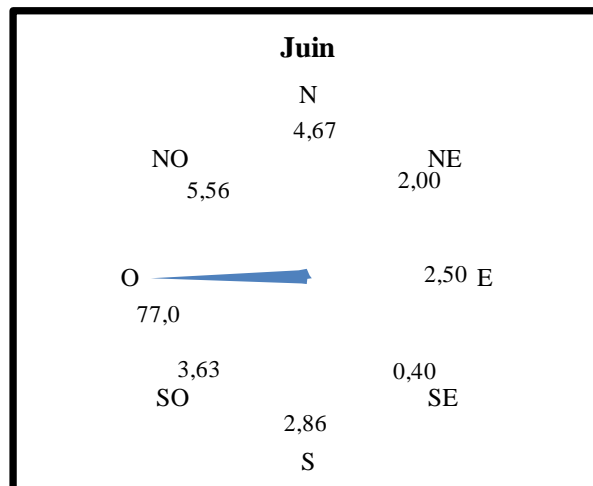
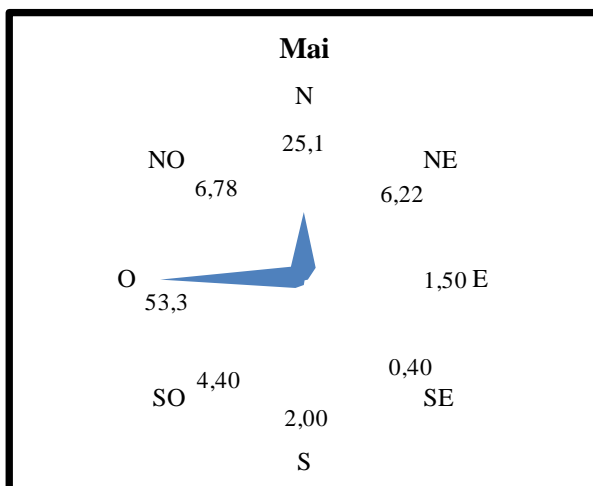
Dans le cadre de Palmarin, on distingue les anticyclones Saharo-libyen et des Açores tous deux situés dans l'Hémisphère Nord et l'anticyclone de Sainte-Hélène dans l'Hémisphère sud. Ils sont les principaux moteurs des échanges de flux et ce transfert d'air est à l'origine de la variation saisonnière du climat.

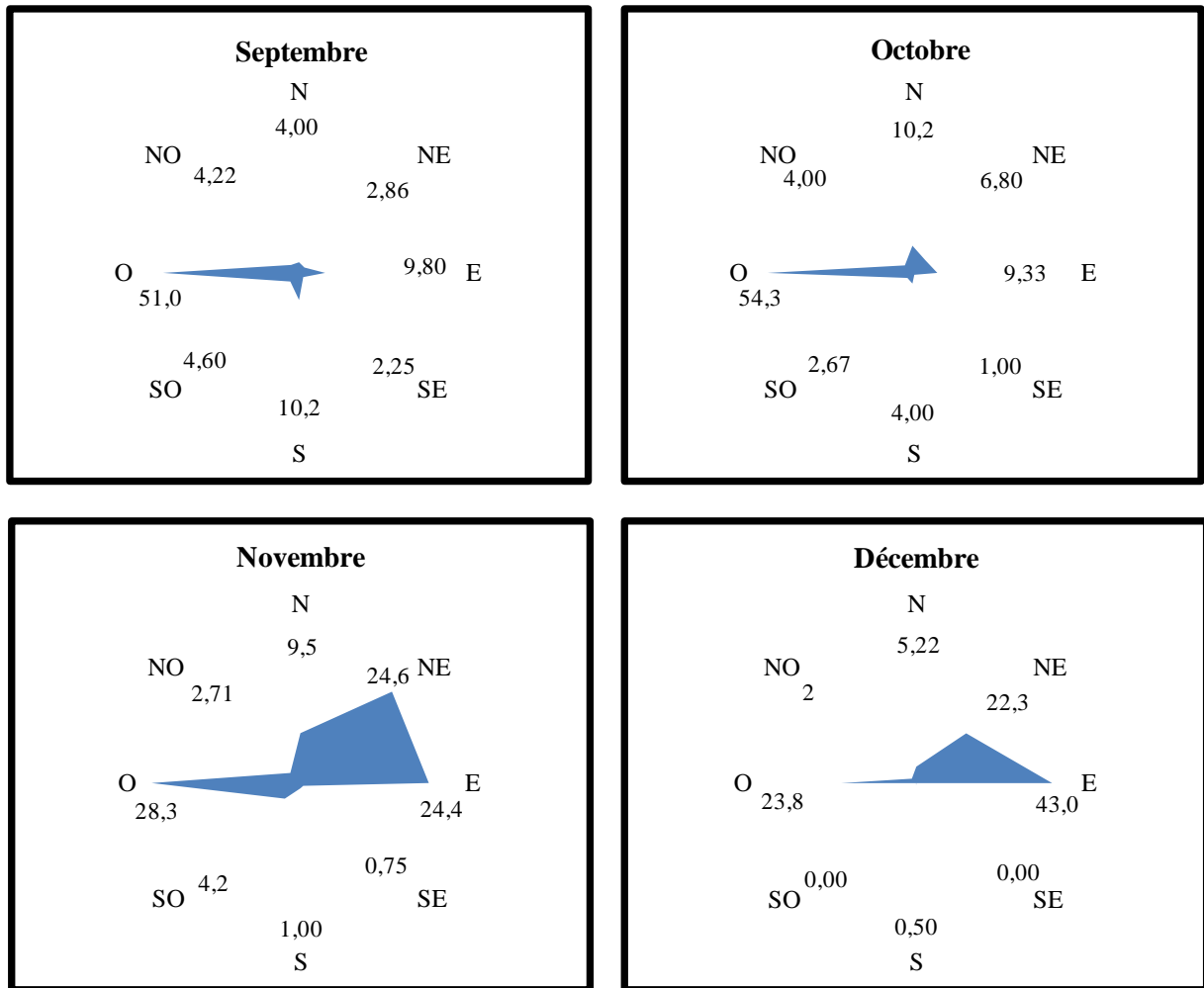
En saison d'hiver dans l'Hémisphère Nord (décembre, janvier et février), l'air lourd et froid issu du pôle Nord vient renforcer l'Anticyclone des Açores qui envoie à son tour des flux de vent de directions dominantes Nord, Nord-est et Est (Graphique 13). Ces flux provenant des Açores constituent des Alizés. Leur trajectoire océanique en fait des Alizés maritimes (Alm) responsables des températures basses durant la saison non pluvieuse. Si les Alm pénètrent en profondeur dans le continent, ils deviennent des Alizés maritimes continentalisés (Almc).

Lorsque la pression du CA des Açores commence à baisser, c'est l'Anticyclone Saharo-libyen qui prend le relai dans la circulation vers le mois d'avril voire mai (Faye, 1995). Il arrive alors sur Palmarin des flux de vent chaud et sec dit Harmattan. Ce sont des Alizés continentaux (Alc).

En revanche, quand arrive l'été boréal, les CA de l'Hémisphère Nord (Açores et Saharo-libyen) perdent de leur dynamisme et on assiste à la domination des flux d'air envoyés par l'Anticyclone de Sainte-Hélène. Ces vents qui sont au départ des Alm, vont dans leur parcours, se dilater sous l'effet des températures élevées, puis se charger de l'eau de l'océan avant de changer de direction par la force de Coriolis. Au moment où les Alm de Sainte-Hélène traversent l'Equateur géographique, ils deviennent de la Mousson vecteur de précipitations. Les directions dominantes de la Mousson à Palmarin sont Sud-ouest et Ouest (Graphique 13).







Graphique 13

Les précipitations sont ainsi la marque au sol du Front Intertropical de Convergence (FIT).

Toutefois, les variations saisonnières du climat, animées par la circulation météorologique générale des masses d'air, se font ressentir par une fluctuation des paramètres : température, vent et également précipitation et humidité relative. L'étude de ces deux dernières données va permettre une meilleure appréhension du cadre climatique de la communauté rurale de Palmarin mais aussi l'influence de l'océan sur une bande de terre de 77 Km² que constitue Palmarin.

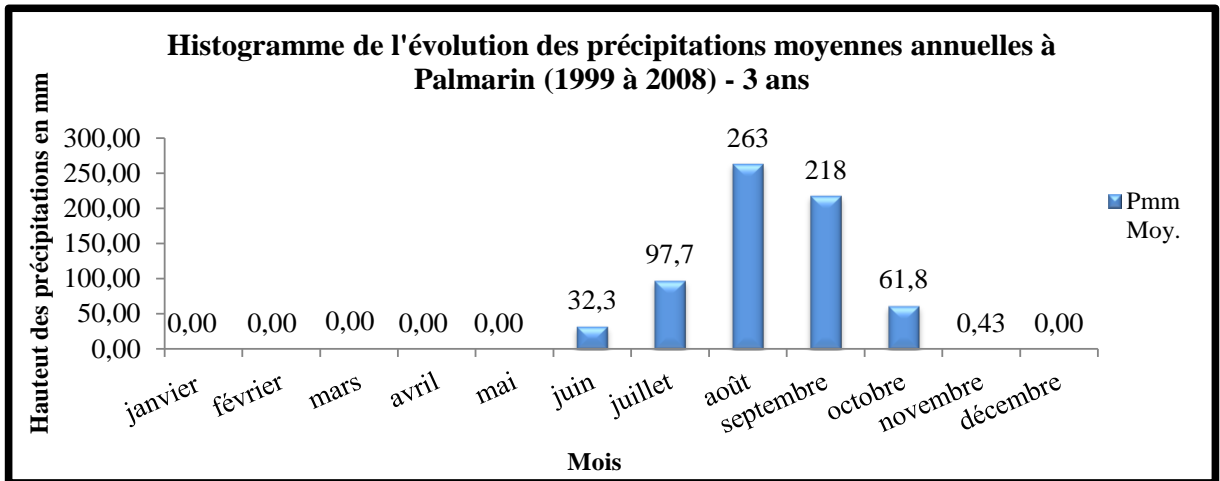
3.1.3 Les précipitations

Palmarin, influencé par un climat de type soudano-sahélien, bénéficie d'une saison des pluies qui dure 5 mois de juin à octobre (Graphique 14). Les pluies sont dues à l'arrivée de la mousson chaude et humide qui évolue d'avril à novembre.

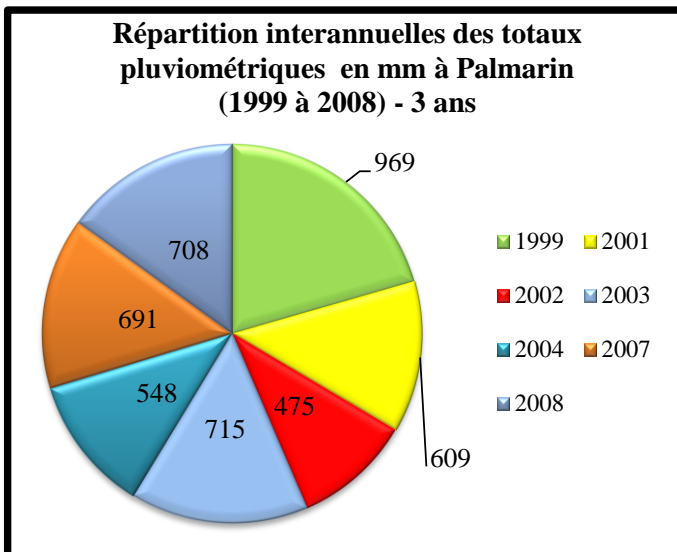
Les moyennes pluviométriques cachent cependant de nombreuses irrégularités car on note « parfois une installation tardive de la saison pluvieuse » (Seck, 2008).

Ainsi, à Palmarin on enregistre annuellement une hauteur de précipitation égale en moyenne à 673,5 mm. Mais l'évolution interannuelle de la pluviométrie, montre une différence de la somme d'eau précipitée dans le temps (Graphique 14).

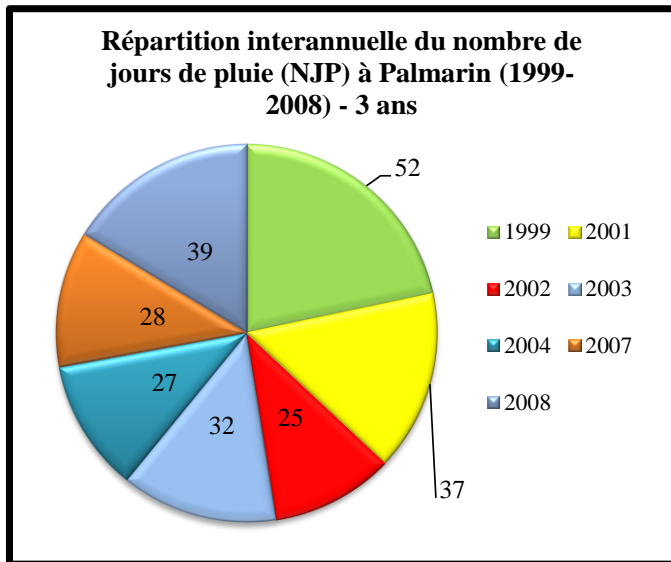
Les valeurs intermensuelles de hauteur d'eau reçue à Palmarin ne sont pas identiques non plus. Les précipitations qui n'arrivent pas en saison non pluvieuse privent d'averses les mois allant de novembre à mai. Juin, juillet,



Graphique 14



Graphique 15

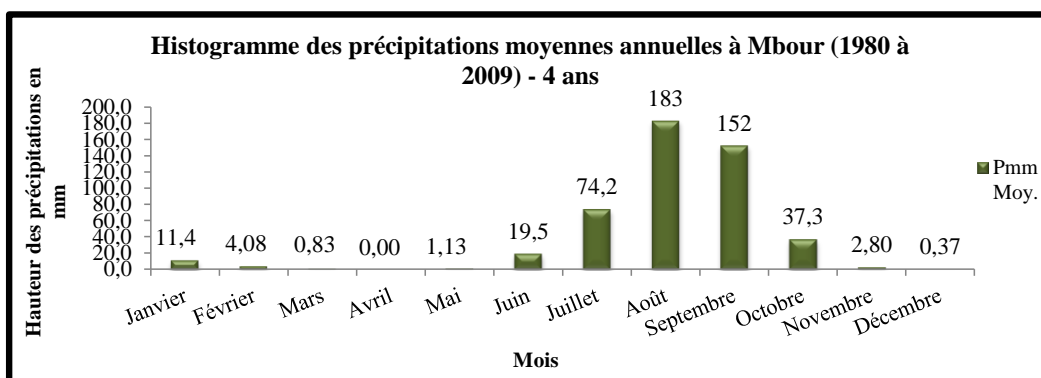


Graphique 16

août, septembre et octobre sont les mois de saison de pluie (Graphique 17). L'histogramme moyen des précipitations indiquées des valeurs de hauteur d'eau qui passent de 32,3 mm en juin à 97,7 mm en juillet pour culminer à 263 mm au mois d'août. Ensuite, les précipitations baissent jusqu'au niveau des 218 mm pour le mois de septembre avant de chuter drastiquement à 61,8 mm en octobre.

Les précipitations de septembre restent très infimes et ne représentent que 0,43 mm. Donc, on ne peut intégrer ce dernier mois dans la série des mois pluvieux.

L'histogramme des hauteurs de précipitation à Mbour confirme l'analyse faite de l'évolution temporelle de la pluviométrie à Palmarin (Graphique 17).



Graphique 17

L'année la plus pluvieuse de toute la décennie 1999-2008 des précipitations à Palmarin correspond à 1999 (969 mm). Les précipitations sont ainsi régulièrement en baisse avec une remontée de la hauteur des pluies notée en 2003 (715 mm) (Tableau 5).

L'évolution du nombre de jours de pluie se superpose plus ou moins à celle des totaux pluviométriques (Graphique 16). Comme pour les précipitations, l'année 1999 a connu le plus grand nombre de jours où la pluie est intervenue.

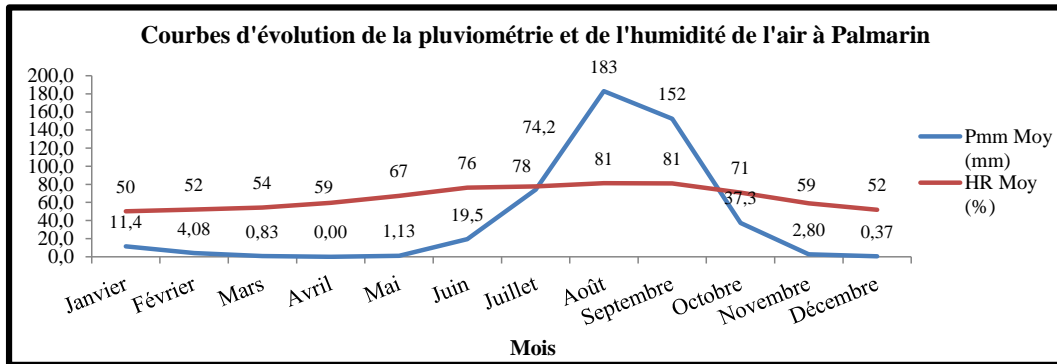
Années	1999	2001	2002	2003	2004	2007	2008	Moyenne
Totaux Pluviométriques	969	609	475	715	548	691	708	673,5

Totaux pluviométriques annuelles à Palmarin (1999 à 2008) - 3 ans

Tableau 5

3.1.4 L'humidité relative

La teneur en vapeur d'eau dans l'air varie suivant les saisons. En effet, l'humidité relative (HR) de l'atmosphère est plus forte durant la saison pluvieuse (juillet, août, septembre, octobre) que pendant la saison non pluvieuse (Graphique 18).

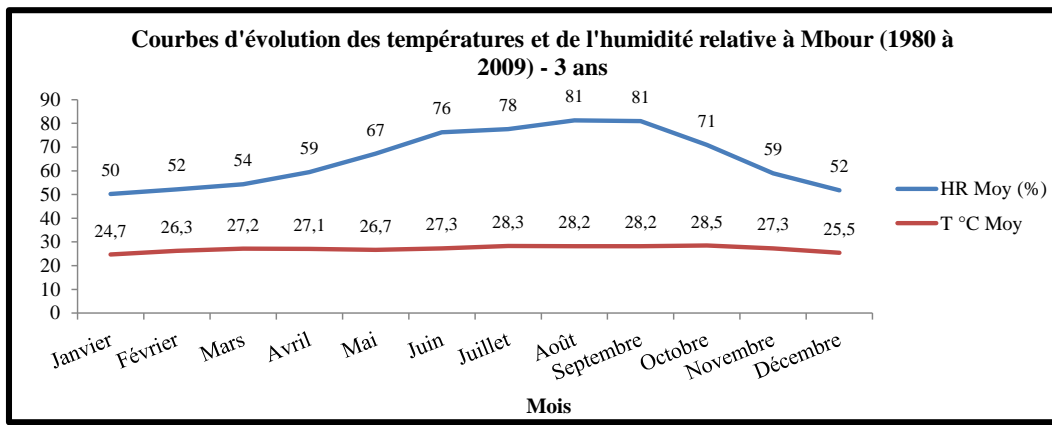


Graphique 18

Les valeurs maximales de l'HR changent durant toute l'année entre 77 % (janvier) et 94 % (septembre). Les valeurs minimales vont de 23,8 % (janvier) à 69,5 % en août. On remarque alors un grand écart entre les valeurs maximales et les valeurs minimales de l'humidité à la station de Mbour et cela particulièrement pour les mois de la saison non pluvieuse (de novembre à mai) (Graphique 18).

Pour les mois pluvieux de juin (91 %), juillet (90 %), août (93 %), septembre (94 %), octobre (91 %), bien que l'humidité maximale reste élevée, elle ne varie pas grandement. Ce sont donc les valeurs minimales qui vont réduire l'écart entre juin (61,5 %), juillet (65 %), août (69,5 %), en septembre (68,1 %) et finalement octobre (51 %) alors que l'HR minimale la plus élevée dans le reste de l'année est notée en mai et égale 44,4 %.

Cette augmentation sensible des valeurs moyennes de l'HR durant la saison pluvieuse est à mettre en rapport avec la chute des précipitations, dont l'évaporation en milieu de journée – à cause des températures élevées – augmente la teneur en eau de l'air ambiant (Graphique 18). La vapeur d'eau des pluies vient donc s'ajouter à « une forte humidité du littoral » déjà acquise (Faye, 1995).



Graphique 19

De ce fait, le « climat est amphibie et la masse océanique introduit les nuances surtout dans le domaine du régime des températures et de l'humidité relative » sur le littoral de Sangomar dans la communauté rurale de Palmarin comme le souligne E. S. Diop en 1975.

L'humidité relative moyenne va porter ses caractéristiques littorales au niveau des précipitations et aussi des températures.

En plus de l'influence permanente de l'océan Atlantique, l'arrivée des précipitations augmente les valeurs de l'humidité relative moyenne (HR Moy) pendant la saison des pluies. Dans la même période, on remarque une hausse sensible des températures moyennes. Cette augmentation des températures favorise l'évaporation des plantes et l'évaporation et accroît la teneur en eau dans l'air (Graphique 19).

3.2. Le relief

Palmarin, comme l'ensemble du delta du Saloum, est une zone au relief bas. D'une manière générale, l'altitude de la topographie à Palmarin reste partout inférieure à 10 m. Certaines parties de la communauté rurale, comme les dépressions du Sud-est et des bolons se retrouvent même à une altitude inférieure au 0 de la mer.

Le delta du Saloum est en effet constitué de trois bras de mer : le Bandiala, le Diomboss et le Saloum qui borde la communauté rurale de Palmarin à l'Est.

Toute cette partie du Saloum correspond en réalité à un « estuaire inversé » (Kaly, 2001). Cette configuration est due à l'absence d'un cours d'eau puissant capable de déposer des matériaux alluviaux drainés depuis l'amont, ce qui créerait ainsi une surélévation du relief. De ce fait, la topographie du delta du Saloum, de faible altitude, reste essentiellement influencée par « l'action de la marée » qui lui a imposé sa configuration actuelle (Kaly, 2001).

En outre, le Centre et l'Ouest de la Communauté de Palmarin voient s'étendre des plaines sableuses. Selon, Faye (1995), le littoral de Sangomar « reste bordé par endroits par des micro-falaises dépassant parfois 1 m de haut ».

3.3 Les sols

Le sol de Palmarin, à l'instar de l'ensemble de l'estuaire du Saloum, présente des caractéristiques spécifiques qui sont dues à sa « pédogénèse¹¹ initiale » liée aux « dépôts marins et fluvio-marins » (Marius, 1984).

Des processus (biologiques, chimiques et physiques) qui ont donné naissance à ces sols on retiendra en particulier les plus déterminants ; c'est-à-dire les facteurs physiques de pédogénèse : déshydratation, tassement, consistance et structure du sédiment.

De l'avis de Gavaud (1990), l'évolution des sols salés du littoral marin sénégalais s'est faite de la façon suivante : « les vases à pyrites des mangroves se transforment en sols sulfatés acides des 'tannes' » ; ensuite ces tannes deviennent à leur tour des « aires herbeuses », puis des surfaces « nues à efflorescences salines » et finalement des « sols hydromorphes lessivés sous savane arbustive ». Cette dernière phase dans l'évolution du sol du littoral reste favorisée par le retrait de la marée et de la nappe salée.

Ainsi, selon Gavaud (1990), l'estuaire du Saloum « réunissait les deux aspects » de l'estuaire du fleuve Sénégal et de l'embouchure de la Gambie et de la Casamance. Il s'agit respectivement de « vastes tannes » avec « des remaniements éoliens de la "moquette" salée » au nord du Sénégal et des « mangroves et les rizières » du sud.

De cette façon, à Palmarin, on retrouve essentiellement deux types de sol : les tannes et les sols dior¹². Les tannes sont de loin le type de sol le plus répandu sur Palmarin. Ils occupent « 85 % du territoire » et continuent de s'épandre (Seck, 2008). Les tannes se caractérisent par leur aspect halomorphe et acide, donc incultes, inappropriés à l'agriculture. Les tannes sont surtout visibles dans la partie Sud-est de la communauté rurale et au-delà.

Les sols dior se retrouvent en particulier au Nord-est, sur 12 % de l'espace palmarinois, « soit moins de 1000 ha » (Seck, 2008). Autrefois, les populations cultivaient sur ces sols de l'arachide, du maïs, du mil, du sorgho. Mais au fil du temps les sols dior de Palmarin ont perdu de leur richesse du fait d'une « forte exploitation, d'une érosion éolienne intense et d'un climat excessivement rigoureux en pleine saison sèche » (Seck, 2008).

De manière générale, le sol de Palmarin subit une dégradation à l'image de l'estuaire du Saloum.

Les alizés maritime continentalisé et continental qui prédominent sur l'espace de Palmarin de novembre à avril, soufflent à des vitesses importantes avec une « chaleur torride qui contribue à assécher l'air et à

¹¹ Processus écologique conduisant à la formation des sols. (François Ramade, *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité*, Dunod, Paris, 2008)

¹² Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés (ou sols dior) très sableux (plus de 95 % de sables) donc souvent très dégradés (Ministre de l'Environnement, de la Protection de la Nature, des Bassins de rétention et des Lacs artificiels, *Annuaire sur l'Environnement et les Ressources Naturelles du Sénégal*, CSE, Deuxième édition, Mai 2009)

agir sur un sol presque nu ». Les alizés agissent ainsi sur la « morphodynamique du littoral » et favorisent le « remaniement des dunes et des cordons » (Faye, 1995).

En outre, les études menées par Delaune sur le littoral du Saloum, ont montré que les séquences « proches de la mer sont sableuses » au contraire des zones internes de l'estuaire où le sol est plutôt limono-argileux (Marius, 1984).

3.4 La répartition des eaux

D'une manière générale, il faut savoir que les îles du Saloum sont un domaine littoral où « l'eau libre occupe 30 % » de la superficie de la RBDS¹³.

En ce qui concerne Palmarin, deux types de disponibilité de l'eau sont à distinguer à savoir : l'eau de surface et l'eau souterraine.

3.4.1 Les eaux de surface

D'abord, il est à noter une « platitude du relief » qui ne permet pas à Palmarin le développement d'un cours d'eau autre que le Saloum et ce en dépit de l'alimentation en eau précipitée, la plus importante de tout l'arrondissement de Fimela (Faye, 1995).

Les seules étendues d'eau côtoyant Palmarin sont constituées du Saloum et de son sous-bras le marigot de Ndangane qui bordent l'Est de la communauté rurale.

En outre, l'indisponibilité de l'eau de pluie due à une longue saison non pluvieuse (8 à 9 mois) réduit la durée de l'écoulement de surface. Cet état de fait explique la pratique de l'extraction du sel au bord du Saloum durant cette période de l'année où l'eau de surface s'évapore, s'infiltré et laisse apparaître des efflorescences de cristaux blancs (Seck, 2008).

A l'Ouest de Palmarin, prévaut l'océan Atlantique qui longe toute la façade du littoral palmarinois. C'est le domaine de la pêche de grande envergure et du tourisme.

3.4.2 Les eaux souterraines

Ces eaux se concentrent dans trois nappes souterraines différentes :

3.4.2.1 Le Continental Terminal dont l'eau peut satisfaire toutes les utilisations. Cette eau est enfermée dans des veines souterraines dont l'épaisseur ne dépasse pas les 7 m. Cependant, des analyses menées sur sa qualité montrent une « pollution d'origine fécale » de l'eau du Continental Terminal (PLD, 2001).

3.4.2.2 La nappe du Maestrichtien à Palmarin est très salée, donc inutilisable pour la boisson ainsi que pour l'irrigation. C'est en partie à cause de cette forte teneur en sel de l'eau du Maestrichtien qu'on note l'absence de maraîchage dans la communauté rurale. Néanmoins, cette eau est captée par le forage de Djifère (Seck, 2008).

¹³RBDS, *Bref aperçu de la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (RBDS) : Son plan d'action*, 14 novembre 2003

3.4.2.3 L'eau du Paléocène est de qualité assez bonne. Elle sert à tous les usages domestiques. Cependant, la nappe du Paléocène reste confrontée à l'exhaure du fait de sa surexploitation.

3.5. La faune

Les animaux forment en symbiose avec les végétaux la biocénose de l'écosystème forestier. Tous les rapports qui se dessinent entre les différentes espèces de la biocénose (animales et végétales à la fois) sont essentiels au maintien de l'équilibre de l'écosystème et de sa bonne évolution. La disparition progressive ou l'extinction totale d'une espèce reste préjudiciable à l'écosystème et donc à la survie des êtres vivants qu'il contient.

Une étude exhaustive n'a pas été faite des ressources animalières de Palmarin. Les seules données qu'il a été possible de recueillir proviennent des récits oraux des populations elles-mêmes ou sont tirées de la revue documentaire (*Seck, 2008 ; PLD, 2001*).

D'après Seck (2008), on comptait dans le passé parmi les animaux présents à Palmarin le « lion, la panthère, l'antilope, le lapin et beaucoup de reptiles et d'oiseaux » qui ont aujourd'hui disparu de la faune. Mr Pierre Ndène¹⁴ mentionne aujourd'hui la présence d'espèces de boa, de chacal, de chat sauvage, de couleuvre, de Courlis (corlieu), de crabe violoniste, l'Egre dimorphe, d'hyène, de mangouste, de singe et de vipère.

¹⁴ Pierre Ndène, Président des éco-guides de la Communauté rurale de Palmarin

IV. CHAPITRE 4 : ECOSYSTEME VEGETAL DE PALMARIN

La végétation dans la communauté rurale de Palmarin porte l’empreinte d’un climat soudanien. Elle montre ainsi par endroit les caractéristiques d’un climat soudano-guinéen et celles d’un climat soudano-sahélien (Faye 1995 ; Seck 2008).

Ainsi, on verra les deux types d’écosystèmes végétaux dans ce chapitre : l’écosystème végétal naturel et l’écosystème végétal restauré.

4.1. La végétation naturelle

Elle couvre naturellement l’ensemble de la superficie de la CR de Palmarin mais de façon clairsemée. Son installation résulte de la conjonction de plusieurs facteurs biogéographiques et stationnels qui vont dicter le type de plantes et la répartition spatiale de celles-ci. Ces facteurs conditionnels qui ont permis à la végétation naturelle de coloniser le sol de Palmarin sont étudiés plus haut et se résument ainsi : le climat, le relief, le sol, l’hydrologie souterraine, la faune, etc. (Chapitre 3).



Figure 5 : Paysages végétaux naturels de Palmarin

4.1.1. Evolution spatiale

L’observation d’une photographie aérienne de l’espace de la Communauté rurale de Palmarin rend compte de l’inégale répartition géographique de la végétation.

- De l'extrémité-nord de Palmarin à Ngallou, on note une végétation faite de savane herbeuse. Les arbres, dans cette partie, sont quasi-absents et deviennent de moins en moins visibles à mesure que l'on s'approche des tannes de Ngallou, en direction du sud.

- A partir de Ngallou, la végétation réapparaît plus ou moins densément. Il s'agit d'une savane arborée qui s'étend jusqu'à l'entrée de Djifère. Elle est toutefois parsemée de tannes qui correspondent le plus souvent au littoral des lagunes sous-jacentes à la mangrove. Dans cette flore on peut compter de nombreuses espèces végétales. Les noms de ces plantes sont donnés en écriture scientifique et les correspondances en français (f.), sérère (s.) et wolof (w.) figurent entre parenthèses. Ce sont, entre autres, *Acacia albida* (f. kade, s. sas, w. kad), *Acacia nilotica* (w. nebebe), *Adansonia digitata* (f. baobab, s. bâk, w. guy), *Balanites aegyptiaca* (s. modèl ou lôl, w. sump), *Borassus aethopium* (f. rônier, s. ndof, w. rôn), *Combretum glutinosum* (s. yay, w. rat), *Detarium senegalensis* (s. ndooy, w. ditah), *Dichrostachys glomerata* (f. mimosa clochette, s. suss, w. sint), *Gossypium barbadense* (f. cotonnier, s. falit, w. vitèn), *Maytenus senegalensis* (s. ndafar, w. gènamdèk), *Parinari macrophylla* (s. daf), *Piliostigma reticulatum* (s. ngayoh, w. ngingis), *Sclerocarya birrea* (s. arit, w. ber oubir), *Scoparia dulcis* (f. balai doux, s. sopitousorèt, w. bèlvèlgèl ou matmat), *Tamarindus indica* (f. tamarinier, s. sob, w. ndahar), *Tamarix senegalensis* (f. tamatix du Sénégal, s. mburdu, w. ngèd), *Zizyphus mauritiana* (f. jujubier, s. ngit, w. sédèm ou dèm), *Zizyphus mucronata* (f. jujubier de la hyène, s. ngit môn, w. sédèmibuki).

On mentionnera que la mangrove naturelle couvre le long du littoral-Est de Palmarin et autour des petits bras de mer. Dans l'ensemble elle couvre une superficie de 40 % de Palmarin (PLD, 2001).

- La proximité de la mer favorise le « développement de certaines espèces telles que : les palmiers à huile, les palmiers nains, les rôniers et les cocotiers. » qui sont très caractéristiques de la flore de Palmarin (PLD, 2001).

Ensemble, les palmiers, les rôniers et *Adansonia digitata* constituent les espèces d'arbre qui dominent la savane.

C'est dans ce même domaine de végétation plus ou moins dense que se sont implantés les villages de Diakhanor, Ngallou, Ngeth et de Ngounoumane, Djifère se retrouvant à l'extrême sud de Palmarin. Djifère apparaît sur la carte de la communauté rurale comme un bout de terre effilé.

Toutefois, il importe de noter que ladite végétation apparaît que par endroit seulement. La majorité de la superficie de Palmarin reste occupée par les tannes. « Ces sols constituent plus de 85% du territoire » selon le PLD 2001.

- A Djifère, l'avancée de la mer a causé une réduction des terres et une salinisation très poussée des nappes aquatiques souterraines. De ce fait, il est très rare de rencontrer une plante naturelle hormis les palmiers et les cocotiers qui s'adaptent en milieu salé.

Néanmoins, quelques plantes de *Casuarina equisetifolia* ont fait l'objet de reboisement à l'entrée du village.

4.1.2. Evolution temporelle

Tous les témoignages s'accordent sur un fait : la végétation de Palmarin était de loin plus densément peuplée moins de 50 années plutôt. Nombre d'adultes palmarinois rencontrés durant les enquêtes de population ont confié : « enfants, nous n'osions pas nous aventurer seuls dans le littoral, tellement il était touffu d'arbres et qu'il était sombre et cela même en milieu de journée » ou encore « l'intérieur de Palmarin était une forêt tellement dense que nous étions obligés, du temps que la route n'a pas encore été bitumée, de prendre la pirogue pour aller d'un village à un autre ».

Entre-temps, la coupe de bois par les populations, la sécheresse et l'avancée des tannes ont considérablement réduit la biomasse végétale.

Selon le PLD (2001), 10 % des terres de Palmarin – soit 700 ha – ont été occupés par les terres salées en l'espace de 10 ans.

4.1.3 Les facteurs de réduction de la biomasse végétale

Ici, on retrouve deux sortes d'agent destructeur de la biomasse. Il s'agit de la nature elle-même mais surtout l'Homme.

4.1.3.1 Les facteurs naturels

Ils procèdent de la sécheresse qui a prévalu à partir de la fin des années 1960, ensuite des catastrophes naturelles qui ont survécu à Palmarin.

- **Les changements climatiques**

Ils découlent du dysfonctionnement de la machine climatique qui fait intervenir un ensemble de processus issus de l'action combinée du rayonnement solaire, de l'atmosphère, de la lithosphère, de l'hydrosphère et de la biosphère.

- **baisse de la pluviométrie**

Des « variations de pluviométrie annuelles très marquées » se sont manifestées dès les années 1950 dans la zone soudanienne et vont déboucher sur trois séquences déficitaires : 1970-1973, 1976-1977 et 1983-1984 (Touré, 2002).

C'est alors le début des cycles de sécheresse qui vont bouleverser le paysage floristique de Palmarin comme d'ailleurs celui du reste de la zone soudanienne.

Cette situation livre la savane à 9 mois traditionnels de saison non pluvieuse. Elle crée un gap d'eau qui devait accompagner la phénologie des plantes durant cette période marquée par l'absence d'apport pluvial. Par conséquent, plusieurs plantes sèchent et meurent.

- **avancée des tannes** : la baisse de la pluviométrie dans une zone tropicale soumise à des températures élevées donne naissance à des processus de pédogénèse ayant pour noms

déshydratation, tassement, consistance et structure du sédiment. Ajoutée à la présence de sel, la transformation pédologique aboutit à la formation ou à l'expansion des tannes qui ne tolèrent pratiquement pas l'épanouissement d'une végétation continentale.

- **Les catastrophes naturelles**

En plus du dérèglement pluviométrique qui prévalait dans les années 1980, le littoral Ouest de Palmarin voit s'abattre sur lui une série de raz-de-marée. Ceux-ci viennent à la suite des Grands raz-de-marée de 1921 et du 28 août 1928 qui ont poussé à la délocalisation du village de Ngounoumane et à la création des villages de Ngeth et Ngallou.

Si les palmarinois marchaient à pied sec de Djifère à Sangomar sur 11 Km de distance, cela ne sera plus le cas à partir de 1985. A cette date survint un raz-de-marée qui entame l'ouverture de la brèche de Sangomar. Celle-ci allait être aggravée par un deuxième raz-de-marée qui marqua le début de la rupture de la flèche de Sangomar à partir de 1987.

L'érosion marine aidant, l'ouverture transversale qui s'était créée en 1987 sur Palmarin s'apparente aujourd'hui à un détroit qui a éloigné Djifère de 4 Km de la « nouvelle île » de Sangomar si on se fit aux mesures effectuées par Mr Pierre Ndène (Président des écouguides de la CR de Palmarin) entre 2004 et 2005.

A l'image de Djifère, Diakhanor, la même année, a dû concéder son habitat. Le village tout entier s'est délocalisé vers l'actuel site, plus au sud, après le passage d'un raz-de-marée.

Enfin, le raz-de-marée qui s'est abattu sur Ngallou le 10 septembre 2010 a opéré une ponction de sable de plage d'une largeur de 9,5 m.

Ainsi, l'ensemble des événements sitôt évoqués s'accompagnent toujours d'une grande perte de la surface du littoral. Il s'y ajoute l'érosion côtière chronique qui se fait à Palmarin, selon le Professeur M. Seck (Conseiller du Ministre de l'environnement), au rythme de 3 m/an.

En effet, la platitude de l'espace palmarinois (altitude partout inférieure à 20 m), sa faible continentalité (Palmarin est la plus petite CR du Sénégal en termes de superficie), sa végétation éparse et enfin son substratum fait de roches tendres le prédisposent à être une victime idéale des vents forts souvent accompagnés des raz-de-marée et qui sont la cause de l'érosion côtière accentuée.

L'une des conséquences de cet état de fait est la perte des terres colonisables ou colonisées par les espèces végétales que ce soit de manière directe ou indirecte.

4.1.3.2 Les facteurs humains

Ils sont d'une certaine manière, la cause indirecte de la perte de biomasse végétale due aux catastrophes naturelles, mais aussi aux changements climatiques et économiques de l'époque.

- **Les facteurs conjoncturels**

La baisse de la pluviométrie sévit depuis le début des années 1970 avec ses effets néfastes sur la végétation. La fin des années 1980 voit l'entrée en vigueur du Plan d'Ajustement Structurel dans le système économique des pays africains dont le Sénégal, poussant beaucoup d'habitants du centre du pays – en proie aux périodes de soudures de plus en plus sévères – à l'exode vers les villes et les régions littorales. Au même moment, sur une période de 10 ans, la population de Palmarin réalise un taux « d'accroissement annuel de 3.5% » (PLD, 2001).

Les conditions sont alors réunies pour augmenter la pression anthropique sur les ressources forestières de Palmarin.

- **La main de l'Homme**

Les facteurs conjoncturels ont ainsi contribué au renforcement de la précarité en rendant rares « les ressources » et en augmentant la densité des consommateurs. Cela va amener les habitants à exploiter de manière pernicieuse et exagérée l'écosystème végétal naturel : élargissement de l'espace d'habitat avec réduction du biotope, coupe de bois de chauffe, défrichement agricole, intensification de la culture (jachère), élargissement des surfaces cultivées ; toutes conditions favorisant la réduction de la biomasse végétale.

En plus de ces méfaits, il y a un phénomène qui aurait beaucoup contribué à réduire l'étendue du littoral ; c'est-à-dire son exploitation minière.

A la suite de Bargny (Rufisque), les colons français avaient installé à Djifère une usine qui devait exploiter le sable titanifère de Palmarin, selon Mr I. Ndiaye, gérant responsable de l'auberge « DLC » (Djifère). A ce propos, Niang-Diop (1995) évoque des prélèvements quotidiens de sable de plage sur la Petite Côte de 10-15 tonnes par la société Gaziello entre 1924 et 1953.

Appelé « Yor » en wolof, le sable titanifère est prisé pour la grande qualité de résistance du fer qu'il contient. Celui-ci rentrait à l'époque, dans la fabrication des bicyclettes et des châssis de lunettes, d'après toujours Mr Ndiaye.

Mr P. Seck (chef de village de Ngallou) fait part de sa conviction que « l'exploitation du sable titanifère a eu sa part de responsabilité dans la progression fulgurante de l'érosion côtière de Palmarin ». Il a rapporté les témoignages de certaines personnes du troisième âge : « les toubabs exploitaient de manière excessive le sable de la plage Palmarinoise ».

Toutefois, la Convention Cadre de Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC, 1992) puis le Protocole de Kyoto ont permis de mettre sur pied le MDP. Ce réseau permet la mise sur pied de projets à objectif de réduction du carbone atmosphérique à travers, par exemple, sa séquestration par la végétation restaurée.

4.2. La biomasse végétale restaurée

Les espèces végétales qui intéressent cette étude de la séquestration de carbone par les plantes restaurées à Palmarin sont : *Avicennia africana*, *Casuarina equisetifolia* et *Rhizophora mangle*.

Il convient de remarquer qu'*Avicennia africana* et *Rhizophora mangle* constituent des palétuviers, des plantes inféodés à un milieu à eau salée et à vase profonde tandis que *Casuarina equisetifolia* colonisent d'habitude les littoraux à sable meuble influencés aussi par l'eau salée de la mer. On est donc en présence de deux espèces de plante qui sont restaurées sur un milieu littoral.

Le reboisement et l'afforestation sont toutes des « activités forestières ». Ce sont des formes de réaffectation parmi les plus utilisées dans le Changement d'Affectation des Terres et de Foresterie (CATF)¹⁵.

Selon *Brown (2004)*, l'afforestation consiste en « la conversion d'une terre qui n'a pas été en forêt pendant au moins 50 ans ».

Le terme reboisement, comme son nom l'indique, répond au besoin de planter des arbres sur un terrain préalablement déboisé. C'est le cas des stations à *Casuarina equisetifolia* antérieurement soumises à l'agriculture puis au pâturage. Les CATF concernant *Casuarina equisetifolia* correspondent, donc, à un reboisement.

Quant aux CATF des palétuviers dans la mangrove, ils renvoient à une afforestation.

En effet, on n'est pas sûr que la vase où ces arbres ont été plantés soit dépourvue de végétation depuis 50 ans. Toutefois, il est acquis que la mangrove a pendant longtemps subi des coupes de la part de la population qui cueille les huitres accrochées aux racines des palétuviers – qu'elle coupe le plus souvent aussi – ou qui prélève les branches de ces plantes réputées être du bon bois de construction et de chauffe. Les stations de reboisement à *Casuarina equisetifolia* ont été créées en 2009 et 2010 sur le littoral Ouest de Palmarin. Sur ce littoral aussi s'est déroulée entre 1982 et 1983 une campagne de replantation de la même espèce d'arbre par le Projet de reboisement communautaire dans le bassin arachidier (PRECOBA). Ainsi, ce premier reboisement est-il antérieur au 31 décembre 1989

L'activité de foresterie dans la mangrove peut être assimilée à une afforestation et la restauration de *Casuarina equisetifolia* à un reboisement.

4.2.1. Caractérisation des écosystèmes restaurés de Palmarin

Plus haut, on a déjà spécifié le type de réaffectation pour chacun des deux ensembles de plantes concernées par l'étude : l'afforestation pour les palétuviers (*Avicennia africana* et *Rhizophora mangle*) et le reboisement pour *Casuarina equisetifolia*.

¹⁵BROWN Sandra (Coordinatrice du projet), *Exploration du potentiel de séquestration du carbone dans les forêts classées de la République de Guinée, Rapport présenté à L'Agence des États-Unis pour le développement international, Août 2004*

Cependant, chacun de ces écosystèmes continue de se singulariser de par son évolution antérieure au moment présent, de par ses interactions avec l'Homme ainsi que celles avec son biotope. De cette façon, tout CATF devra prendre en considération l'ensemble de ces paramètres dont chacun laisse son empreinte sur l'écosystème végétal.

4.2.1.1 Contexte local de la restauration de l'ACCC à Palmarin

- **La CCNUCC :**

A son *article 4* du chapitre traitant de l'*Engagement* des pays membres de la « Conférence des Parties », la Convention Cadre de Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) attend des Etats signataires qu'ils « établissent, mettent en œuvre, publient et mettent régulièrement à jour des programmes nationaux et, le cas échéant, régionaux contenant des mesures visant à atténuer les changements climatiques en tenant compte des émissions anthropiques par leurs sources et de l'absorption par leurs puits de tous les gaz à effet de serre non réglementés par le Protocole de Montréal, ainsi que des mesures visant à faciliter l'adaptation appropriée aux changements climatiques »¹⁶.

A côtés de ces justifications internationales, d'autres circonstances et réalités du terrain permettent ici de mieux appréhender le contexte local de la réaffectation à Palmarin.

- **Un milieu physique dégradé**

Cette dégradation est tous azimuts :

- C'est d'abord la sécheresse qui s'installe au début des années 1970.

Avant cette période, Palmarin comptait beaucoup de rizières qui étaient exploitées. Avec l'aridité et le débordement des lagunes qu'elle a subies, cette culture hydrophile (qui requiert l'utilisation de beaucoup d'eau) en eau douce était finalement tombée en léthargie.

Aujourd'hui elle tente timidement de reprendre mais elle doit faire face à des inondations de surfaces dues à une intensification des précipitations.

- Malgré les difficultés apportées par la baisse des précipitations, l'agriculture en terre ferme – surtout de l'arachide et du mil – continue son expansion avec sa mécanisation entamée depuis les années 1960. Deux conséquences écologiques vont découler de cette situation à Palmarin :

- ✓ Avec l'utilisation nouvelle des machines agricoles par une population qui s'accrut relativement vite, la conversion de la forêt en terres cultivées allait se faire à un rythme considérable. C'est la déforestation par la pratique du brûlis et de la jachère.

¹⁶NATIONS UNIES, *Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)*, Nations Unies, 1992

✓ La végétation disparaissant du fait de l'agriculture et de la sécheresse, expose beaucoup d'animaux sauvages qui assistent ainsi au recul de leur refuge.

Pour fuir le voisinage nocif de l'Homme, la faune se déplace vers des contrées végétales restées encore vierges. Du coup, ces animaux laissent un vide écologique dans leur écosystème d'origine. On assiste alors à une baisse de la biodiversité.

– Les palmarinois qui ont vécu longtemps, témoignent de 3 délocalisations des villages dans CR de Palmarin au courant du XX^{ème} siècle. Ces déplacements de populations sont directement liés à l'action des raz-de-marée.

– La salinisation galopante des terres de Palmarin est une réalité.

Elle est d'abord l'œuvre directe de l'eau de mer qui envahi les nappes souterraines continentales. A cause de cela, les puits de Ngallou, Ngounoumane, Djifère contiennent de l'eau salinisée qui n'est plus potable. Des charretiers circulent avec des bidons remplis d'eau douce prélevée des puits de Ngeth et échange un récipient contre 150 FCFA dans le reste de la Communauté rurale.

Selon le PLD (2001), les tannes ont « envahi plus de 700 hectares soit 10% des terres » en l'espace de 10 années.



Figure 6 : Des sols gagnés par les tannes

– La côte de Palmarin a déjà perdu beaucoup de sa superficie du fait de l'érosion côtière (3 m/an) et l'exploitation du sable titanifère. Ce littoral comptait également beaucoup de palmeraies et de rôniers qui ont tous disparu aujourd'hui.

– En plus de tous ces problèmes environnementaux, les populations procèdent à une coupe des plantes végétales pour satisfaire des besoins divers qui vont de la chauffe à

la construction. La recherche de terres arables a aussi causé un défrichage conséquent tout comme l'occupation de l'espace de la végétation par l'habitat

Ces différents types de dégradations ont fait prendre conscience du danger qui guettait l'environnement de Palmarin dont les populations vont se résoudre à créer une réserve pour protéger les ressources de tout ordre.

- **La création de la RNCP (Réserve Naturelle Communautaire de Palmarin)**

Elle intervint en mai 2001. Elle sera suivie de l'institution du règlement intérieur de la RNCP le 27 janvier 2003 qui va formellement interdire la chasse des animaux. La coupe de toute espèce d'arbre n'est plus permise sans l'obtention préalable d'autorisation.

D'emblée, « les *Detarium* et les rôniers par exemple, sont exclus de la coupe de bois à cause de leur rareté », nous renseigne Mr Diatta (Conservateur de la RNCP, Agent des Eaux Forêts et Chasse) qui ajoute que les populations palmarinoises, pour satisfaire leur besoin en bois de chauffe sont orientées vers des espèces à croissance rapide ; c'est-à-dire acacias (épineux) comme le *Prosopis*, les *Maytenus* (*s. ndafar*, *w. gènamdèk*) et les *Tamaris*.

De l'avis de Monsieur M. Diatta, l'application de la loi de décentralisation a introduit un nouveau concept dans la feuille de route des agents des Eaux, Forêts et Chasse : « l'encadrement des populations par les agents de l'Etat ». Selon Mr Diatta, du fait de cette nouvelle donne, les « populations sont responsabilisées – avec leur consentement – à la chose collective de l'environnement et la répression est devenue une sanction révolue ». Les coupables d'infractions sont verbalisés car pour Mr Diatta, l'approche aux populations ne doit plus être guidée par l'« obligation » mais par la « conscientisation ». Depuis l'application du règlement intérieur de la RNCP, une seule infraction à son encontre serait enregistrée.

En outre, la RNCP bénéficie du statut de zone touristique avec au minimum 4 grands campements qui accueillent nombre d'étrangers d'horizons divers (américains, européens). Il s'est développé beaucoup d'activités économiques autour du tourisme ; des services monnayés par les autochtones : visites guidées dans la mangrove pour observer de loin les hyènes ; location de charrettes pour les sorties dans la savane ; séances d'apprentissage de la pêche à la ligne, à la préparation du thé, à la batterie du tamtam, etc.

- **Les campagnes de CATF de l'ACCC 2009-2010**

Le plan d'action de l'ACCC à Palmarin visait deux zones écologiques humides à savoir le littoral et la mangrove. La campagne de restauration devra se dérouler sur 3 années successives : 2009-2010-2011. Une première restauration se fera en 2009. Elle sera suivie d'une

deuxième qui correspondra à une phase de renforcement en 2010 et qui précédera l'opération finale prévue pour 2011.

Sur le littoral Ouest, c'est *Casuarina equisetifolia* qui sera restauré alors qu'*Avicennia africana* et *Rhizophora mangle* seront afforestés dans la mangrove. Il importe ici de souligner que sur les 14 stations à palétuviers recensées, seule celle de Souhème (SouACCC10AA : N 13° 59' 16,6" ; W 16° 45' 55,1") porte *Avicennia africana*. Le reste des stations sont afforestés avec *Rhizophora mangle*.

Notons aussi que le programme de CATF de l'ACCC ne constitue pas la première expérience de réaffectation communautaire à Palmarin.

Par le passé, il y eut d'autres campagnes de restauration comme par exemple celle organisée par le PRECOBA en association avec l'Agence régionale des Eaux forêts et chasse qui a permis la présence depuis 1983 des « grands filaos » sur la côte de Palmarin.

Par ailleurs, pour la mangrove nous rappellerons la réaffectation menée par l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) à Sangosango en 1978-79 et en 2000.

Cependant, la particularité du programme de l'ACCC réside dans le fait qu'elle tient d'une volonté internationale (FEM) et d'une collaboration interétatique (MDP) en vue d'atténuer les changements climatiques.

Ainsi, l'ACCC s'est-il fixé pour objectif de reboiser 10 ha de *Casuarina equisetifolia* et 17 ha de palétuviers.

Pour ce faire, l'ACCC avait besoin de la participation ou sinon de l'appropriation du projet de CATF par les populations autochtones. Ces dernières se sont alors investies dans l'exécution de restauration et se sont réparties les aires replantées pour en assurer l'entretien. Selon Mr C. Diouf, Chef de village de Ngounoumane, ils seront environ 200 palmarinois à prendre effectivement part à la restauration de 2009 et 180 à la phase de 2010.

« Juillet-août correspond au début des années de réaffectation dans le Programme de l'ACCC », renseigne Mr P. Sarr (écoguide, Responsable de la réaffectation de l'ACCC à Diakhanor).

Sites de changements d'affectation des terres et de foresterie	Villages parrains
Site de Diakhanor	Diakhanor
Site de Ngallou	Ngallou
Site de Ngeth	Ngeth
Site de Ngounoumane	Ngounoumane

Tableau 6

Sites de changement d'affectation des terres et de foresterie	Villages parrains
Site de Souhème	Diakhanor
Site de Matamata	Ngallou
Site d'Akoulé	Ngeth
Site de Sangosango	Ngounoumane

Tableau 7

a. La campagne de CATF de *Casuarina equisetifolia*

En définitive, le reboisement des filaos devra rallier Diakhanor et Ngallou sur 10 Km de distance même-si le défi majeur de l'ACCC reste de replanter une bande de *Casuarina equisetifolia* le long de tout le littoral Atlantique de Palmarin ; c'est-à-dire de Ngallou à Djifère.

Le reboisement de *Casuarina equisetifolia* qui aurait dû commencer à la même période que l'afforestation des palétuviers (juillet-août) n'aura finalement débuté qu'au mois d'octobre soit à la fin de la saison pluvieuse aussi bien pour 2009 que pour 2010.

Pour éviter que les jeunes plants périssent de déshydratation, les femmes, constituées en GIE, se sont chargées de les arroser à l'eau douce contenue dans des bidons transportés par des charrettes.

Les petits arbres de filaos ont été semés à proximité des plantes adultes le long du littoral.

Pour l'année 2009, en théorie, il a été laissé un écart de 2 m entre 2 plants semés. Ceux-ci ont été mis en terre selon une disposition en losange (quatre plants formant une figure en losange). Cette configuration offre en effet deux avantages.

D'abord elle donne à la plantation l'aspect de formation fermée et touffue et rend plus efficace son rôle de brise-vent constituant un rempart à l'érosion éolienne.

D'autre part, la disposition en losange des reboisements peut ralentir ou même empêcher la progression des herbivores qui se nourrissent des jeunes arbres.

Durant l'année 2009, ce sont les trois villages de Palmarin, Diakhanor, Ngeth et Ngounoumane qui auront bénéficié du reboisement en filaos.

Ngallou aura posé comme condition préalable au reboisement une mise à l'écart des bovins laissés en pâturage et la pose de cornières autour des plants pour renforcer la protection de ces derniers.

Cette demande sera satisfaite et le village, à l'instar de Diakhanor, Ngeth et Ngounoumane pourra planter en 2010 des filao sur son espace supralittoral. Cette année, les jeunes plants seront distancés de 3 m, ceci pour laisser assez de distance entre les coupes des individus afin d'assurer leur épanouissement.

Les sols de Djifère sont jugés trop salés et le disqualifient d'office.

Le **Tableau 8**, fait sur la base des entretiens avec Messieurs G. Ndong¹⁷ et Pierre Ndène, résume la situation du reboisement sur le littoral palmarinois.

¹⁷Gilbert Ndong, horticulteur de formation et pépiniériste de l'ACCC à la Pépinière Communautaire de Palmarin (Ngeth)

Sites	Années de reboisement	Nombre de stations (Périmètres)	Nombre de plants reboisés	Disposition des plants	Protection
Diakhanor	2009	1	3.000	En losange	Clôturé
	2010	1	3.000	En losange	Sans clôture
Ngallou	2010	2	2.000	En losange	Chaque plant entouré d'une cornière en fer
Ngeth	2009 + 2010 (renforcement)	1	2.500	En losange	Cloture
			3.000		Sans cloture
Ngounoumane	2009	5	2.500	En losange	Clôturé
	2010 (intercalés entre stat.2009)	3	3.000	En losange	Sans clôture
Totaux		16	19.000		

Tableau 8 : Résumé de la situation du reboisement de *Casuarina equisetifolia* à Palmarin d'après G. Ndong et P. Ndène.

Comme on peut le constater, aucune station de 2010 ne bénéficie d'une clôture de protection.

b. La campagne de CATF des palétuviers (*Avicennia africana*, *Rhizophora mangle*)

D'emblée, le prétraitement et le semis des palétuviers n'est pas chose compliquée en comparaison avec *Casuarina equisetifolia* (V. Procédés d'afforestation des palétuviers).

Selon P. Sarr, le « début de la deuxième quinzaine du mois de juillet jusqu'en septembre correspond à la période de murissement des propagules de mangrove » qui tombent d'elles-mêmes et repoussent. C'est donc la période idéale pour une restauration de la mangrove. On cueille les propagules (*Rhizophora mangle*) ou les graines (*Avicennia africana*) pour ensuite procéder à leur tri puis on les sème dans la vase.

Dans le cadre local de Palmarin, l'entreprise aurait pris trois jours.

- Jour 1 : collecte des propagules
- Jour 2 et 3 : restauration (semis).

On a fait remarquer à ce niveau que l'espèce *Avicennia africana*, exige la présence par avance d'une autre espèce sur le substrat, espèce sans la compagnie de laquelle, le palétuvier ne se développe pas. L'espèce en question est (????)

Comme pour les filaos, l'afforestation de la mangrove se divise en 4 sites dont la gestion est confiée à chacun des villages : Diakhanor, Ngallou, Ngeth et Ngounoumane, Djifère ne faisant pas partie.

Cependant devant l'incertitude de la quantité de semences utilisée, aucun chiffre n'est avancé à ce propos. Nous comptons partir des études d'inventaire sur le terrain pour le connaître.

4.2.1.2 Généralités sur les écosystèmes restaurés

- **Généralités sur l'écosystème de *Casuarina equisetifolia***

Cette caractérisation va beaucoup dépendre de la biologie et de la phénologie de *Casuarina equisetifolia* mais également de l'influence du milieu physique et de l'intervention de l'Homme dans le façonnement de l'écosystème.

Il faut d'abord noter que *Casuarina equisetifolia* fait partie de ce grand ensemble de plantes qui se multiplient par le biais des graines qu'elles produisent. C'est l'un des deux embranchements du Règne Végétal dit celui des Spermatophytes. Ce dernier est divisé à son tour en deux sous-embranchements : les Angiospermes et les Gymnospermes. Les premiers produisent des fleurs alors que les seconds n'en font pas (Ramade, 2008).

La classe des Angiospermes contient le groupe des plantes dont la graine à la germination (embryon) fait pousser deux cotylédons (Dicotylédones) et ceux qui ne possèdent qu'un seul cotylédon, les Monocotylédones.

Dans la sous-classe des Dicotylédones, on retrouve l'ordre des *Casuarinales* qui contient la famille des *Casuarinaceae* à laquelle appartient le genre *Casuarina*. L'espèce *Casuarina equisetifolia* dérive donc du genre *Casuarina* qui porte l'ensemble des critères déterminés par la taxonomie présentée.

En résumé, on peut dire que *Casuarina equisetifolia* est une plante qui produit des graines (Spermatophyte) ainsi que des fleurs (Angiosperme), d'où ses caractères dioïque ou monoïque (selon les auteurs)¹⁸ ; c'est-à-dire que l'espèce porte en elle-même les éléments et les agents de sa reproduction (fleurs et fruits).

Si *Casuarina equisetifolia* produit des fruits, cela revient à dire qu'il procède à une synthèse des nutriments nécessaires à ce processus en utilisant l'énergie solaire, donc la photosynthèse. *Casuarina equisetifolia* est alors une plante chlorophyllienne qui assimile le gaz carbonique (CO₂) contenant l'élément chimique carbone (C). Autrement-dit, il stocke le carbone de l'Atmosphère.

D'après Forster (1961), *Casuarina equisetifolia* possède des « fleurs unisexuées » disposées de la façon suivante : les « fleurs mâles en châteaux roussâtres » se retrouvent sur l'extrémité du cladode – rattaché au rameau et long entre 10 et 35 cm – et les fleurs femelles correspondent aux « petites boules au bout

¹⁸MEYER Jean-Yves, *Rapport de mission d'expertise sur l'invasion du 'Aito (Casuarina equisetifolia) dans l'atoll de Mururoa (Tuamotu), le 20 octobre 2005*

de rameaux courts ». Les fleurs femelles sont donc les « fruits » capsulaires qui se regroupent pour former des cônes de diamètre environ égal à 2 centimètres. Ces fruits contiennent chacun de petites graines ailées au nombre allant de 60 à 90 (Meyer, 2005). Il faudrait broyer 10 Kilogrammes des « boules » pour n'obtenir qu'1 Kilogramme de graines de *Casuarina equisetifolia* (Forster, 1961).

Ces petites graines ont assuré la dissémination de *Casuarina equisetifolia* depuis des siècles à travers le monde.

« Originaire du Sud-est asiatique jusqu'en Australie » (Meyer, 2005), le filao a ainsi pu conquérir la Bande Intertropicale et s'adapter aux conditions de plusieurs variétés de climat : « depuis les régions de climat équatorial avec pluies annuelles dépassant 2 mètres, sans saison sèche, jusqu'aux régions à climat sec de mousson avec pluies inférieures à 0,80 mètre et saison sèche de 6 à 7 mois » (Forster, 1961).

Casuarina equisetifolia est en effet du genre *Casuarina* qui regroupe 17 espèces au total. Les *Casuarina* en plus des *Allocasuarina*, des *Ceuthostoma* et des *Gymnostoma* constituent les 4 genres de plantes qui forment la famille de *Casuarinaceae*. De manière globale, on a recensé dans cette famille 96 espèces de plantes qui sont dites « actinorhiziennes » (Maggia, 1991)¹⁹. Elles sont « appelées ainsi car elles forment une symbiose fixatrice d'azote avec un actinomycète, *Frankia* »²⁰.

Casuarina equisetifolia se présente comme un arbre ou un arbuste culminant entre 10 et 30 mètres au sommet d'un houppier de forme « irrégulière, plutôt ovoïde » (Forster, 1961). C'est une « essence de pleine lumière » (héliophile) inféodée au littoral (Forster, 1961). Ses feuilles en miniature restent assimilables à des « écailles en verticilles au niveau des nœuds de jeunes rameaux » et son écorce externe qui paraît « lisse », « claire » dans sa jeunesse tend à devenir « rugueuse et brune, s'exfoliant en bande longitudinales » au fur-et-à-mesure que la plante vieillit.

Cependant, si *Casuarina equisetifolia* est très sollicité dans les CATF, cela ne relève ni d'un hasard, ni de l'aspect esthétique de cette plante. *Casuarina equisetifolia* présente nombre d'avantages dans l'atténuation des changements climatiques et la lutte contre l'effet de serre.

D'abord, en tant qu'essence chlorophyllienne, le filao, pour assurer son développement, utilise le carbone atmosphérique qu'il assimile dans ses tissus en réalisant la photosynthèse. Par conséquent, dans les conditions écologiques optimales, il existe une relation entre le taux de carbone séquestré et l'accroissement de la biomasse (Production primaire net) : plus le carbone séquestré est important, plus la biomasse synthétisée et stockée augmente. D'après Meyer (2005), le filao jouit d'une vitesse de

¹⁹MAGGIA Laurent, *Diversité génétique de Frankia, symbiote de Casuarina equisetifolia L. Johnson en Afrique de l'Ouest (Sénégal et Gambie)*, Thèse de doctorat de l'Université Paris VII, 15 mai 1991

²⁰PERET Benjamin, *Transport de l'auxine et développement du nodule actinorhizien chez l'arbre tropical Casuarina glauca*, Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Montpellier II, le 29 juin 2007

croissance de 3 mètres par an. Sur cette base, *Casuarina equisetifolia* participe de manière très significative à la séquestration du carbone dans le monde.

En sus des cet avantage offert dans le domaine de la séquestration du carbone atmosphérique, d'autres préoccupations environnementales ont requis l'utilisation de *Casuarina equisetifolia*.

Grâce à sa symbiose avec des champignons actinomycète (*Frankia*), endomycorhizes ou ectomycorhizes présents dans les nodules racinaires, *Casuarina equisetifolia* parvient à « coloniser des zones ouvertes, ensoleillées, dégradées et appauvries » (*Forster, 1961*). Cette symbiose des filao et des champignons est « fixatrices d'azote et ceci explique le meilleur développement des arbres dans ce secteur. » (*Forster, 1961*). Une expérience de ce genre de restauration a été menée dans les Niayes du Sénégal.

En outre, les filaos sont réputés être de bons fixateurs du sol qui permettent de parer à l'érosion des dunes. Au Sénégal, le reboisement de *Casuarina equisetifolia* a permis de fixer « 180 km de dunes côtières », ce qui a contribué à « l'augmentation de la disponibilité des terres cultivables », à la protection des « cuvettes maraîchères », à « l'implantation définitive des populations » et à « l'investissement dans des systèmes d'irrigation plus pérennes » (*Botoni, 2009*). En Chine c'est une bande littorale longue de 3 000 km, de largeur entre 500 m et 5 km qui a été reboisée par des filaos (*Maggia, 1991*).

Avec une longévité de 40 à 50 ans, *Casuarina equisetifolia* constituent des arbres d'ombrage sur les plages (*Forster, 1961*). Ils servent également de brise-vent et peuvent protéger des tempêtes ou atténuer l'impact des cyclones.

L'ensemble de ces atouts du filao font qu'il est considéré comme l'espèce la plus reboisée dans des milieux autres que son espace d'origine (*Maggia, 1991*).

A Palmarin il sera utilisé dans le cadre d'un vaste projet de reboisement du littoral mené par l'ACCC-Sénégal.

- **Généralités sur l'écosystème de mangrove**

Longtemps restée méconnue de la science, la mangrove livre d'abord ses secrets aux botanistes au XVIIème siècle, puis progressivement, s'ouvre à nombre de disciplines diverses.

Ce milieu écologique complexe doit sa survie et sa pérennité à un ensemble de facteurs conditionnels et stationnels (physiques) qui tiennent essentiellement à son substrat de vase mais aussi de l'influence de la mer.

La mangrove offre en effet une variété tant dans sa répartition que dans sa composition floristiques liées aux facteurs qui déterminent son existence.

Cependant, même si la compréhension de ce milieu inextricable est récente, la curiosité qu'il suscite ne date pas d'aujourd'hui. Comme le rappelle Marius²¹(1990), les « premiers écrits sur la mangrove remontent à 325 av. J.C. avec une chronique de Nearchus, commandant de la flotte d'Alexandre le Grand ».

Les ouvrages scientifiques précurseurs sur l'étude de la mangrove, aux XVIIe et XVIIIe siècles, vont surtout se concentrer sur « les aspects floristiques et forestiers » de cette dernière (Cormier-Salem, 1999)²². Ils seront suivis des œuvres décisives des taxonomistes allemands au XIXe siècle.

Les travaux des botanistes et naturalistes allaient permettre au XXe siècle l'essor de l'écologie qui contribua « à reconsidérer les zones humides ». Il faudra attendre les années 1960-1970 pour que les « mangroves soient considérées comme des écosystèmes riches et fragiles » (Cormier-Salem, 1999).

Les travaux de Snedaker (1984), de Walsh, de l'UNESCO (Organisation des Nations unies pour l'Education, la Science et la Culture), de l'ISME (International Society for Mangrove Ecosystems) (1997) pour ne citer que ceux-là (Cormier-Salem, 1999) viendront renforcer ces progrès acquis dans la connaissance de la mangrove.

Au fil des années, le mystère sur la mangrove se dissipe grâce à l'interdisciplinarité entre l'hydrobiologie, la sédimentologie et la pédologie (Cormier-Salem, 1999). Ceci va faire appel à un besoin de typologie mais avant tout de définition de cet écosystème qui sort du commun de la végétation.

A ce niveau, il faut reconnaître qu'aucun progrès ne sera accompli quant à une définition unanime de la mangrove. En effet, l'idée de Macnae (1968) consistant à réserver le mot « mangrove » à la désignation du palétuvier et celui de « mangal » à la forêt de mangrove va être réfutée (Cormier-Salem, 1999).

Selon Cormier-Salem (1999), « mangrove désigne non seulement un arbre ou une formation végétale, mais aussi un marais maritime tropical, un écosystème littoral forestier ou aquatique, un système à usage multiple, un paysage amphibie ». Marius (1990) a considéré la mangrove comme une « forêt halophile » ou aussi une « une forêt littorale typiquement tropicale des côtes marécageuses ». La mangrove est également vue par Degue-Nambona, (2008) comme une végétation caractéristique des estuaires et des deltas des régions tropicales soumises à l'influence de la marée : hauteur de marnage comprise entre 2 m à 3 m.

²¹MARIUS Claude, *Mangroves du Sénégal et de la Gambie : Ecologie-Pédologie-Géochimie, Mise en valeur et aménagement*, Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, soutenue le 30 mars 1984 A l'Université Louis Pasteur. 1990. , Editions de l'ORSTOM, 355 p

²²SALEM Marie-Christine Cormier, *Rivières du Sud : Sociétés et mangroves ouest-africaines* Volume 1, IRD, Paris, 1999.

Mais c'est Cormier-Salem (1999) qui introduira le concept de « Rivières du Sud » voulant entendre par là la « frange littorale profondément aménagée par l'homme et s'étendant du Sénégal à la Sierra Leone ». C'est dans ce cadre géographique qu'elle circonscrira les estuaires de la Casamance, de la Gambie, du Sénégal et du Sine-Saloum.

Marius (1990) définira les « conditions d'existence » de la mangrove comme suit :

- une température qui ne doit pas être trop basse ; des « côtes basses d'accrétion rapide ou les zones à fort ;
- marnage sont favorables à l'installation de la mangrove » ;
- un substrat fait de matériel « argileux ou argilo-limoneux ».

Cependant, notera Marius (1990), l'intensité de ces facteurs variant selon le milieu, il y aura, une modification dans le peuplement de la mangrove. Ainsi, bien qu'elle couvre « 60 à 75 % du littoral des régions tropicales », la mangrove s'en trouve « irrégulièrement répartie » et « déborde nettement au Nord et au Sud des deux tropiques ».

En outre, dans une association, on peut observer une zonation différente selon les espèces.

On recense dans la mangrove d'Afrique de l'Ouest 9 espèces réparties en 4 familles à savoir les *Combretacées* (*Conocarpuserectus* et *Laguncularia racemosa*), les *Malpighiacées* (*Banisterialeona*, *Heteropterisleona* et *Stigmaphyllumovatum*), les *Rhizophoracées* (*Rhizophora harrisonii*, *Rhizophoramangle* et *Rhizophora racemosa*) et enfin les *Verbenacées* connus d'une seule espèce *Avicennia africana* aussi appelée *Avicennia nitida* en Sierra Léone (Cormier-Salem, 1999).

Pour ce qui concerne le Sénégal, il existe deux formations végétales qui dominent le paysage côtier et ce à l'image de l'ensemble des « Rivières du Sud ». Il s'agit des *Rhizophora* et des *Verbenaceae* (Cormier-Salem, 1999).

Le paysage de la mangrove est de manière générale disposé de la façon suivante depuis le chenal jusqu'aux formations végétales de la terre ferme :

- D'abord il y a les palétuviers en tant que tels qui sont au nombre de 6 espèces

- ✓ *Rhizophora racemosa*,
- ✓ *Rhizophora mangle*,
- ✓ *Rhizophora harrisonii*,
- ✓ *Avicennia africana*,
- ✓ *Laguncularia racemosa*,
- ✓ *Conocarpus erectus*,

– Ensuite, les « tannes herbacées » ou « tannes herbues » qui contrastent avec les tannes "vives" correspondant à des terres sursalées dépourvues de végétation.

Dans ce grand ensemble donc, il faut relever la prédominance des 2 principales espèces qui peuplent la mangrove du Sénégal et de façon plus vaste celle des « Rivières du Sud » : *Rhizophora mangle* dit « palétuvier rouge » et *Avicennia africana* ou « palétuvier blanc ».

Les distinctions et les ressemblances entre ces deux espèces vont d'abord se baser sur des critères de physiologie, de phénologie, de peuplement ensuite d'hydrogéomorphologie.

a. Il faut remarquer que, comme toute plante, la physiologie d'*Avicennia africana* et de *Rhizophora mangle* commande la physionomie de ses dernières qui parviennent ainsi à s'adapter à leur biotope. Les deux espèces présentent des points communs mais se différencient sur plusieurs autres. S'agissant de leurs ressemblances on note ceci :

– *Avicennia africana* autant que *Rhizophora mangle* ne dépassent au Sénégal les 10 m de hauteur (Degue-Nambona, 2008 ; Kandji et al., 2006) ;

– ce sont toutes des espèces sempervirentes annuelles ;

– leur physiologie qui n'est pas encore maîtrisée par les chercheurs semble, selon Marius (1990), « dépendre de l'absorption constante et de l'exsorption ou de la sécrétion de sel ». L'auteur fait savoir qu'une interruption dans le pompage du sel par les racines des palétuviers leur est fatale. Cependant bien qu'étant inféodés à un milieu salé, les palétuviers restent des « halophytes facultatifs » ; c'est-à-dire que leur croissance peut être « normale dans des conditions de dessalure totale » au début de leur croissance. Ce serait d'ailleurs dans les zones humides de l'équateur et des tropiques où il est noté un dessalement – dû au lessivage d'une pluie abondante – durant une longue période de l'année « que la mangrove est la plus belle » (Marius, 1990).

Ainsi d'après toujours Marius (1990), dans les milieux à climat contrasté, où le taux de sel est supérieur à celui de la mer, on assiste à un rabougrissement des palétuviers et à une diminution de la taille de la mangrove au profit de l'avancée des « zones nues, sursalées ».

Tel qu'on les découvre dans la plupart de leur écosystème naturel, *Avicennia africana* et *Rhizophora* sont tous adaptés aux espaces halophiles. Toutefois, la croissance de la mangrove est plus tributaire de la variation de la marée que de la salinité de l'eau elle-même. Cela vaut particulièrement pour *Rhizophora mangle* (Marius, 1990).

Parmi les critères physiologiques de différenciation des deux espèces on peut remarquer les points suivants :

– *Avicennia africana* dispose de racines aériennes dites pneumatophores, au géotropisme inversé. Il s'agit de « petites aiguilles qui percent la vase », la partie visible d'un système racinaire rampant, masqué par l'eau et qui permet à *Avicennia* de capturer l'oxygène

de l'atmosphère (Kandji *et al.*, 2006). Au contraire, *Rhizophora mangle*, laisse paraître des racines échasses. Elles sont en forme de demi-cercles qui portent à la surface de l'eau le tronc des plantes. A la différence des pneumatophores, elles s'enfoncent profondément dans la vase.

– la distinction physiologique entre *Avicennia* et *Rhizophora* se renforce par la présence d'excrétions de sel sur les feuilles de la première. C'est une stratégie adoptée par le *Verbenaceae* pour survivre à la sursalure du milieu. Il est en effet fatal à *Avicennia africana* de baigner dans une salinité excédant 5,5 %. Par contre, son taux de germination se retrouve entre 70 et 95 % lorsque la teneur en sel varie entre 4 et 4,5 % (Kandji *et al.*, 2006).

– quoiqu'il en soit, *Avicennia* reste plus adapté que *Rhizophora mangle* aux trop fortes concentrations en sel Marius (1990).

– les branches de *Rhizophora mangle* paraissent plus basses que celles d'*Avicennia*.

b. Du point de vue de la phénologie, chaque espèce présente des phénophases qui ne sont pas obligatoirement similaires ou en opposition de celle de l'autre. Dans tous les cas Marius (1990), fait mention d'une phénologie des mangroves qui se déroule en « cycles fréquents à intervalles plus ou moins réguliers tout au long de l'année ». Les productions des fleurs, des feuilles et des fruits interviennent à des périodes variables tout en restant constantes dans leur avènement. Les fruits de mangroves présentés comme des hydrocores par Marius (1990) s'adaptent selon le type de milieu pour assurer la pérennité de l'espèce. Cependant, l'aspect touffu de la végétation des palétuviers compromet la survie souhaitée de plants.

– Pour *Avicennia africana*, Kandji (*et al.*, 2006) dénote avant tout le « peu de recherches » réalisées à son sujet contrairement à *Rhizophora* mieux connu.

✓ les feuilles du palétuvier blanc de type composé, sont portées par un petit pétiole. Elles se révèlent verdâtres et lancéolées avec de « minuscules trous dans les deux faces » (Kandji *et al.*, 2006).

✓ Kandji (*et al.* 2006) remarque l'existence de bractée à la base des fleurs d'*Avicennia africana*.

✓ la graine d'*Avicennia* ovale et légèrement aplatie, contient l'embryon dont le développement est insuffisant pour causer l'ouverture de son enveloppe, le péricarpe (Kandji *et al.*, 2006).

– S'agissant des *Rhizophora*, les observations suivantes sont à faire :

✓ les feuilles des plantes sont persistantes mais il existe quand-même dans l'année des périodes où ces organes chutent davantage. Cela arrive quand ils atteignent leur sénescence (Faye *et al.* 2010).

✓ la floraison des *Rhizophoraceae* se produit de septembre à la fin février dans les Iles du Saloum, selon Faye (*et al.*, 2010). Elle couvre ainsi les mois pluvieux de septembre et octobre et une partie de la saison non pluvieuse d'octobre à février.

Dans les faits, les premiers boutons floraux se forment début septembre et continuent de se développer jusqu'en octobre période à laquelle les fleurs entament leur épanouissement. La floraison s'interrompt au mois de janvier avec l'apparition des nouaisons qui annonce la pousse des fruits (*Faye et al.* 2010). Elle constitue un moyen efficace de reconnaissance du palétuvier rouge pour ainsi la distinguer du *Verbenaceae*.

✓ Mais en réalité, c'est plus tôt, au mois de décembre que s'opère le passage de la phase de floraison à celle de fructification qui se poursuit jusqu'au mois de septembre. Cette phénophase comme l'indique Faye (*et al.*, 2010), couvre une grande période de la saison pluvieuse dans les Iles du Saloum : de juin à septembre. Les propagules deviennent matures dans cet intervalle à partir du mois d'août. Elles contiennent les embryons du *Rhizophora*, ce qui en fait une espèce vivipare.

A la chute des propagules, celles-ci « sont dispersées par le courant » et « s'implantent par la suite sur les substrats vaseux » (*Degue-Nambona*, 2008).

Il convient de faire voir à ce niveau que la période de fructification des *Rhizophora* reste nettement plus longue que celle des *Avicennia* (*Faye et al.* 2010). En plus, au contraire des *Verbenaceae*, *Rhizophora* constitue l'espèce pionnière dans les rivières du sud (*Cormier-Salem*, 1999).

c. La mangrove des côtes sénégalaises, peuplées de 6 espèces, voit la prédominance de deux d'entre elles : *Avicennia africana* et *Rhizophora mangle*. Celles-ci colonisent l'espace de manière différente et leur chronoséquence varie en fonction des conditions du biotope. Cependant *Rhizophora mangle* reste l'espèce la plus abondante et ceci est en adéquation avec la « distribution de ce palétuvier à l'échelle mondiale » (*Faye et al.*, 2010).

Par rapport à la chronoséquence, *Rhizophora mangle* occupe de façon systématique la zone infratidale, la plus vaseuse avec une plus grande présence d'eau. Le palétuvier rouge « fait souvent défaut, notamment dans les zones sableuses » (*Marius*, 1990). Dans ce dernier espace, sévit *Avicennia*.

Kandji (*et al.*, 2006) situe les *Verbenaceae* au « voisinage de la terre ferme », c'est-à-dire entre la zone des *Rhizophora* et « les essences forestières continentales ».

Cette zonation des deux espèces de mangrove sera plus marquée par les conditions hydrogéomorphologiques.

d. D'après *Marius* (1990), les palétuviers restent souvent associés à « des marais salés, saumâtres ou d'eau douce généralement liés à la dégradation des mangroves et aux changements dans le régime de sédimentation et surtout du régime hydrique ». Cette assertion décrit assez bien l'évolution hydrogéomorphologique de la mangrove.

En effet, du même auteur, il est noté l'existence d'une chronoséquence des alluvions – formant la vase – selon la suite : maturation, oxydation, acidification, dessalage (Marius, 1990). Cette évolution sédimentaire sera abordée dans la partie traitant des sols aux pages 19 et 20.

C'est l'évolution des facteurs morpho-sédimentologiques et des conditions hydro-climatiques qui vont dicter la zonation des palétuviers sur les côtes ouest-africaines (Salem, 1994).

La salinité varie selon un gradient qui donne de fortes concentrations aux mangroves sahéliennes et des taux moindres aux marais de Guinée et de Sierra Leone.

Quant à l'acidité, elle est plus importante pour la vase colonisée par le *Rhizophora* et plus faible dans le sol des *Avicennia*. Cette situation tient à une plus grande présence de soufre dans la vase des *Rhizophora*. Dans l'espace sahélien, « l'oxydation des composés de soufre aboutit naturellement à une acidification extrême des sols ». Par contre, en Guinée et en Sierra Leone, l'acidité est causée par un aménagement inadéquat (Salem, 1994).

Malgré l'acidité qui prévaut dans sa zone *Rhizophora mangle* se considère comme l'espèce pionnière de la mangrove des Rivières du Sud (Degue-Nambona, 2008). Les racines échasses de la plante facilitent la fixation des sédiments et permettent d'éviter le comblement des lagunes.

4.2.1.3 Contraintes de la réaffectation de l'ACCC à Palmarin

Les difficultés rencontrées lors du déroulement des activités de foresterie menées par l'ACCC entre 2009 et 2010 relèvent à la fois de la dégradation des conditions environnementales due au changement climatique récent, des catastrophes naturelles, ainsi que des facteurs anthropiques néfastes. Il paraît nécessaire de démontrer comment ces différents facteurs ont pu spécifiquement affecter l'entreprise de la réaffectation avant et après semis.

En plus de ces contraintes il y a eu un certain nombre de dysfonctionnements dans la pratique de la restauration qui ont aujourd'hui porté préjudice au développement des plantes réaffectées.

a. A propos des conditions environnementales on note :

- un relief bas de la Communauté rurale qui facilite une érosion accélérée des côtes ainsi qu'à l'intérieur des terres.



Figure 7 : Les effets de l'érosion côtière

- une recrudescence de la salinisation des sols due à la sécheresse des années 1970 qui va beaucoup réduire la biomasse de la CR de Palmarin. L'avancée des tannes et l'intrusion de l'eau de mer dans les nappes souterraines vont diminuer les superficies susceptibles d'accueillir des CATF. L'économie d'un certain nombre de témoignages fait ressortir que :

- L'économie d'un certain nombre de témoignages fait ressortir que Mr P. Seck, le chef de village de Sessène se rappelle une distance d'au moins 200 m qui séparait le littoral de sa localité il y a 50 ans. Aujourd'hui l'érosion est devenue chronique et enlève chaque année à Palmarin plusieurs mètres carrés de plage.

Selon Mr Diatta (Conservateur de la Réserve Naturelle Communautaire de Palmarin), la situation environnementale s'est empirée au point de faire dire à l'ACCC en 2002 : « la mer n'a jamais été aussi proche » des côtes de Palmarin et de prédire que Djifère serait « bientôt rayé de la carte ».

En effet, plusieurs témoignages concordent pour faire de Djifère le symbole de la dégradation de l'environnement de Palmarin. Ce village compterait dans le passé beaucoup de filaos et de palmeraies sur son littorale qui reste aujourd'hui dépourvu de toute plante.

A Djifère l'ampleur de la dégradation de la côte a poussé la population en 2010 à se constituer en association : « Sauver Djifère ». Selon son coordinateur M. Thioub, le but de la structure naissante est « l'atténuation des effets de l'érosion côtière ». Il a été collecté des cotisations de 5.000 FCFA par concession pour l'achat des rocks destinés à protéger la côte de la force des houles. Ces roches sont visibles sur le littoral à l'entrée de Djifère.

Les femmes de Djifère affirment qu'elles font régulièrement la traversée du bras de mer pour aller chercher du bois de chauffe dans les Iles du Saloum car, disent-elles, il n'y a plus de bois dans le hameau.

Dans ces conditions, la réaffectation devient un luxe et une activité restreinte par le manque de terrains dessalés.

b. Les catastrophes naturelles consistent en des raz-de-marée qui se sont succédés sur le territoire de Palmarin. Ces incursions marines ont causé au fil du temps le déplacement de villages entiers mais aussi des pertes énormes de terres.

Par ordre d'avènement on note :

- le raz-de-marée de 1921 ;
- le raz-de-marée de 1928 avec pour conséquence la délocalisation d'une partie de la population de l'ancien village de Facoa (actuel Ngounoumane) qui va s'implanter dans la nouvelle localité de Ngeth, située plus à l'intérieur du territoire. On assiste également à la scission de Ngallou en Samsam et Sessène ;

- le raz-de-marée de 1987 qui isole Sangomar de Palmarin et fait déplacer les habitants de Diakhanor plus au sud, dans l'actuel site du village.

- le raz-de-marée de 2010

Les raz-de-marée provoquent des déplacements de populations vers de nouveaux lieux d'habitation. Cela implique de nouvelles surfaces de terre occupées par l'habitat, de nombreux hectares défrichés pour la pratique agricole ainsi que des bandes de terre labourées pour dégager des pistes et des routes. Les catastrophes naturelles contribuent alors de manière indirecte à réduire l'espace des CATF.

Outre la conquête de nouveaux espaces à laquelle ils obligent les populations, les raz-de-marée effectuent des ponctions de terrains de la Communauté Rurale.

- la rupture de la flèche de Sangomar a occasionné depuis 1987 l'enfouissement d'une bande de terre d'une longueur de 4 Km mesurée entre 2004 et 2005.

Ce raz-de-marée a également causé des coupures de la route Joal-Djifère à la hauteur de l'ancien site de Diakhanor et au niveau du village de Ngounoumane.

- après le passage du raz-de-marée du 10 septembre 2010, Pierre Ndène (Président des écouguides de Palmarin) fait le constat de 4,7 m de diamètre d'excavation sur la route de Joal-Djifère un peu plus au sud de Ngounoumane.

Cependant une preuve plus patente des dégâts a été apportée par Mr Joseph Faye, habitant de Sessène (Ngallou).

En effet, il détient un habitat en case situé sur la plage de Sessène et a pour habitude de mesurer chaque année la distance qui sépare sa maison de la ligne de rivage à la période des hautes marées.

Quelques jours avant le 10 septembre 2010, Mr Faye procède à sa traditionnelle opération. Il trouve 20 m. Après le raz-de-marée du 10 septembre 2010, Mr Faye a évalué la même distance qui sépare la construction de la ligne de rivage. Celle-ci n'est désormais que de 9,5 m.

Autrement-dit, le raz-de-marée du 10 septembre 2010 a érodé 10,5 m de côte au niveau de Ngallou.

c. Les facteurs anthropiques ont intervenus par 3 phénomènes essentiellement : la coupe de bois, l'affectation des terres à l'agriculture ainsi que l'exploitation du sable titanifère.

- L'agriculture s'opère sur plusieurs hectares avec ses principales spéculations : l'arachide et le mil.

Cette activité commerciale et vivrière constitue une pratique traditionnelle à Palmarin. Elle s'intensifie avec sa mécanisation entamée dans les années 1960. Cependant, à Djifère depuis environ une trentaine d'années, l'agriculture est progressivement délaissée au profit de la pêche. En effet, d'après Mr S. Ndong, le chef du village, la localité correspondait dans le passé au domaine agricole des populations de Diakhanor. Avec le développement fulgurant de la pêche et devant la menace de l'érosion côtière, les diakhanorais finissent par vendre leurs terres aux « étrangers » venus à l'aventure. Ainsi un habitant a confié que « Djifère est un village de pêcheurs ; personne n'est originaire d'ici. On est tous venus pour des campagnes de pêche. Nous rentrons chez nous seulement à la Tabaski. »

Cette phrase peut justifier le peu d'intérêt qu'accordent les Djiférois à toute CATF.

- Il n'y a pas de données qui permettent d'apprécier amplement la coupe de bois avant 2001, date de la création de la RNCP. Toutefois, durant les multiples visites réalisées dans les stations à palétuviers, il a été noté un grand vide de la mangrove dû à la coupe de bois. Lors des déplacements à pied dans ce terrain de vase, on peut sentir le craquement des racines de palétuviers morts. Cela témoigne d'une végétation ancienne dont les racines sont enfouies.

- Le sable titanifère est une roche noire dont les affleurements sont visibles sur la plage de Palmarin. C'est une formation assez compacte qui assure une dureté relative et paraît ainsi susceptible de ralentir l'érosion côtière.

Cependant, selon Mr P. Seck, chef de village de Sessène, la tradition orale dit que les « toubabs exploitaient de manière excessive » le sable titanifère en opérant moult excavations sur le rivage.

En effet, l'usine où se menait la transformation de la roche noire a été implantée par les français à Djifère entre 1952 et 1963 d'après Mr I. Ndiaye, gérant responsable de l'auberge « DLC » à Djifère.

L'intensité de l'exploitation du sable titanifère était telle qu'aujourd'hui d'aucuns y voient une cause de l'érosion côtière actuelle. C'est le cas de Mr Maurice Omar Ndène, notable de Ngounoumane qui affirme avec certitude que « la campagne de restauration à Palmarin est une initiative insensée. L'érosion

côtière n'est due à autre chose qu'au prélèvement du sable du littoral par des bateaux qui l'acheminaient ensuite en France. »

d. Les dysfonctionnements dans l'exécution des CATF de l'ACCC concernent essentiellement les sites des *Casuarina* et portent sur :

- le dépassement de la date de démarrage des semis : l'année de l'ACCC débute en juillet-août, la période de semis des palétuviers. Le reboisement de *Casuarina equisetifolia* devait commencer au même moment pour faire profiter aux jeunes plants les premières pluies nécessaires à leur bonne croissance.

C'est finalement au mois d'octobre que se fit la mise en terre des graines de *Casuarina equisetifolia* en 2009 comme 2010. De ce fait, les GIE (Groupement d'Intérêt Economique) des femmes ont été sollicitées pour arroser à l'eau douce les *Casuarina*. Ce fut le cas en 2009 et en 2010 entre septembre et décembre à Ngounoumane et en 2010 à Ngallou.

- une situation défavorable des stations qui s'explique par :
 - l'étroitesse de la bande de terre arable car la crête de côte reboisée reste coincée entre le rivage et les lagunes salées contigus de l'arrière plage.

- une exposition à l'action des houles due à la platitude du plateau continental. On découvre à l'intérieur des stations de grandes surfaces de terres vides où les *Casuarina* ont séché du fait de la trop grande salinité apportée par les vagues de la mer.

- une compétition trophique des plantes sauvages et une prédation des ruminants. En effet, les stations à *Casuarina equisetifolia* correspondent à d'anciens domaines d'agriculture convertis par la suite en des pâtures. Alors des plantes (épineux) et des herbes qui partagent les nutriments destinés à la consommation des *Casuarina* sont visibles par endroit. En plus, les vaches, les moutons et les ânes, attirés par la présence d'herbes, viennent brouter dans les stations ne faisant aucune distinction entre les plantes sauvages et *Casuarina equisetifolia*.

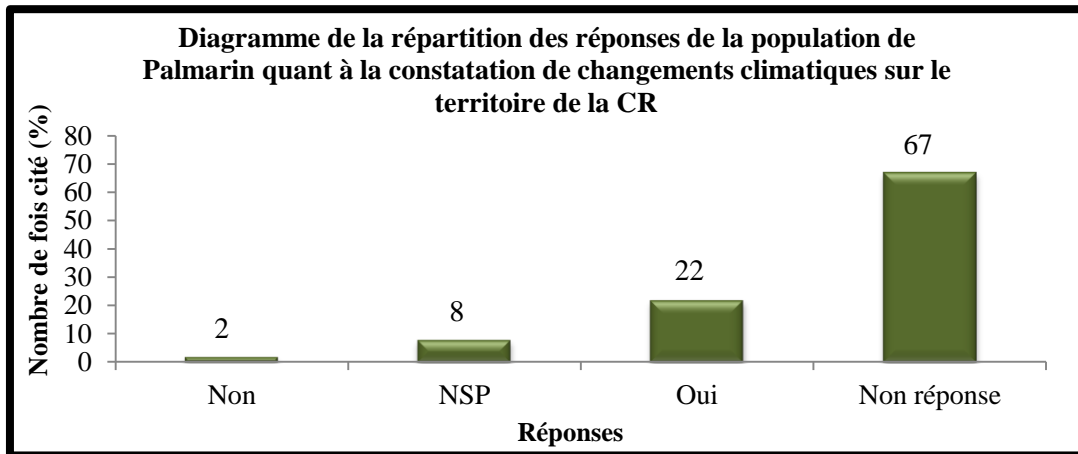
- une disposition inadéquate des plants favorisant le déplacement des animaux à l'intérieur des formations végétales reboisées qui subissent leurs actions dévastatrices.

4.2.1.4 Regards de la population de Palmarin sur les réaffectations effectués

- **Campagnes de réaffectation**

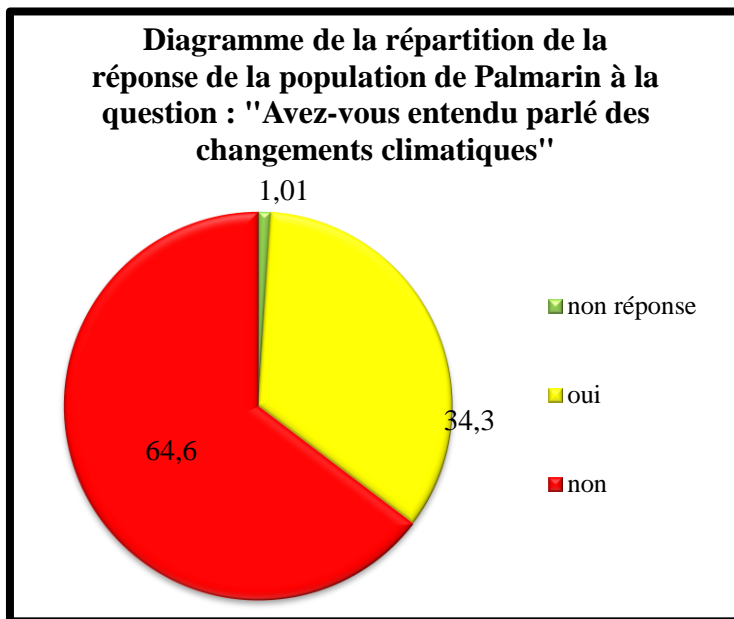
A Palmarin, la population ne doute plus de l'existence des changements climatiques. Ceux-ci ont, pendant certaines périodes, influencé la dynamique de la population et affecté ses activités économiques.

En effet, 22 % des palmarinois affirment que l'effet des changements climatiques se fait sentir sur leur terroir (Graphique 20) contrairement aux 67 % qui ne se déclarent pas, aux 8 % qui n'ont aucun avis sur le sujet et aux 2 % qui réfutent la manifestation des changements climatiques.



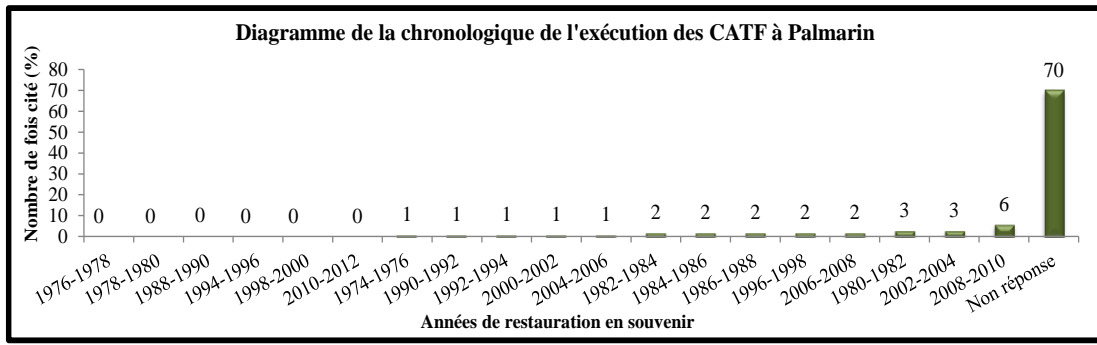
Graphique 20

Il faut souligner qu'un travail de conscientisation sur le réchauffement climatique a été mené par l'ACCC. Malgré tout, la majorité de la population (64,6 %) ne répond pas à la question suivante : « Avez-vous entendu parler du réchauffement climatique ? ». Toutefois, 34,3 % ont répondu par l'affirmative à la même question contre seulement 1,01 % pour la négative. (Graphique 21)



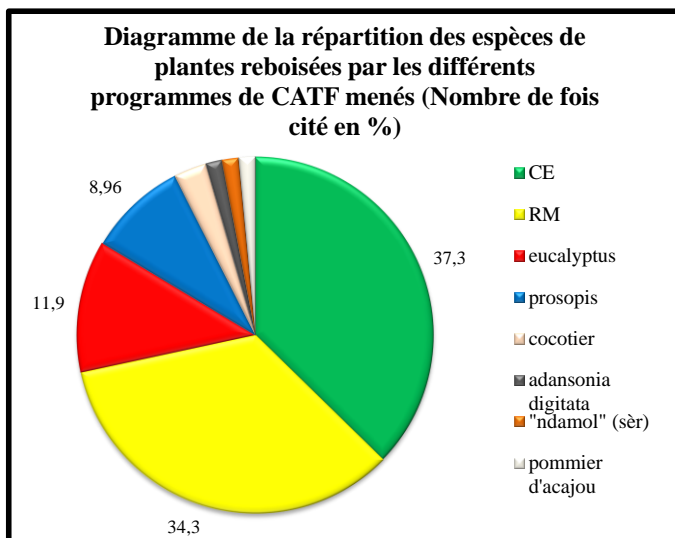
Graphique 21

Bien qu'il soit le premier de par son ampleur à Palmarin, le programme de CATF de l'ACCC a connu des précurseurs comme l'UICN, le PRECOBA. Pour tous les projets confondus, il ressort du Graphique 21 que la période 2008-2010 a plus marqué l'esprit des palmarinois. Ils l'ont citée à plusieurs reprises (6 % des réponses) parmi les années de réaffectation organisée. Ces deux années coïncident avec les débuts d'exécution de la campagne de l'ACCC. Elles sont suivies des couples 2002-2004 (UICN), ceux-ci précédant les années 1980-1982 où le PRECOBA a mené le reboisement de *Casuarina equisetifolia* du littoral de Palmarin. (Graphique 22).



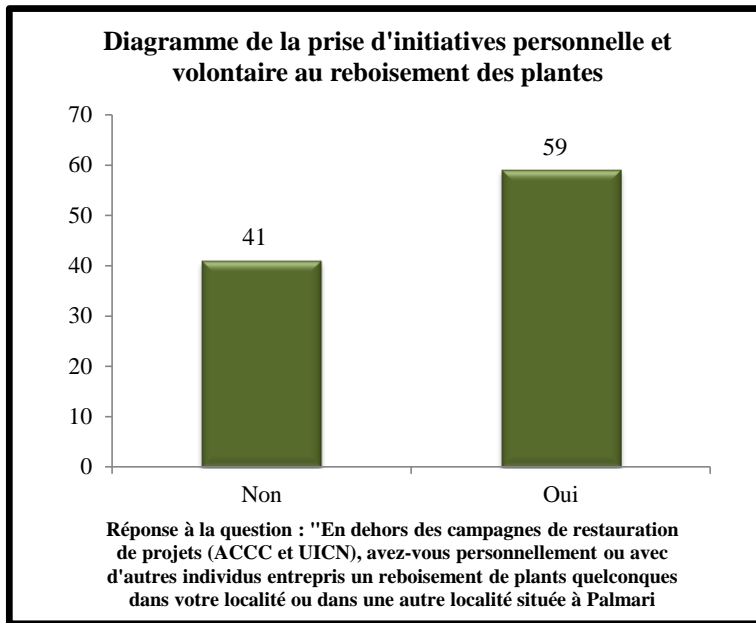
Graphique 22

De tout temps et pour l'ensemble des programmes de restauration de la végétation, on note une préférence pour les palétuviers et les filaos. *Casuarina equisetifolia* et *Rhizophora mangle* seront respectivement cités pour 37,3 % et 34,3 % dans les réponses à la question de savoir quelles sont les espèces restaurées par les différents programmes de CATF menés à Palmarin (Graphique 23).



Graphique 23

De même, les populations ont entrepris personnellement et volontairement des opérations de restaurations spontanées. Ils sont près de 60 % à avoir procédé ainsi au contraire des 40 % qui n'ont pas suivi l'exemple (Graphique 24).



Graphique 24

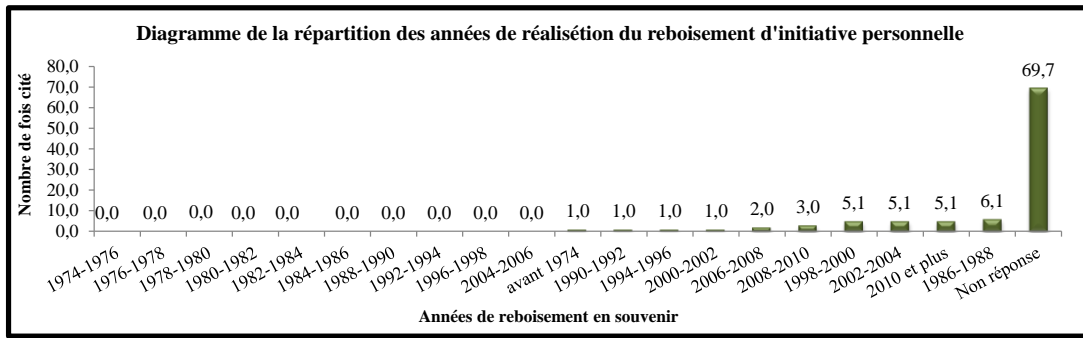
Les essences utilisées dans la restauration personnelle ne varient pas de celles des grandes campagnes de réaffectation.

L'effectif des plants mis en terre pour chaque espèce est affiché dans **Tableau 9**. Les plus nombreux sont d'abord les palétuviers, surtout *Rhizophora mangle* (8.002), ensuite les rôniers (*Borrassus aethopium* ; 200), *Casuarina equisetifolia* (127) suivis des cocotiers (*Cocos nucifera* ; 32).

1	2	3	4	5
RM	ronier	CE	cocotier	aloes
8002	200	127	32	30
eucalyptus	papayer	fleurs	citronnier	raisin
25	15	14	12	10
manguier	corossolle	aubergine	avocatier	"dobale"
8	3	2	1	1
flamboyant	goyavier			
1	1			

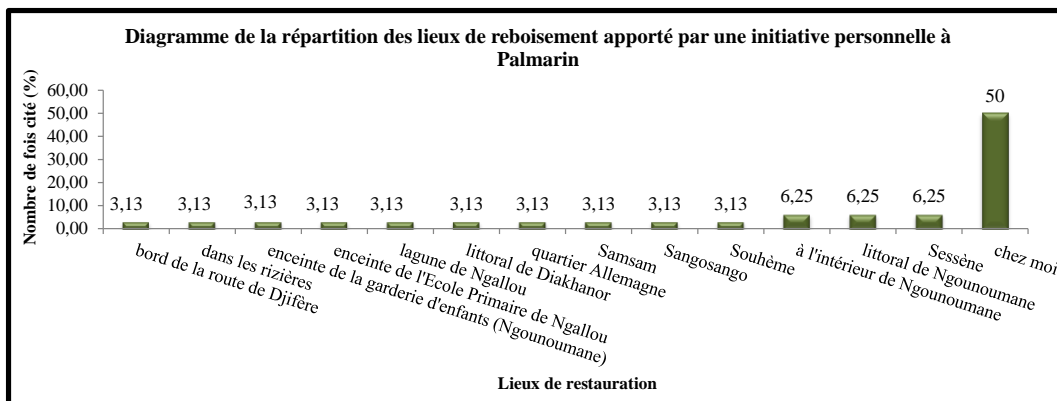
Tableau 9

La pratique individuelle des CATF remonte au début des années 1970 à Palmarin. C'est durant cette période que les changements climatiques ont commencé à se faire sentir de manière intense (Touré, 2002).



Graphique 25

On notera même une certaine préoccupation plus aut centrée qu'altruiste à propos des initiatives personnelles de restauration. En effet, il sont près de 50 % des palmarinois à avoir personnellement restauré dans leur concession (« chez-moi ») (Graphique 26). C'est là une réaction qui pourrait être assimilée à l'attitude qu'on peut avoir lors d'une catastrophe naturelle : on sauve en priorité ses proches parents ou ses biens avant de s'occuper des autres.

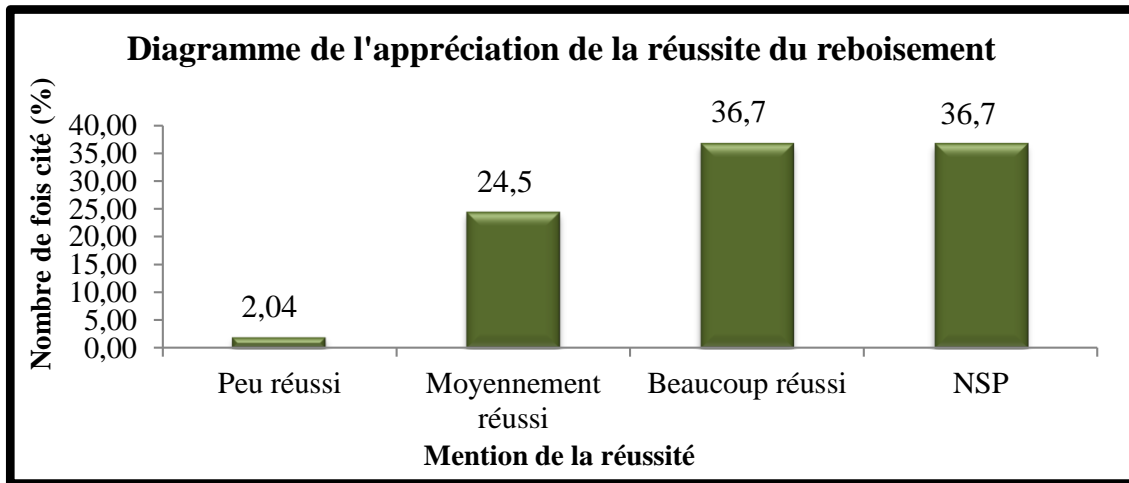


Graphique 26

• **Evaluation et critique de la campagne de réaffectation de l'ACCC(2009/2010)**

Cette appréciation de la réaffectation est basée sur une simple observation des stations restaurées de la part des populations de Diakhanor, de Djifère, de Ngallou, Ngeth et de Ngounoumane.

L'expression « Beaucoup réussi » est donnée à 36,7 % des réponses contre 2,04 % pour « Peu réussi ».



Graphique 27

4.2.1.5. Nomenclature des stations et des sites de CATF

Afin d'éviter les amalgames dans l'appellation des entités spatiales réaffectées, il paraît nécessaire de procéder à la désignation de celles-ci par des termes qui relatent plusieurs phénomènes tenant de la réalité du terrain.

- Nomenclature des sites réaffectés

Dans ce mémoire, le site se considère comme un regroupement de stations contiguës, restaurées avec la même espèce, congénères ou appartenant à des générations différentes. La désignation des sites de CATF a à voir avec le phénomène géographique – le plus déterminant dans l'existence des plants restaurés – qui leur est le plus proche. En l'occurrence, il s'agit des villages parrains dont les habitants ont contribué à la survie des plants de *CE*. Il est également fait allusion à la mangrove naturelle de laquelle sont issues les plantules, les graines afforestées et dont la vase a servi de substratum à la restauration.

Les sites reboisés avec *CE* vont donc hériter du patronyme des villages parrains respectifs. On a du nord au sud : Ngallou, Ngeth, Ngounoumane et Diakhanor.

Les aires reboisement sont baptisées du nom du site naturel correspondant. Il y a du nord au sud, Matmata, Akoulé, Sangosango et Souhème.

Les sites réaffectés à Palmarin appartiennent tous à ce qu'on appelle le Domaine de CATF de l'ACCC. Ce Domaine se subdivise en quatre Zones dits de CATF (p 82).

- Nomenclature des stations réaffectées

La désignation du code des stations restaurées dans les différents sites de Palmarin par l'ACCC (et l'UICN) en 2009 et en 2010 repose sur une nomenclature qui utilise les indications suivantes :

- d'abord, le village parrain ou le site naturel dont les 3 premières lettres du nom constituent le préfixe du code de la station :

✓ les initiales des villages parrains sont utilisées pour la nomenclature des stations à CE.

En effet, sur la carte de situation de la CR de Palmarin (p 17), on remarque la proximité entre l'alignement longitudinal des portions de filao (littoral Ouest) et celui des quatre villages parrains : Ngallou, Ngeth, Ngounoumane, Diakhanor. En plus les aires réaffectées sont restées anonymes jusqu'au début de ces recherches. Elles recevaient plutôt l'attribut de leur village parrain (« littoral de Ngallou » ; « littoral de Ngounoumane », etc.).

Ainsi a-t-on utilisé les initiales suivantes pour les stations à CE correspondantes (Tableau 10) :

Initiales	Villages parrains	Zones des CATF
" Nga "	Ngallou	Nord
" Nge "	Ngeth	Centre-nord
" Ngo "	Ngounoumane	Centre-sud
" Dia "	Diakhanor	Sud

Tableau 10

✓ les aires de palétuviers sont des endroits éloignés des villages parrains (surtout dans le nord du domaine de CATF de l'ACCC). En outre, ces surfaces côtoient les sites naturels de mangrove qui portaient des patronymes distincts de ceux des villages.

Pour ces deux raisons, les initiales appliquées aux stations afforestées ne sont pas tirées des villages parrains mais du nom des sites naturels des palétuviers : Matamata, Akoulé, Sangosango, Diakhanor (Tableau 11).

Initiales	Sites naturels	Zones des CATF
" Mat "	Matamata	Nord
" Ako "	Akoulé	Centre-nord
" San "	Sangosango	Centre-sud
" Sou "	Souhème	Sud

Tableau 11

- le programme exécutant : « ACCC » pour Adaptation aux Changements Climatiques en zone Côtière ou « UICN » (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) ;

- l'année où les CATF ont été exécutés : « 99 » pour 1999, « 00 » pour 2000, « 09 » pour 2009 et « 10 » pour 2010 ;

- l'espèce reboisée : « AA » pour *Avicennia africana*, « CE » pour *Casuarina equisetifolia* et « RM » pour *Rhizophora mangle* ;
- le rang de la station suivant la progression spatiale Ouest à Est ou Nord à Sud : n, n+1, n+2...

Ainsi, la nomenclature des stations va varier selon l'espèce en présence, la localisation de la station et l'année où elle a été reboisée. Par exemple, NgaACCC10CE1 est la station du site de Ngallou restauré par l'ACCC en 2010 avec *Avicennia africana* et qui se trouvent au premier des stations du même site dans une progression nord/sud.

4.2.2. La réaffectation : les procédés

La restauration des palétuviers comme celle de *Casuarina equisetifolia* nécessite une technique appropriée depuis la cueillette ou la mise en pépinière des plantules jusqu'à leur semis.

4.2.2.1 Procédés d'afforestation des palétuviers

Les deux essences qui sont concernées ici (*Avicennia africana* et *Rhizophora mangle*) n'obéissent pas aux mêmes traitements avant leur mise en terre.

- **Reboisement d'*Avicennia africana***

« La production d'*Avicennia* est une tâche assez complexe et difficile », signalent les auteurs de la *Fiche technique de production et de plantation d'*Avicennia africana**²³. En effet, *Avicennia* nécessite un prétraitement sous semis qui correspond à un long processus qu'on essaiera de résumer.

Pour la production des *Avicennia*, on peut recourir à deux méthodes de semis : le semis-direct et le semis en gaine (Kandji et al., 2006). La première étant chargée de risques pour une bonne germination des plantes, on préfère donner en exemple la deuxième opération qui reste toutefois la plus onéreuse.

Les graines d'*Avicennia africana*, qui sont en réalité des fruits – contenant l'embryon de l'espèce – sont recueillies à leur période de maturation. Elles portent alors une couleur jaune-moutarde. Ces graines sont ensuite trempées dans un mélange à volume égale d'eau douce et d'eau salée (de mer) pendant 2 à trois 3 jours pour réaliser la levée de leur dormance et l'élimination d'éventuels parasites en leur sein.

L'étape suivante consiste à enfouir les graines d'*Avicennia* dans des gaines en plastique remplies de vase légèrement sableuse. La vase en question doit être prélevée du site où on procèdera à l'afforestation. Les gaines ainsi fourrées sont disposées en quinconce sous une ombrière haute de 1,5 m et de sorte à ce que les poquets puissent progressivement s'exposer aux rayons solaires.

²³KANDJI Cheikh & PIRARD Hervé & MASSALY Souleymane, *Fiche technique de production et de plantation d'*Avicennia africana**, in « Appui à la gestion communautaire des ressources naturelles des forêts de mangrove – réserve de biosphère du delta du Saloum, Sénégal » *Projet mangrove* –, Mars 2006.

Au bout de 3 à 5 mois, les jeunes plantules d'*Avicennia* peuvent être débarrassées de leur gaine et semées dans la zone intertidale de la mangrove à un niveau « ni trop haut ni trop bas » afin de profiter du passage alterné des hautes et des basses marées. Les plants resteront ainsi constamment arrosés par l'eau salée de la mangrove. Ils devront, lors du repiquage, être disposés en rangées de lignes parallèles.

Il faut noter enfin que la pépinière d'*Avicennia africana* doit être cultivée durant la saison pluvieuse.

- **Afforestation de *Rhizophora mangle***

Contrairement à *Avicennia africana*, *Rhizophora mangle* n'exige pas une batterie d'opérations de prétraitement pour son afforestation.

L'approche consiste à ramasser les propagules (graines) dispersées sur l'étendue d'eau en appliquant des critères de sélection basés sur leur « état sanitaire et physiologique » (Kaly, 2001). Les propagules murissent et tombent des plantes de *Rhizophora* entre le mois d'août et septembre. C'est alors à cette même période qu'on doit procéder à l'afforestation de l'essence²⁴ du *Rhizophoraceae*.

Le jour du semis, la plantule entre les mains, il faut enlever la capsule à l'une de ses extrémités. Ceci fait, on découvre le bourgeon de la plantule qu'on enfonce verticalement dans la vase jusqu'au tiers de la graine embryonnaire (*Oceanium-Dakar*).

Comme pour *Avicennia*, l'afforestation de *Rhizophora* s'effectue en disposant les plants en lignes parallèles.

4.2.2.2 Procédés de reboisement de *Casuarina equisetifolia*

D'après Forster²⁵(1961), il existe deux méthodes de reboisement de *Casuarina equisetifolia*.

La première, le « semis direct » sur la station à reboiser, n'est en aucune manière recommandée « en raison de la petitesse des graines et de la fragilité des jeunes plantules ».

C'est finalement le reboisement « avec plants issus de pépinière » qui devra être employée dans le restauration de *Casuarina equisetifolia*.

La principale raison qui amène à un tel choix est dicté la petitesse des grains de *Casuarina equisetifolia*. Celles-ci sont contenues dans de petits cônes de près de 2 cm de diamètre et « 10 Kg de cônes fournissent en moyenne 1 kilogramme graines » (Forster, 1961).

²⁴OCEANIUM-DAKOAR, *Guide technique à la destination des animateurs villageois pour le reboisement de la mangrove avec l'espèce *Rhizophora**

²⁵FORSTER B. A., *Casuarina equisetifolia : caractères sylvicoles et méthodes de plantation*, *Revue Bois et Forêts des tropiques*, n° 79, Septembre-Octobre 1961.

Les petites graines sont d'abord semées sur des plates-bandes à sol fin où elles doivent recevoir des « arrosages légers et quotidiens » (Forster, 1961). La germination de la graine a lieu 10 jours après.

Passées 4 à 6 semaines, les plants de *Casuarina equisetifolia* atteignent alors une hauteur de 8 à 10 cm. Ils subissent un repiquage soit sur de nouvelles plates-bandes, soit dans des « gaines de polyéthylène » de 5 cm de diamètre et de 35 cm de profondeur.

Les gaines offrent aux plants une meilleure croissance en optimisant le déploiement de leurs racines en profondeur du sol. C'est pour cette raison que les poquets en polyéthylène doivent restés ouverts à leur fond et troués sur leur côté afin de permettre en même temps les « échanges d'eau » (Forster, 1961).

Les plants évoluent toujours en pépinière dans les récipients plastiques jusqu'à leur 5^{em} ou 8^{em} mois de semis. A cet âge, leur croissance frôle les 50 cm et cette période doit coïncider avec la saison pluvieuse pour que les jeunes individus puissent bénéficier d'un apport d'eau douce utile à leur premier mois de développement.

Casuarina equisetifolia est reboisé selon la disposition d'un individu par sommet d'un carré de 3 m de côté.

4.2.3. Cartographie des Zones de réaffectation à Palmarin

L'un des objectifs majeurs a été atteint lorsqu'il a été procédé à la délimitation de toutes les stations reboisées à Palmarin pour les palétuviers comme pour *Casuarina equisetifolia*.

Pour chaque espèce de plante, il a été recensé 16 stations qui ont subi les CATF de l'ACCC et de l'UICN. Toutefois, les stations de CATF ont une disposition latitudinale qui les regroupe à proximité de leur village parrain respectif.

De cette façon, la CR de Palmarin est divisée en Zone dites de CATF, ceci dans le but de faciliter la visibilité dans la représentation des cartes avec une ouverture plus grande du zoom.

Il y aura finalement 4 Zones de CATF qui tournent autour des 4 villages de Palmarin : Diakhanor, Ngallou, Ngeth et Ngounoumane

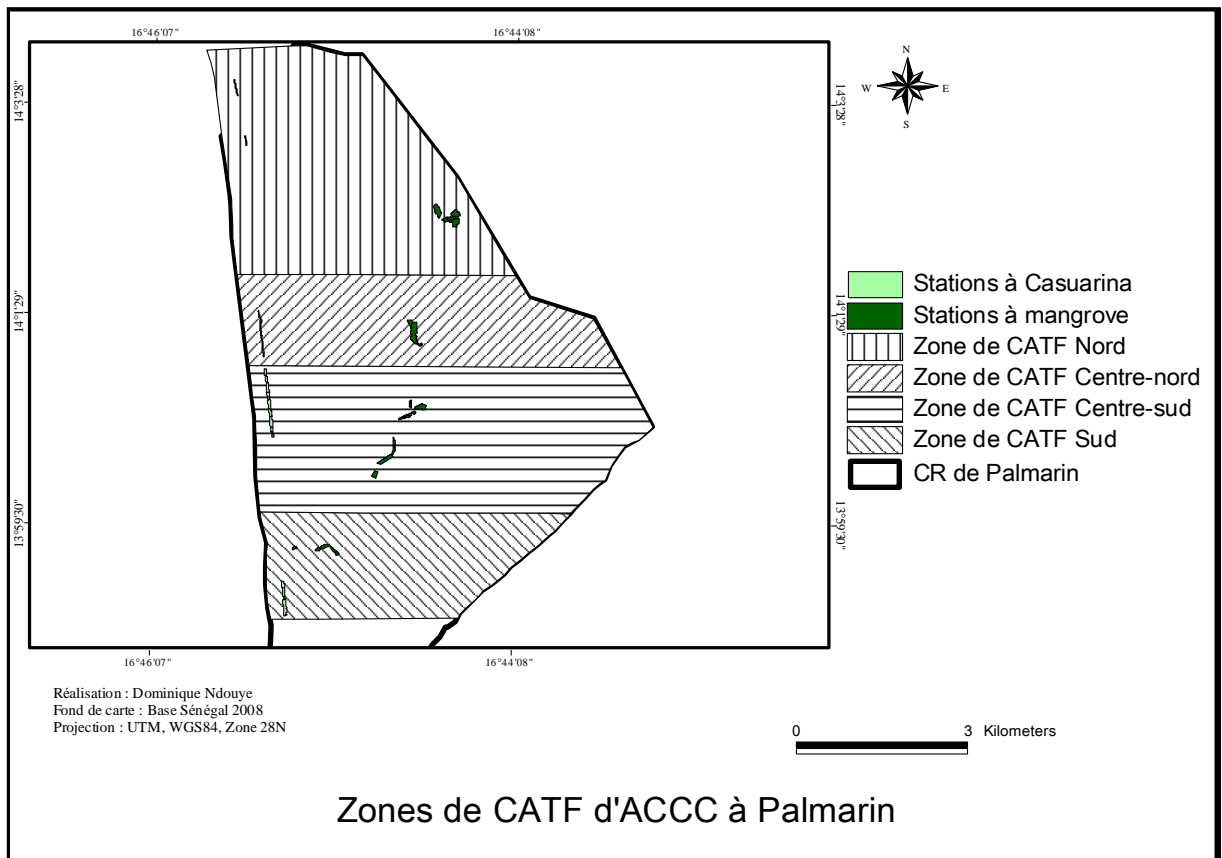


Figure 8

4.2.3.1 Zone Nord des CATF

Il s'agit de la partie la plus au Nord de la Communauté rurale de Palmarin :

Ngallou.

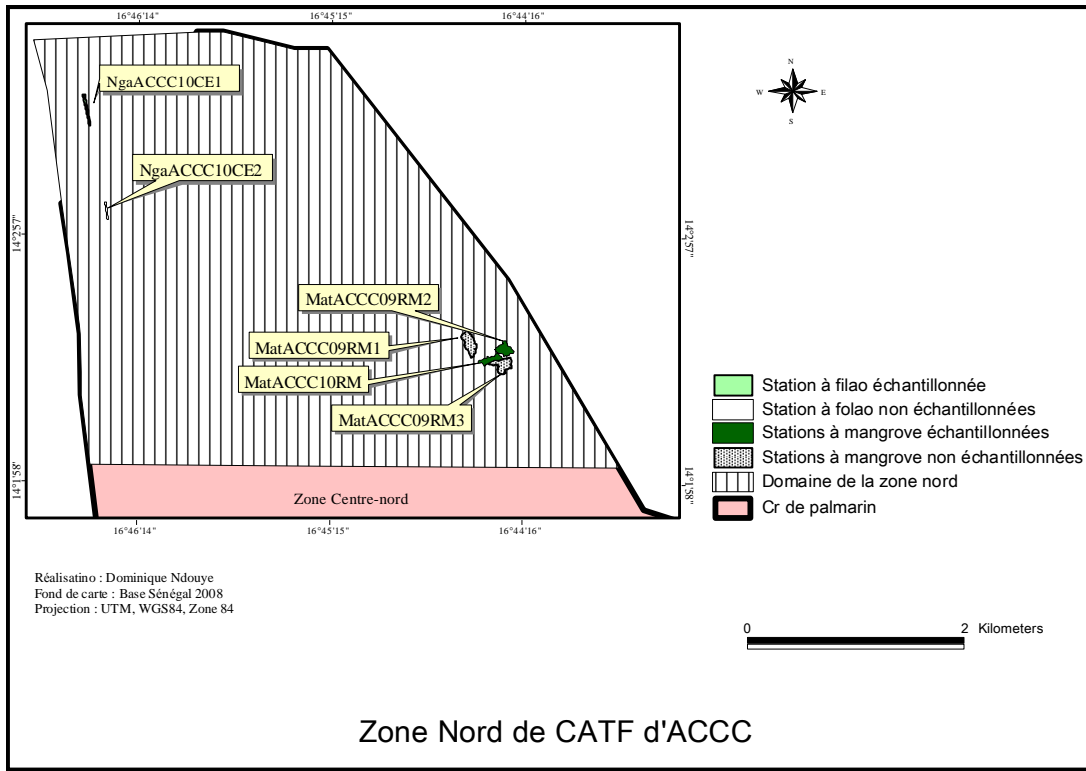


Figure 9

Ici le reboisement a concerné 2 stations pour *Casuarina equisetifolia* : NgaACCC10CE1 et NgaACCC10CE2. Il y aura 4 stations de palétuviers que sont MatACCC09RM1, MatACCC09RM2, MatACCC09RM3 et MatACCC10RM.

4.2.3.2 Zone Centre-nord des CATF

La Zone Centre-nord correspond au village de Ngeth.

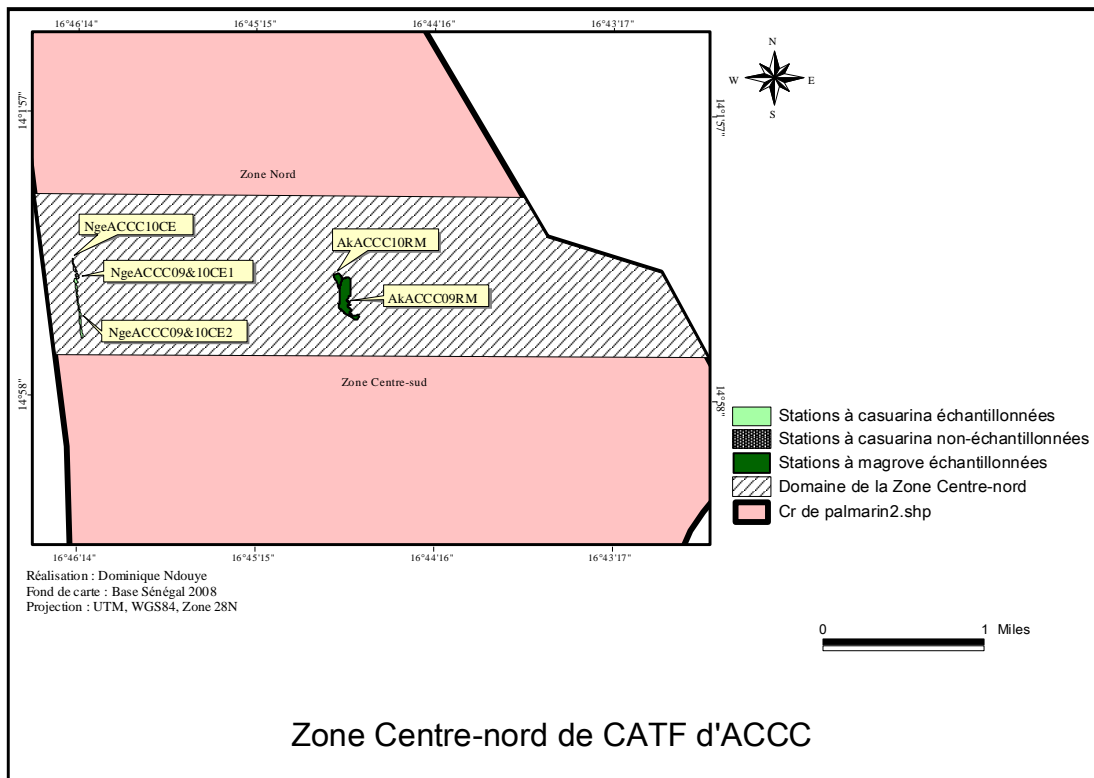


Figure 10

NgeACCC09&10CE1, NgeACCC09&10CE2 et NgeACCC10CE constituent les stations qui ont subi les CATF avec *Casuarina equisetifolia*. *Rhizophora mangle* est afforesté à AkoACCC10RM et à AkoACCC09RM.

4.2.3.3 Zone Centre-sud des CATF

C'est la Zone qui compte le plus de stations où on a compté 9 parcelles de *Casuarina* : NgoACCC09CE1, NgoACCC09CE2, NgoACCC09CE3, NgoACCC09CE4, NgoACCC09CE5, NgoACCC10CE1, NgoACCC10CE2, NgoACCC10CE3, NgoACCC10CE4. Les palétuviers se retrouvent à SanACCC09RM1, SanACCC09RM2, SanACCC09RM3, SanACCC10RM1, SanACCC10RM2, SanUICN99&00RM1, SanUICN99&00RM2. On retrouve ainsi 7 stations à palétuviers.

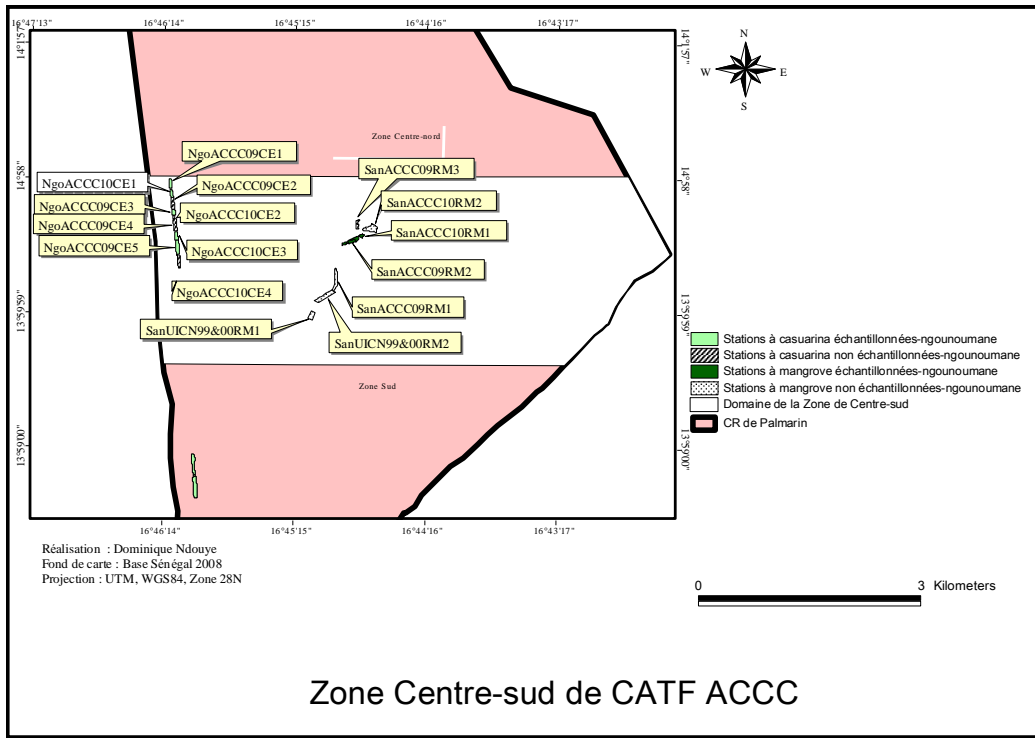


Figure 11

4.2.3.4 Zone Sud des CATF

Les portions reboisées à proximité du village de Diakhanor forment cette Zone.

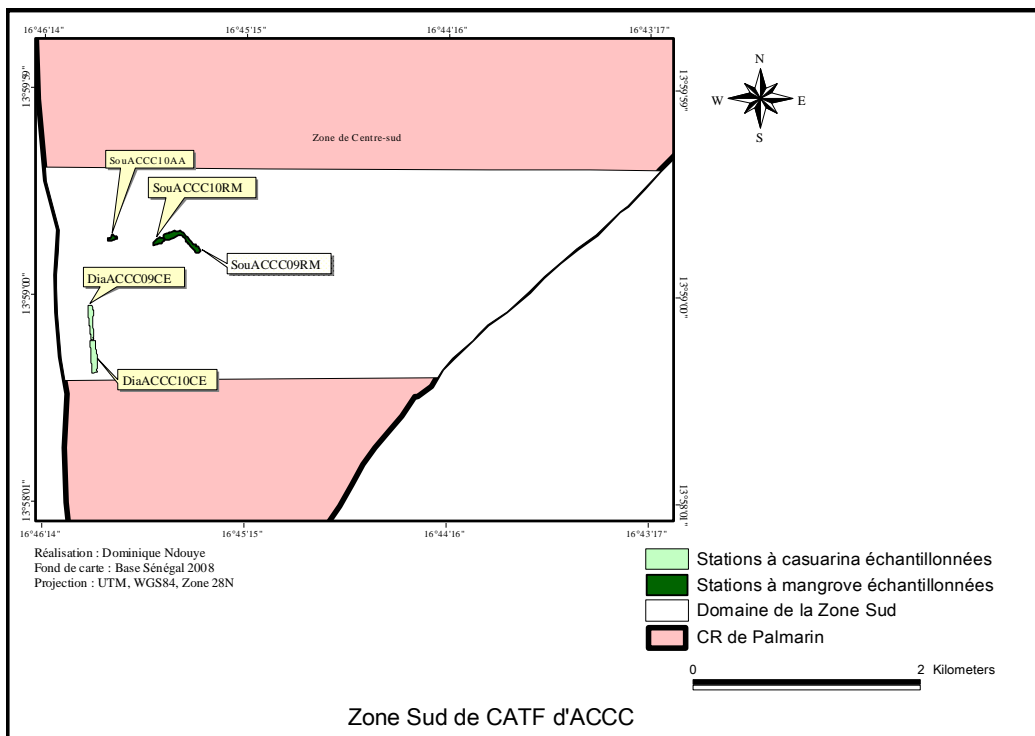


Figure 12

On dénombre dans cette partie sud des CATF 2 stations de *Casuarina equisetifolia* : DiaACCC09CE et DiaACCC10CE.

Les palétuviers occupent SouACCC09RM, SouACCC10AA et SouACCC10RM.

4.2.4. Estimation de la biomasse restaurée

La détermination de la biomasse sèche répond d'abord à l'exigence de connaître la superficie qui circonscrit les stations de CATF. Ensuite, il faut estimer la biomasse humide restaurée dans ces stations en effectuant un inventaire des individus.

Cependant, les CATF de l'ACCC ayant porté sur près de 27 ha réaffectés avec 3 espèces différentes, il devient difficile de commenter les paramètres de biomasse si on ne leur applique pas des termes simples qui en traduisent fidèlement la signification. D'où le besoin d'élaborer une typologie de la matière (masse anhydride, masse humide) issue de la restauration de l'ACCC.

4.2.4.1. Typologie de la biomasse restaurée

A Palmarin, l'ACCC a effectué la réaffectation de 16 stations avec *Casuarina equisetifolia* et de 14 stations à palétuviers (*Avicennia africana* et *Rhizophora mangle*).

La biomasse estimée est de 2 types : la masse humide (Mh) et la masse anhydride (Ma).

La typologie de ces deux paramètres va se faire à 2 échelles : une échelle numérique et une échelle spatiale.

- **Définition des types de masse (anhydride et humide)**

Deux types de biomasse sont traités :

- **La masse humide** : elle est connue par extrapolation de la masse des individus-échantillons. Le pesage de ces derniers s'est fait consécutivement à leur prélèvement sur place (terrain). La masse humide se note Mh.

- **La masse anhydride** : se déduit de la Mh par le truchement du Tc (taux de conversion). Elle s'exprime par Ma.

- **Typologie de la biomasse à l'échelle numérique**

- Lorsque c'est 1 individu qui est considérée, on parle de masse humide individuelle noté Mh_I ou de masse anhydride individuelle (Ma_I).

- Par contre, dans le cas de plusieurs individus ou dans un contexte général, les termes de Mh et de Ma ne portent pas la marque « I » en indice.

- **Typologie de la biomasse à l'échelle spatiale**

Il s'agit des différents niveaux d'accumulation de la biomasse qui dépendent de l'échelle spatiale choisie :

- Le terme « partiel » (p) s'utilise quand on parle de la biomasse d'une station. Par exemple, Map correspond à la masse anhydride de toute la station en question ;

- « total » (t) se rattache aux expressions qui se rapportent à la biomasse mise au compte de l'ensemble d'un site ;
- quand la biomasse d'une zone de CATF est désignée, on utilise le qualificatif « zonal » (z).
- la biomasse à l'échelle de l'ensemble du Domaine de CATF pour une espèce restaurée se dira « globale » (g).

L'application de ces termes aux concepts Ma et Mh a donné plusieurs expressions qui apportent plus de précision à la signification des différents paramètres de biomasse (Tableau 12).

Biomasse anhydride	Ma	Masse anhydride	Masse après dessiccation
	Ma ₁	Masse anhydride individuelle	Masse après dessiccation comptant pour un individu
	Map	Masse anhydride partielle	Masse après dessiccation comptant pour une station
	Mat	Masse anhydride totale	Masse après dessiccation comptant pour un site
	Maz	Masse anhydride zonale	Masse après dessiccation comptant pour une zone
	Mag	Masse anhydride globale	Masse après dessiccation comptant pour la totalité des stations de l'espèce restaurée
Biomasse humide	Mh	Masse humide	Masse contenant de l'eau
	Mh ₁	Masse humide individuelle	Masse contenant de l'eau comptant pour un individu
	Mhp	Masse humide partielle	Masse contenant de l'eau comptant pour une station
	Mht	Masse humide totale	Masse contenant de l'eau comptant pour un site
	Mhz	Masse humide zonale	Masse contenant de l'eau comptant pour une zone
	Mhg	Masse humide globale	Masse contenant de l'eau comptant pour la totalité des stations de l'espèce restaurée

Tableau 12 : typologie de la biomasse

4.2.4.2. Présentation et mesures des stations réaffectées

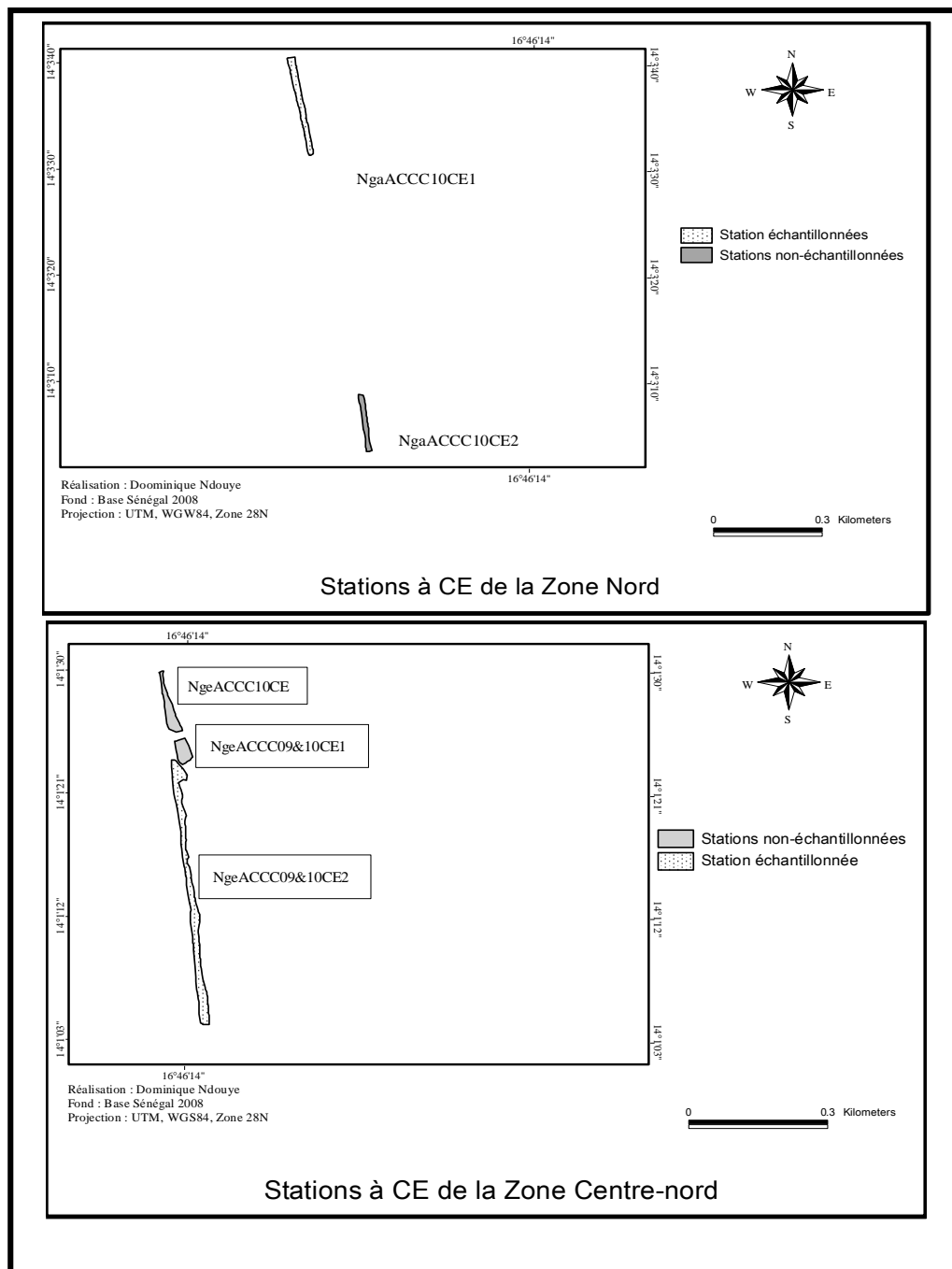
La localisation des stations restaurées, la détermination de leur paramètre métrique (superficie), donnent une information essentielle sur leur caractérisation. Ceci aide, en retour, à apprécier les différentes valeurs de la biomasse semée, du carbone séquestré et à procéder à une analyse conséquente des résultats trouvés.

C'est le lieu de rappeler que cette étude portait au départ sur les aires restaurées par l'ACCC et celles par l'UICN. Cependant, face à des difficultés techniques survenues sur le terrain, l'échantillonnage des grands individus (arbres) plantés par l'UICN a été finalement abandonné.

Ainsi, les stations de l'UICN sont d'office exclues des analyses de la biomasse et du carbone séquestré. Ces parcelles appartiennent à la Zone Centre-sud (Sangosango) : SanUICN99&00RM1 et SanUICN99&00RM2.

- Présentation et mesures des stations reboisées en CE

Casuarina equisetifolia est reboisé pour le compte des villages-parrains de Diakhanor (Zone Sud), Ngallou (Zone Nord), Ngeth (Zone Centre-nord) et Ngounoumane (Zone Centre-sud) (Figure 13).



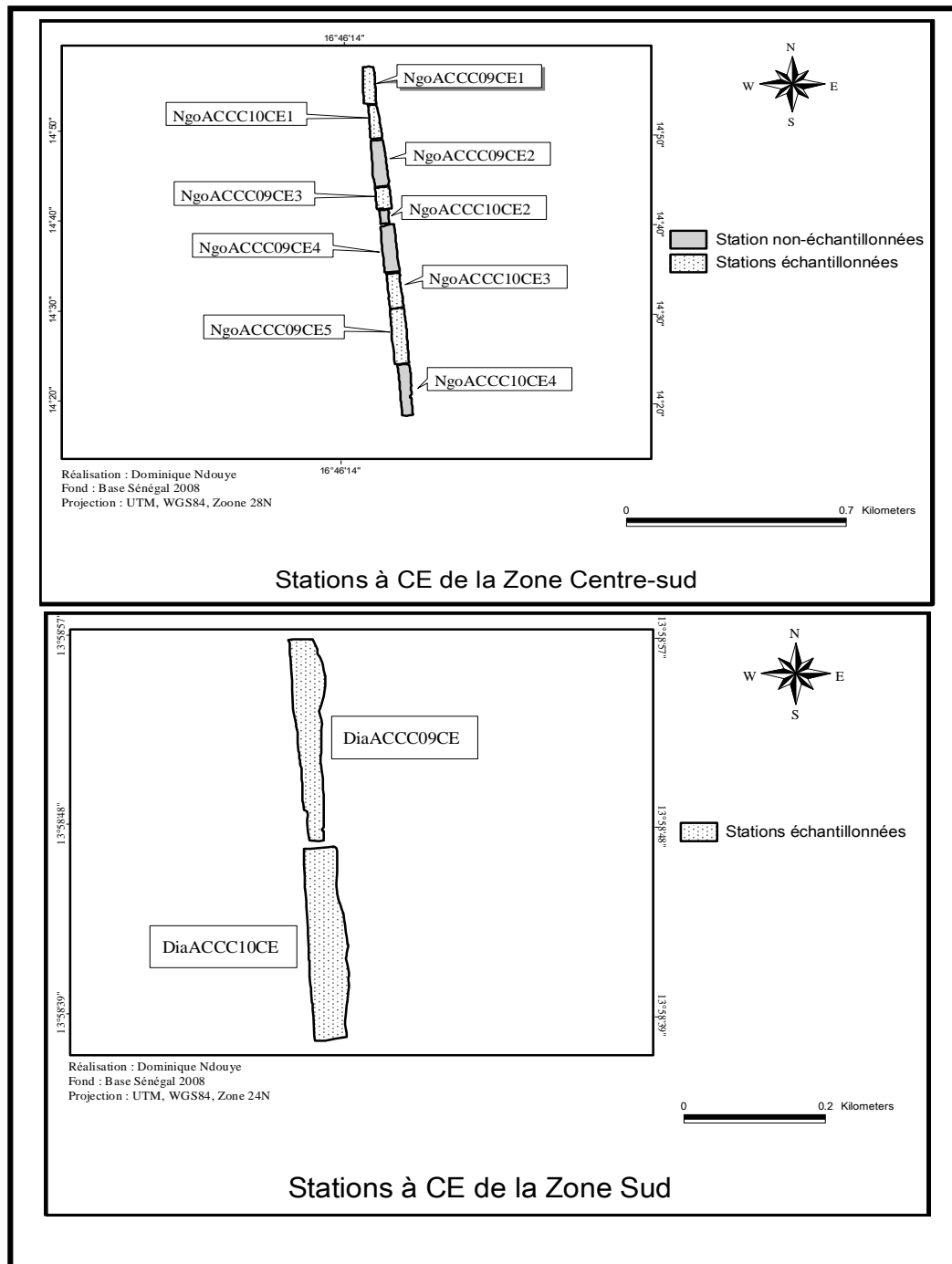


Figure 13

Une campagne de reboisement a été menée en 2009 et en 2010 pour chacune des Zones de CATF concernées sauf à la Zone Nord où la réaffectation ne se déroule qu'en 2010 (Tableau 8).

Les aires de *Casuarina* regroupent au total 16 stations : 2 à la Zone Sud, 2 à la Zone Nord, 3 à la Zone Centre-nord. Le site de la Zone Centre-sud est celui qui compte le plus de stations autant pour 2009 que pour 2010 avec 9 stations. Il renferme 5 stations de 2009 et 4 de 2010.

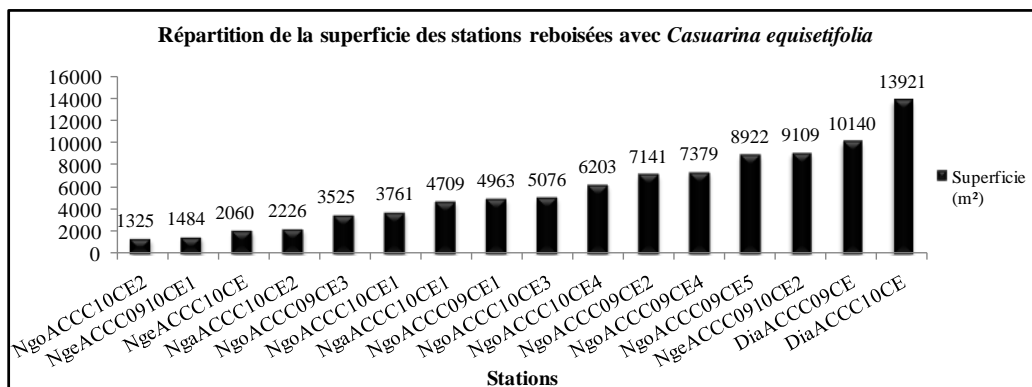
Zones de CATF d'ACCC	Années d'exécution des CATF	Station reforestées avec <i>Casuarina equisetifolia</i>
Zone Sud (Diakhanor)	2009	DiaACCC09CE
	2010	DiaACCC10CE
Zone Nord (Ngallou)	2010	NgaACCC10CE1
	2010	NgaACCC10CE2
Zone Centre-nord (Ngeth)	2009&2010	NgeACCC09&10CE1
	2009&2010	NgeACCC09&10CE2
	2010	NgeACCC10CE
Zone Centre-sud (Ngounoumane)	2009	NgoACCC09CE1
	2009	NgoACCC09CE2
	2009	NgoACCC09CE3
	2009	NgoACCC09CE4
	2009	NgoACCC09CE5
	2010	NgoACCC10CE1
	2010	NgoACCC10CE2
	2010	NgoACCC10CE3
2010	NgoACCC10CE4	

Tableau 13

Il y a 6 stations reboisées en 2009, 8 datant de 2010 et 2 stations de 2009 réaffectées de nouveau en 2010.

Ce sont NgeACCC09&10CE1 et NgeACCC09&10CE2 les stations de 2009 qui ont reçu la plantation de *Casuarina* en 2010 en guise de « renforcement ». Les raz-de-marée avaient décimé la quasi-totalité du premier contingent de plants.

On a répertorié les valeurs de superficie des stations dans le (Graphique 28).

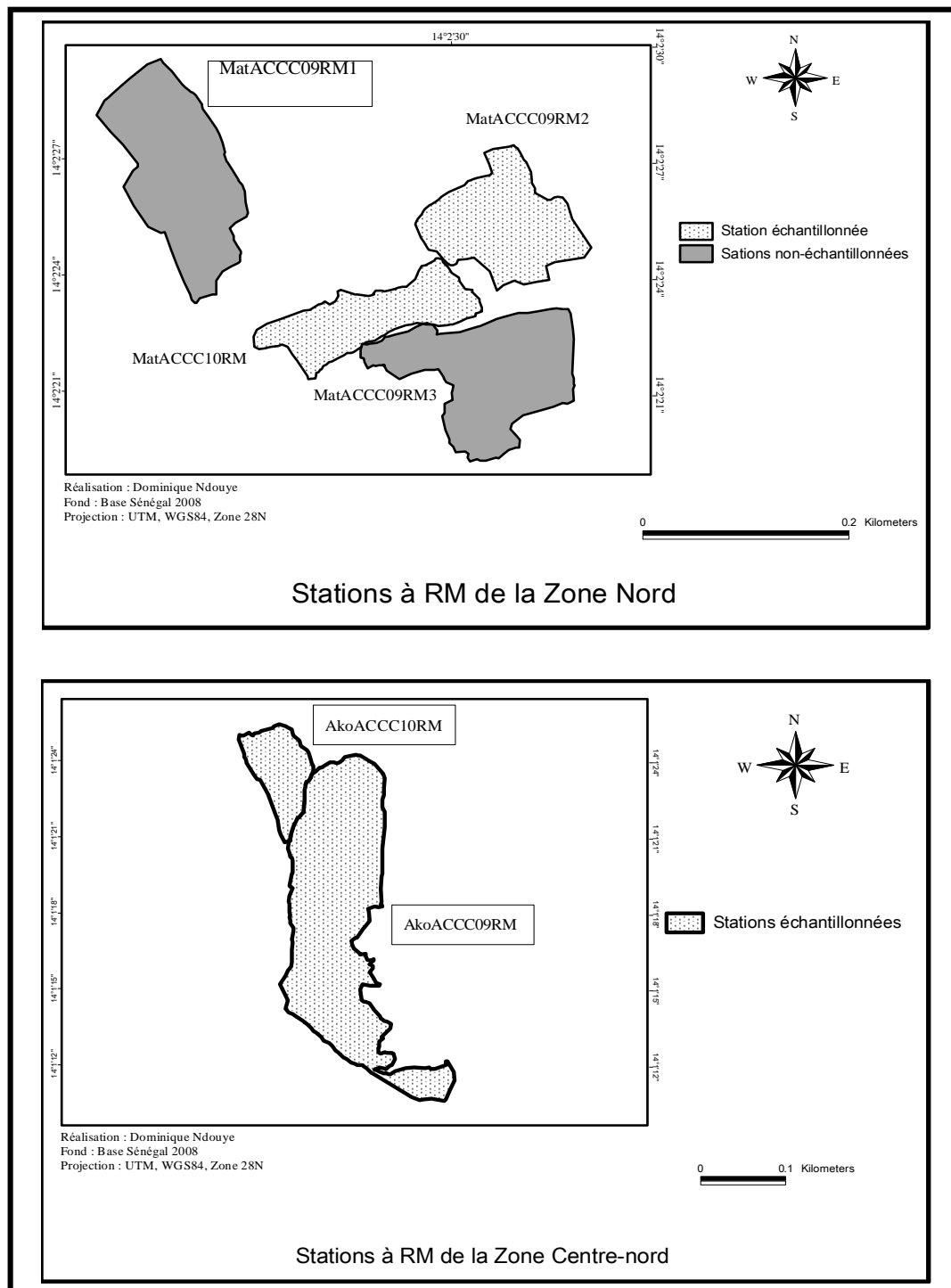


Graphique 28

Au total, un peu près de 10 ha du littoral ont porté la plantation de *Casuarina equisetifolia*, soit exactement 91.944 m². La valeur de superficie la plus importante est notée à la Zone Sud (DiaACCC10CE) avec plus de 1 ha. La station la moins importante est NgoACCC10CE2 (1.325 m²)

- **Présentation et mesures des stations afforestées en palétuviers**

A propos des palétuviers, l'afforestation a porté sur 14 parcelles dont 2 pour Akoulé (Zone Centre-nord), 4 pour Matamata (Zone Nord), 5 pour Sangosango (Zone Centre-sud) et 3 pour Souhème (Zone Sud) (Figure 14).



Il existe 8 stations afforestées en 2009 et 6 en 2010 (Tableau 8).

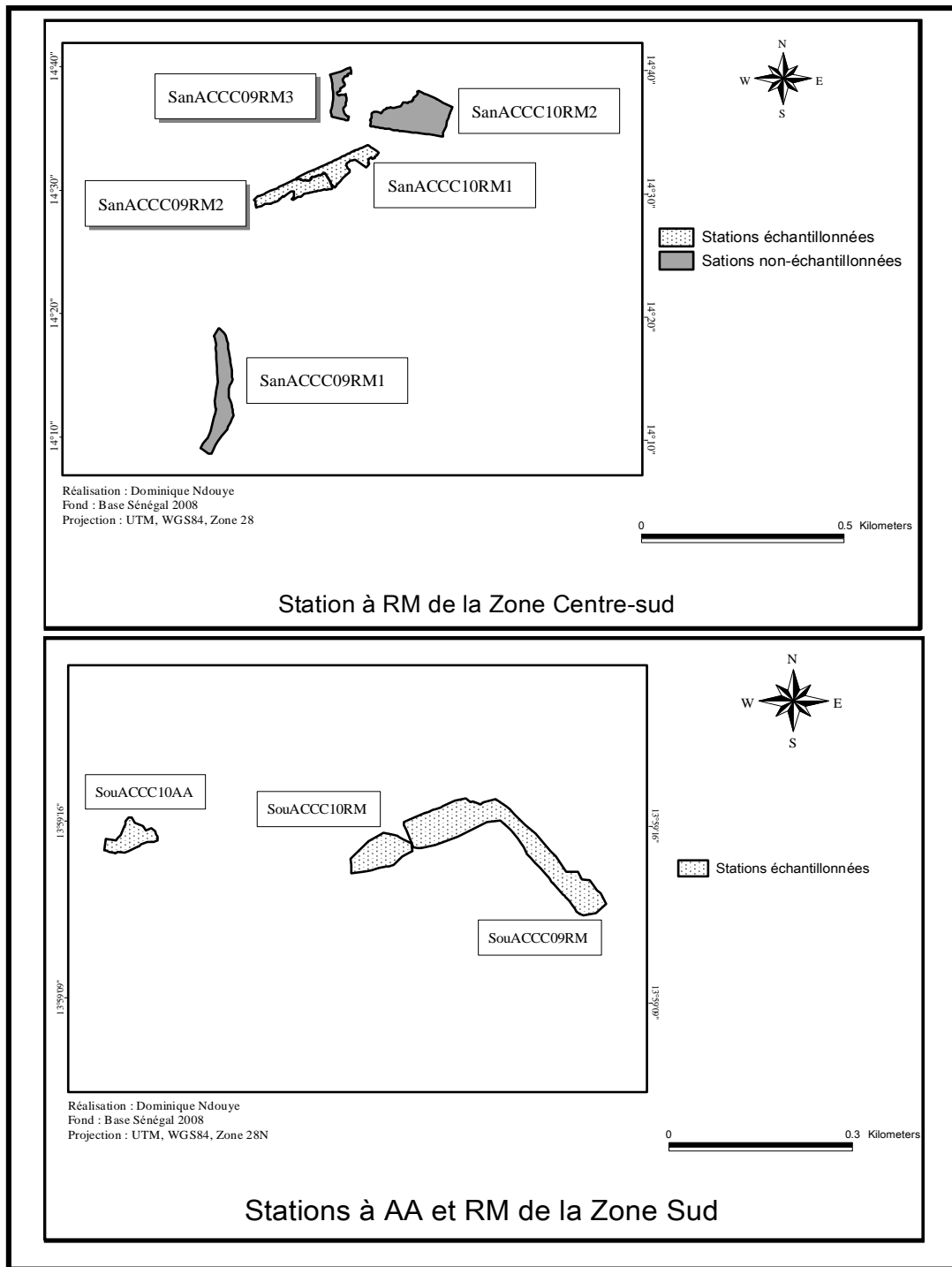
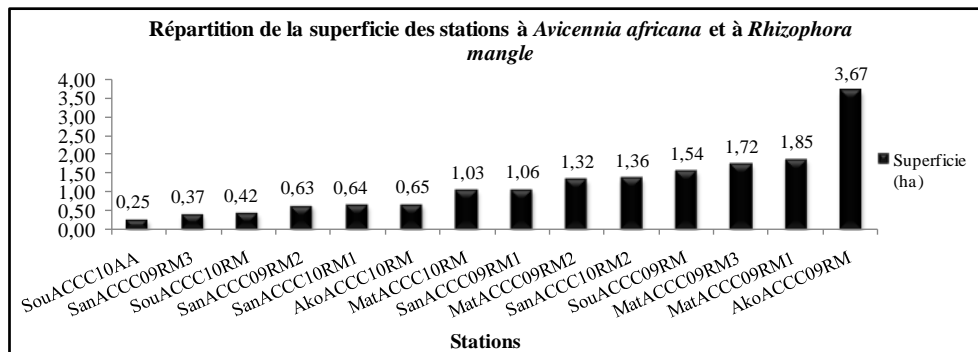


Figure 14 : Stations à *Avicennia africana* et *Rhizophora mangle* du domaine de CATF de l'ACCC

Zones de CATF ACCC	Années d'exécution des CATF	Stations afforestées avec AA et RM
Zone Nord (Matamata)	2009	MatACCC09RM1
	2009	MatACCC09RM2
	2009	MatACCC09RM3
	2010	MatACCC10RM
Zone Centre-nord (Akoulé)	2009	AkoACCC09RM
	2010	AkoACCC10RM
Zone Centre-sud (Sangosango)	2009	SanACCC09RM1
	2009	SanACCC09RM2
	2009	SanACCC09RM3
	2010	SanACCC10RM1
	2010	SanACCC10RM2
Zone Sud (Souhème)	2009	SouACCC09RM
	2010	SouACCC10RM
	2010	SouACCC10AA

Tableau 14 : Zones de CATF des palétuviers

La superficie totale afforestée en palétuviers à Palmarin s'élève à 175.924 m², soit plus de 17 ha (Graphique 29).



Graphique 29

Il apparait que la station la plus étendue en superficie reste celle de la Zone Centre-nord nommée AkoACCC09RM avec plus de 4 ha. La station la moins étendue est celle de la Zone Sud, SouACCC10RM avec un peu moins du quart d'un ha.

4.2.4.3. Inventaire et échantillonnage des individus d'espèces restaurées

Pour sélectionner des individus d'un ensemble à étudier ou pour en connaître l'effectif, on réalise un échantillonnage.

L'inventaire peut procéder par un comptage systématique des individus ou par l'échantillonnage de ceux-ci.

A partir de la détermination de l'échantillon, une extrapolation permet d'estimer la démographie des espèces en présence dans l'espace d'étude. La population totale connue sera convertie en biomasse sèche puis en carbone séquestré.

Les techniques d'inventaire diffèrent cependant d'un auteur à un autre et d'un domaine de recherche à un autre.

Dans son étude à une échelle régionale, *Touré (2002)* propose d'utiliser des placettes de « 1 ha en zone de faible couverture à 1/32 ha en zone soudanienne ». Il installe quatre placettes circulaires aux dimensions inégales pour déterminer la biomasse herbacée.

Moussa (2004) opte pour un échantillonnage aléatoire et simple des arbres dans les systèmes agroforestiers de la localité de Sébikotane. Les échantillons « prélevés indépendamment les uns des autres » offrent une grande probabilité d'intégrer l'ensemble des espèces présentes dans l'espace d'étude. Cette forme d'échantillonnage simple s'applique à un effectif compris entre 1/20 et 1/10 de la population totale selon *Moussa (2004)*.

- **Méthodes d'inventaire utilisées**

Il s'agit de :

- **l'échantillonnage d'inventaire :**

Un échantillonnage aléatoire simple s'est opéré seulement dans la mangrove. Une placette a été disposée dans chaque station-échantillon à *Rhizophora mangle* et à *Avicennia africana*.

Les raisons d'un tel choix tiennent d'abord du fait que l'afforestation des palétuviers, tout comme le reboisement de CE, est homogène. Cela veut dire que la réaffectation des palétuviers a utilisé des individus congénères et appartenant à la même espèce dans chaque station. Ensuite, il est vrai qu'on n'a pas pu disposer des effectifs de palétuviers semés pour en déduire le taux de reprise (T_R). Malgré tout, l'observation montre que les aires réaffectées avec la mangrove présentent presque partout une couverture de la biomasse élevée et régulière. Il y a donc une certaine uniformité de l'afforestation.

Dans ces conditions (homogénéité et uniformité), il s'avère inutile d'utiliser et de multiplier des placettes de grande envergure. Il devient en effet dérisoire de tenter de minimiser les écarts de densité de la restauration des différents endroits de la station-échantillon.

Les placettes choisies sont des figures en forme de carrés de 5 m de côté matérialisés par 4 piquets disposés sur les sommets. Les piquets sont entourés d'un ruban délimitant ainsi une superficie de la placette (S) de 25 m² à l'intérieur de laquelle se trouvent les plantes qui serviront d'échantillon à cette étude. Les individus sont comptés et leur effectif est relevé dans un registre. Cet effectif est dénommé nombre d'individus dans la placette (N).

La superficie de chaque station (S_p) est antérieurement mesurée. Pour connaître le nombre total d'individus (N_p) de palétuviers dans une station-échantillon, il suffit de poser le rapport suivant :

$$Np = \frac{N \times Sp}{S}$$

– **le comptage systématique** :

Il a concerné l'estimation de *Casuarina equisetifolia*. La superficie de ces stations reste très réduite par rapport à celle des palétuviers. Le comptage manuel, individu par individu, était alors une possibilité et a été retenue.

L'inventaire est au cœur de l'ensemble de cette étude car il s'agit de déterminer la masse anhydride de tous les individus puis d'en déduire celle du carbone séquestré. Toutefois, l'estimation des effectifs par échantillonnage dans la mangrove apparaît moins exhaustive que le comptage systématique appliqué dans les stations à *Casuarina equisetifolia*. En effet, l'évaluation du nombre d'individus de palétuviers reste basée finalement sur une extrapolation.

Les données d'inventaire recueillies pour chaque station sont traitées et ont permis de déterminer les paramètres suivants :

– **taux de reprise** :

Il est l'expression du pourcentage des individus en survie (N_s) sur le total de plants restaurés (N_r) au bout de 2ans après l'exécution des CATF :

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

Le T_R est noté en pourcent (%).

– **densité de la restauration (D)** :

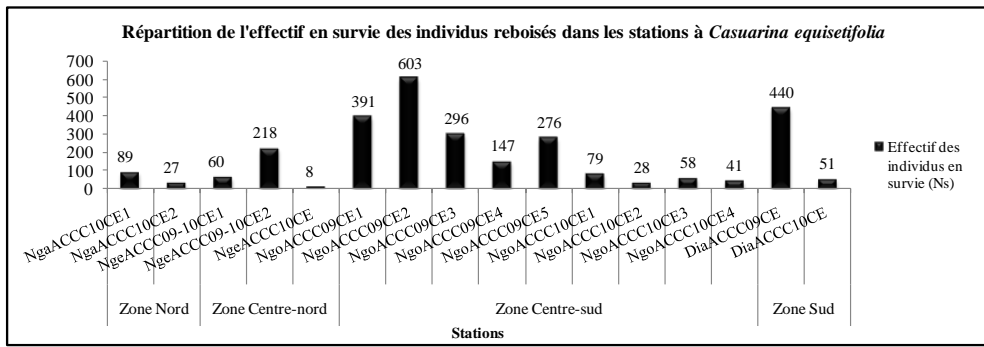
La densité traduit le rapport entre le N_s de la station et la superficie de la station (Sp) en hectare (ha). On va la noter en plante par hectare (plt/ha).

$$D = \frac{N_s}{Sp}$$

Par la densité de la restauration, on peut concrètement mieux apprécier la réussite de la réaffectation à travers l'occupation effective de la surface par la biomasse restaurée.

a. **Inventaire de *Casuarina equisetifolia***

Les données d'inventaire recueillies sur *Casuarina equisetifolia* sont présentées dans le Graphique30 :



Graphique 30

Les résultats obtenus des calculs du T_R et de D ne sont pas cependant donnés par station mais par site (Tableau 15). Il est arrivé en effet que les chiffres sur le nombre de plants reboisés n'aient pas été retenus par station mais par site (village parrain).

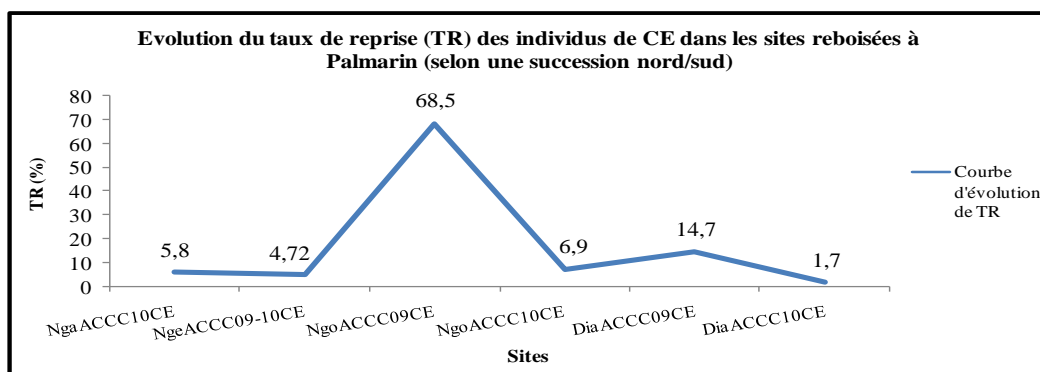
Le classement par année des effectifs de pieds de *Casuarina equisetifolia* destinés au semi des sites des CATF a été établi. Ils sont 19.000 individus de *Casuarina equisetifolia* au total à être plantés par l'ACCC entre 2009 et 2010. Parmi ceux-ci seulement 2.812 ont survécu, soit un T_R général égal à 14,8 %.

Sites de CATF	Sites 2009		Site 2009&2010	Sites 2010		
Sites de reboisement	DiaACCC09CE	NgoACCC09CE	NgeACCC09&10CE	DiaACCC10CE	NgaACCC10CE	NgoACCC10CE
Nombre d'individus reboisés	3.000	2.500	5.500	3.000	2.000	3.000
Total	5.500		5.500	8.000		

Tableau 15

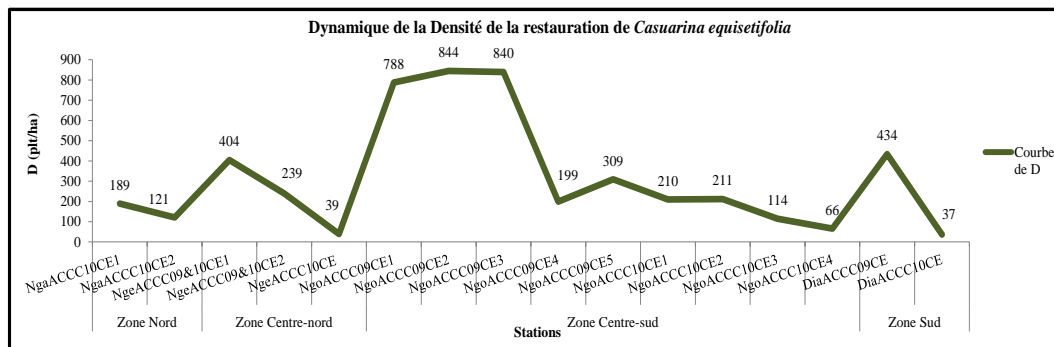
Dans le Graphique 31, on dénote des T_R inégalés au site 2009 de la Zone Centre-sud (NgoACCC09 : 68,5 %) et dans la station de la Zone Sud de la même année (DiaACCC09 : 14,7 %).

A la Zone Centre-sud, les parcelles reboisées sont d'anciens champs agricoles. Elles sont ensuite devenues des aires de pâturage pour le bétail avant d'être soumises au reboisement. Les détritiques de plantes agricoles, les déjections d'animaux accumulés pendant des années ont servi d'engrais aux *Casuarina* dont la plupart ont pu ainsi se maintenir en vie.



Graphique 31

Lors des nombreuses visites sur les stations de la Zone Sud, il a été observé des vaches en train de brouter dans les aires reboisées. Les bovins n'auraient pas encore perdu le réflexe vital de se rendre dans leur ex-zone de pâture.



Graphique 32

A ce niveau de l'analyse des stations à *Casuarina*, il apparaît que les valeurs de densité les plus élevées s'observent dans les stations reboisées en 2009 : DiaACCC09CE (Zone sud ; 434 plt/ha), NgoACCC09CE1 (Zone Centre-sud ; 788 plt/ha), NgoACCC09CE3 (Zone Centre-sud ; 840 plt/ha), NgoACCC09CE2 (Zone Centre-sud ; 844 plt/ha). Celles-ci ont toutes bénéficié de clôture en fil barbelé. Parmi ces stations, il est dénombré 1 de la Zone Sud et 3 de la Zone Centre-sud.

Cette tendance de D confirme l'évolution du T_R . Les anciennes surfaces de culture ou de pâture ont contribué à doper la croissance et la survie des jeunes plants par le transfert de nutriments conservés de longue date dans leur sol.

La densité la plus faible est portée par 6 stations de 2010. Dans ce groupe, il y a, par ordre croissant des valeurs, DiaACCC10CE (36,6 plt/ha), NgeACCC10CE (38,8 plt/ha), NgoACCC10CE4 (66,1 plt/ha), NgoACCC10CE3 (114 plt/ha), NgaACCC10CE2 (121 plt/ha), NgaACCC10CE1 (189 plt/ha).

Il faut d'abord souligner qu'aucune station reboisée sur le littoral de Palmarin n'échappe à l'assaut des raz-de-marée et des houles qui ont considérablement réduit la biomasse plantée. Cette situation était particulièrement réelle auparavant à la Zone Nord où les aires de CATF de 2010 ont été finalement installées sur un espace plus en retrait de la plage. Les individus ont été également chacun protégé par une cornière en fer pour prévenir la prédation des animaux. Ces conditions expliquent l'amélioration du T_R et de D à la Zone Nord (NgaACCC10CE2 : 121 plt/ha ; NgaACCC10CE1 : 189 plt/ha) par rapport au reste des stations de 2010.

Les faibles valeurs de densité de la restauration rencontrées à la Zone Centre-sud (NgoACCC10CE4 : 66,1 plt/ha ; NgoACCC10CE3 : 114 plt/ha) révèlent l'absence jusqu'en 2011 de clôtures pouvant permettre la protection des jeunes plants contre les agressions externes.

Il en est de même pour la Zone Sud et la Zone Centre-nord. En plus de l'absence de clôture, de l'action des houles et des raz-de-marée, la station de la Zone Sud (DiaACCC10CE : 36,6 plt/ha) se situe entre le

littoral et la lagune salée qui lui est contiguë sur le revers du plateau continental. Cela pourrait exposer à une très forte salinité le sol de la station qui ne laisserait pas une grande chance de survie aux jeunes *Casuarina equisetifolia*.

La survie des plants reboisés dépend donc des conditions pédologiques, météorologiques et environnementales des stations où ils sont semés.

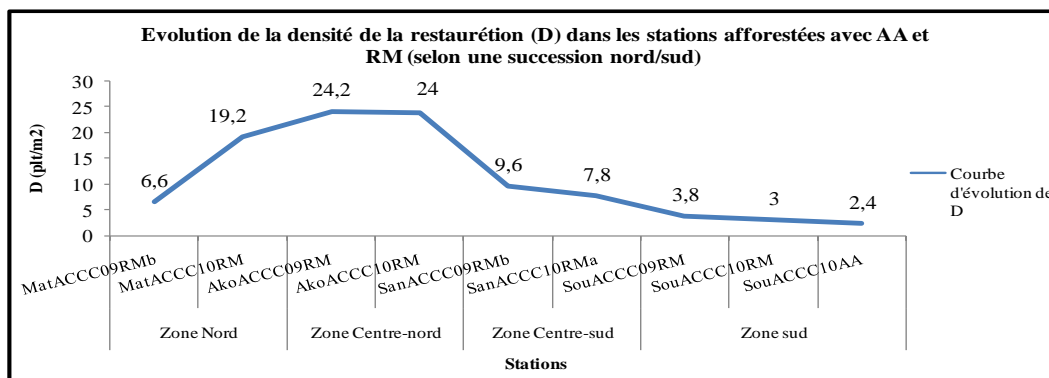
Dans le cas précis des *Casuarina* de Palmarin, ces plantes relativement halophiles font face à deux problèmes majeurs : l'hypersalinité (à cause de l'action marine) ; la présence et/ou la prédation du bétail. La perte de biomasse par les stations 2010 demeure accentuée par l'absence de clôtures qui commenceront à être posées en 2011.

b. Inventaire des palétuviers

Dans la mangrove, on peut, par observation, apprécier la densité très élevée de la restauration. L'échantillonnage des palétuviers a porté sur 10 stations parmi les 14 au total. Ces parcelles échantillonnées sont : AkoACCC09RM, AkoACCC10RM, MatACCC09RM2, MatACCC10RM, SanACCC09RM2, SanACCC10RM1, SouACCC09RM, SouACCC10AA et SouACCC10RM.

L'échantillonnage d'inventaire des palétuviers a permis de déterminer le nombre de pieds ayant survécu dans les stations-échantillons (D). La moyenne de ce nombre sera utilisée pour connaître par extrapolation l'effectif total des palétuviers afforestés de 2009 à 2010 par l'ACCC.

Le *Graphique 33* contient les valeurs de D moyenne de chacune des 9 stations-échantillons :



Graphique 33

On remarque à la lecture de ce graphique que les valeurs de densité les plus faibles sont portées par le site de la Zone Sud (SouACCC09RM : 3,8 (pl/m²) ; SouACCC10RM : 3 pl/m²) et plus particulièrement dans la station à *Avicennia* (SouACCC10AA : 2,4 pl/m²).

Les valeurs moyennes de densité de la restauration s'observent dans les sites de la Zone Centre-sud (SanACCC10RM1 : 7,8 pl/m² ; SanACCC09RM2 : 9,6 pl/m²) et de la Zone Nord (MatACCC09RM2 : 6,6 pl/m²) avec une exception faite de la station de MatACCC10RM (19,2 pl/m²).

Les stations qui détiennent les densités de l'afforestation les plus fortes appartiennent au site de la Zone Centre-nord. Les valeurs maximales sont atteintes à AkoACCC09RM (24,2 plt/m²) suivie d'AkoACCC10RM (24 plt/m²).

L'explication à la différence de la densité entre les stations de palétuviers pourrait se trouver dans l'exécution de la réaffectation qui s'est faite de manière à laisser un intervalle réduit entre les plants dans les stations à densité élevée. Une autre justification peut tenir du piétinement fatal aux plants dû au passage dans les terrains afforestés des personnes (cueilleurs d'huîtres) des animaux (hyènes et autres). Ainsi, l'afforestation paraît plus intense à la Zone Centre-nord qu'à la Zone Centre-sud et dans la Zone Nord plus qu'à la Zone Sud.

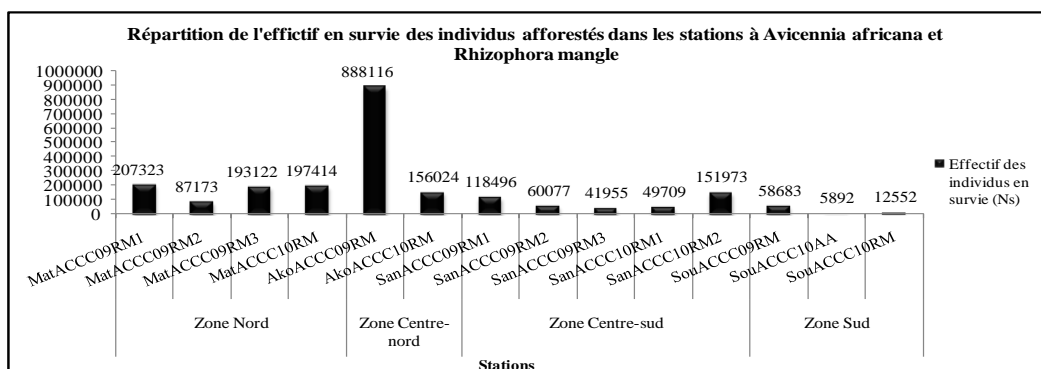
C'est à l'aide des valeurs de densité qu'il a été calculé les effectifs sur pied dans toutes les stations échantillonnées. Le nombre total de plants trouvés dans toutes les stations est donné dans le Graphique 34.

Le nombre de pied par hectare obtenu par échantillonnage a été multiplié par la superficie de chaque station pour obtenir l'effectif des plants.

Avec le nombre de plants, on assiste à une recomposition de l'ordre de grandeur des stations afforestées. De cette façon, SanACCC10RM1 qui était à la cinquième position dans un ordre croissant des densités, revient à la troisième place des stations échantillonnées à l'effectif le plus important (Graphique 34). De même, MatACCC09RM2, quatrième rang dans le classement des densités, monte à la 6^{me} place pour les effectifs.

Il paraît alors clair que si la densité est un moyen d'appréciation de l'occupation du sol par la biomasse, l'effectif des individus reste déterminant dans l'évaluation de la biomasse restaurée afin de pouvoir estimer le carbone séquestré.

La moyenne de densité des stations échantillonnées a servi de facteur commun aux valeurs de superficie des stations non échantillonnées pour déterminer l'effectif d'individus de ces dernières (Graphique 34).



Graphique34

L'effectif total des plants en survie restaurés par l'ACCC entre 2009 et 2010 se chiffre à 2.228.509. Pour l'année 2009, ils sont 1.654.945 de plants de l'espèce *Rhizophora mangle*. En 2010 573.565 jeunes palétuviers (AA plus RM) sont semés.

L'estimation des effectifs d'individus constitue la première étape vers l'objectif principal consistant à déterminer la quantité de carbone séquestrée par les plantes restaurées.

Des valeurs de biomasse humide des échantillons et de la détermination de la biomasse sèche de celles-ci, il a été procédé au calcul de la masse anhydride issue de la réaffectation à Palmarin.

4.2.4.4. Méthode de collecte et résultats des données allométriques

L'échantillonnage apparaît souvent comme un moyen de limiter les efforts de recherche à une étude expérimentale dont les résultats seront utilisés pour évaluer l'ensemble du phénomène concerné. Les placettes réalisées dans les stations-échantillons à palétuviers ont servi à cette fin dans l'inventaire des individus. Par contre, en ce qui concerne les stations à *Casuarina*, l'estimation des effectifs s'est faite au comptage manuel.

Cependant, l'échantillonnage pour les besoins d'analyses expérimentales (laboratoire) a conduit à appliquer des méthodologies différentes adaptées aux palétuviers ou aux *Casuarina* et selon leur âge, conformément aux recommandations de *Mbow (2009)*. Ces pratiques visent à connaître des paramètres allométriques nécessaires à la détermination de la biomasse des formations végétales.

Telle que décrite par Lehtonen en 2005, « l'allométrie d'un arbre comme ses dimensions structurales se définit par différentes mesures et leurs relations avec la masse ou le volume des individus » (*Mbow, 2009*). Il s'agit donc de l'ensemble des mesures des plantes et des relations mathématiques posées entre leurs paramètres de dimension, de masse ou de volume.

L'allométrie requiert au préalable un recueil de données et la définition d'une méthode s'impose.

D'après la méthode *Rondeux (1993)*, les différentes étapes à suivre dans la détermination de la biomasse ligneuse sont (*Mbow, 2009*) :

- a) prendre diverses mesures (diamètre à 1,3 m, hauteur de l'individu, diamètre du houppier) ;
- b) abattre l'arbre et procéder à son débitage par catégorie de diamètres ;
- c) séparer les diverses composantes (tronc, branches, ramilles, feuilles, etc.) ;
- d) récolter les données relatives aux dimensions (longueurs, diamètres, etc.) ;
- e) peser les composantes vertes (avant séchage) ;
- f) prendre des échantillons (disques sur le bois de tige et de branche, sur les feuilles) ;
- g) peser les échantillons verts ;
- h) sécher ces échantillons à l'étuve jusqu'à avoir un poids constant ;

Pour les troncs et grosses branches

i) peser la masse à l'état humide sur le terrain après avoir tronçonné la tige en tenant compte des critères de grosseur ;

j) prélever et peser un échantillon sur place ;

k) peser cet échantillon après séchage.

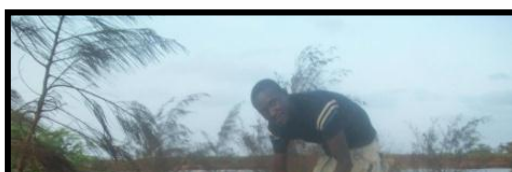
Les données de mensuration sont directement prises sur les individus par un rouleau métrique.



1.2.2. Débitages
des plantes



b) Séparation des
différentes composantes
des plantes



c) Pesages des
composantes des
plantes

Figure 15 : Les trois étapes de la méthode de destruction

- **Méthodologie de collecte des échantillons**

Selon Mbow (2009), le choix des plantes doit se faire « en tenant compte des espèces dominantes et de la présence d'individus de gros diamètres ».

Cette donnée était applicable dans les stations 2009 de *Casuarina equisetifolia*. On retrouve en effet ces stations dans les sites de la Zone Sud et de la Zone Centre-sud. Pour rappel, ces surfaces constituaient auparavant des pâtures et des champs agricoles, donc riches en matière minérale qui dopent la croissance des plantes. En plus, les individus de ces stations ont cumulé 2 ans d'existence aujourd'hui. De ce fait, par endroit, il y a des plants avec des aspects d'un arbre (jusqu'à plus de 5 m d'altitude). Le traitement réservé aux arbustes ou petites plantes est précisé dans le point 3 des étapes de la technique de collecte des échantillons de Mbow (2009) que voici :

1. sélectionner l'individu (parmi les espèces dominantes) ;
2. échantillonner 30 individus avec différentes classes de diamètres, mais avec un biais pour les gros diamètres (qui vont dominer la biomasse) et pour les espèces dominantes de la zone (cf. inventaires antérieurs) ;
3. mesurer le DBH (diamètre à 1,3 m) et la hauteur des individus ; pour les individus dont le diamètre est inférieur à 5 cm, la démarche suivante sera adoptée :
 - a. couper l'individu à la base,
 - b. séparer les tiges et les rameaux foliaires,
 - c. mesurer le poids de chaque composante,
 - d. prélever une partie sur les tiges et une autre sur les feuilles qui servira d'échantillon
 - e. sécher l'échantillon et calculer la masse sèche, (poids total multiplié par taux d'humidité)
4. récolter les arbres à la base du tronc

5. couper l'arbre en morceaux pour mesurer la masse à l'état frais ;

6. si la découpe de gros troncs d'arbres est fastidieuse, estimer le volume en mesurant le diamètre sur les extrémités et sa longueur. On évite cette alternative pour ne pas subir les biais des mesures liés sa mise en œuvre.

$volume = \frac{\pi R_1^2 + \pi R_2^2}{2 \times L}$ R1 et R2 (Diamètre moyen/2) sont les rayons des extrêmes et L la longueur du tronc, figure 18.

7. Calculer l'équation allométrique par les relations entre la biomasse de l'arbre et le DBH seulement ou en la combinant à la hauteur

Pour ce qui est des *Casuarina* de 2010 et de 2009&2010 (Zone de CATF Centre-nord) ainsi que la mangrove, tout âge confondu, on a procédé autrement. Vue la petitesse de ces plantes (moins de 1 m) dont les ramifications ne sont pas encore distinctes, on a dû concéder des changements dans l'application de la méthode de collecte. Ces modifications sont introduites dans le but de conserver l'intégralité de la masse par pied des arbustes. Les résultats en seront davantage plus probants.

Les plants n'ont finalement pas été coupés à la base en se séparant de leurs racines mais en s'arrachant avec ces dernières. En outre, on n'a pas isolé les composantes de l'arbuste (feuilles, ramilles, tige) comme le prévoit la méthodologie. Les prises de mesure et la pesée ont été effectuées dans l'entièreté des individus.

La deuxième question traitée – mis à part les procédés de collecte des échantillons – dans cet exposé de la méthodologie est celle des paramètres de biomasse. Il s'agit en effet de la typologie de la matière qui a été déjà traitée plus haut (p 86).

C'est la masse par individu-échantillon qui sera multipliée par l'effectif de la station pour faire connaître la biomasse partielle des stations-échantillons. La moyenne de cette dernière sera utilisée pour déduire les biomasses totale et globale.

$M_P = M_{I(\text{Individu-échantillon})} \times N$; dans cette relation N est l'effectif des individus dans la station.

- **Mensuration et estimation de la biomasse humide**

Pour obtenir 30 individus échantillonnés, il faut prélever 3 plantes de chacune des 10 stations sélectionnées autant chez les palétuviers que chez *Casuarina equisetifolia*.

Cette procédure a été respectée avec *Casuarina*. Par contre, des 10 stations choisies au départ dans le groupe des palétuviers, une sera finalement exclue : SanUICN99&00RM2. Les raisons d'une telle option sont expliquées (grande envergure et inextricabilité des plantes) dans les paragraphes précédents. En définitive, il y aura 9 stations de palétuviers échantillonnées ; ce qui correspond à 27 plantes au lieu de 30.

Les prises de mesure des échantillons serviront à extrapoler sur la biomasse totale restaurées.

a. Résultats de la mensuration

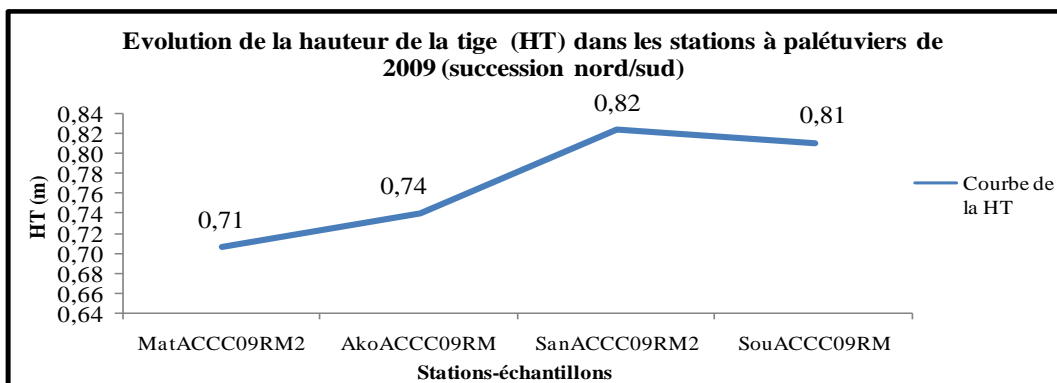
Plus que la pesée, la mensuration paraît un procédé simple dont les valeurs sont également faciles à traiter. Toutefois, l'approche dans la mensuration diffère selon qu'il s'agisse des petits individus (*CE* de 2010, *AA* et *RM* de 2009 et 2010) ou de grandes plantes (*CE* de 2009). Les petites plantes seront appelées arbustes et les grandes seront nommées arbres.

a.1 Mensuration des arbustes

Une seule composante sera dimensionnée ici : la tige. Le paramètre mesuré sur chacun des 3 individus est la hauteur de la tige (HT). Elle est donnée en mètre (m). La moyenne des 3 valeurs de HT représente la donnée de la station.

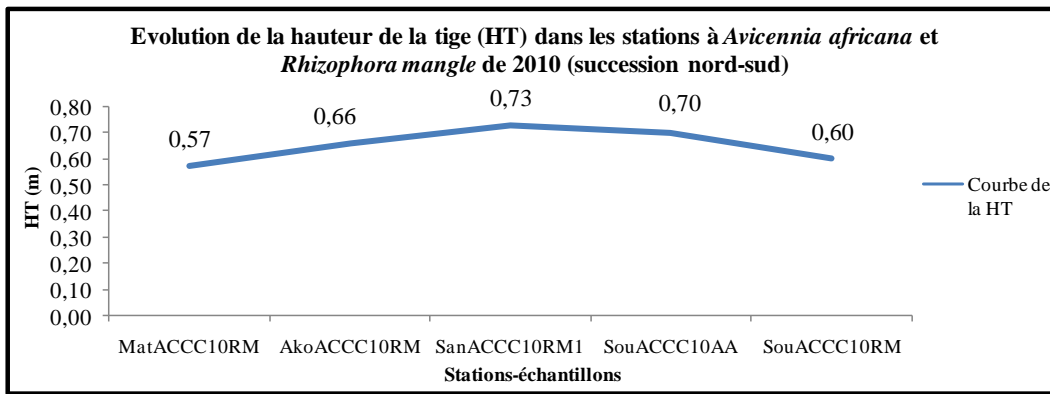
- les palétuviers de 2009 sont représentés par les stations suivantes : AkoACCC09RM, MatACCC09RM2, SanACCC09RM2 et SouACCC09RM.

On constate que les valeurs les plus élevées de la HT figurent dans la station de la Zone de CATF du Centre-sud (SanACCC09RM2 : 0,82 m) et du Sud (SouACCC09RM : 0,81 m). Les valeurs inférieures restent associées aux stations des Zones de CATF du Nord et du Centre-nord, soit respectivement MatACCC09RM2 (0,71 m) et AkoACCC09RM (0,74 m) (Graphique 35).



Graphique 35

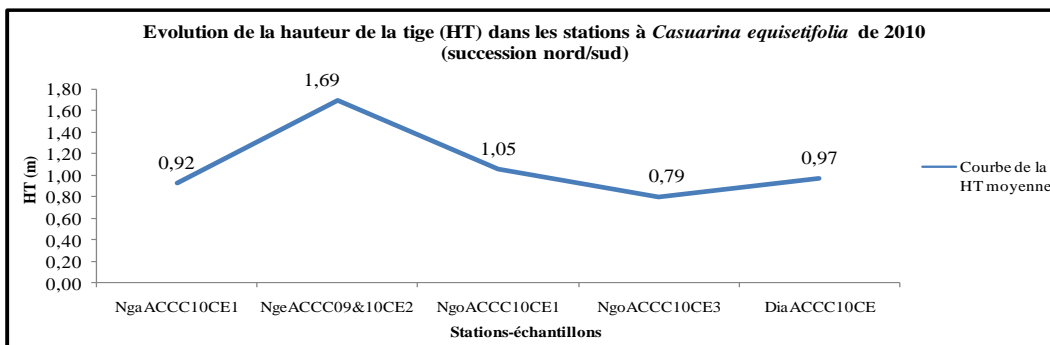
- les palétuviers de 2010 ont été échantillonnés à travers les stations suivantes : AkoACCC10RM (Zone Centre-nord ; 0,66 m), MatACCC10RM (Zone Nord ; 0,57 m), SanACCC10RM1 (Zone Centre-sud ; 0,73 m), SouACCC10AA (Zone Sud ; 0,77 m) et SouACCC10RM (Zone Sud ; 0,60 m). Ici encore, les aires à la HT la plus importante restent celles du Sud (Zone Centre-sud et Zone Sud) (Graphique 36).



Graphique 36

- *Casuarina equisetifolia* de 2010 provient des stations de DiaACCC10CE (Zone Sud ; 0,97 m), NgaACCC10CE1 (Zone Nord ; 0,92 m), NgeACCC09&10CE2 (Zone Centre-nord ; 1,69 m), NgoACCC10CE1 (Zone Centre-sud ; 1,05 m) et NgoACCC10CE3 (Zone Centre-sud ; 0,79 m).

La hauteur moyenne la plus considérable est issue de la Zone Centre-nord (NgeACCC09&10CE2). La Zone de Centre-sud (NgoACCC10CE1) lui succède.



Graphique 37

L'analyse des stations à palétuviers de 2009 et de 2010 montre une prédominance de la HT des plantes dans les sites sud du Domaine de l'ACCC, c'est-à-dire les Zones de CATF Centre-sud (Ngounoumane) et Sud (Diakhanor).

Le constat a été antérieurement fait d'une vase plus profonde dans les stations du Nord (Zone Nord et Zone Centre-nord) que dans les Zones de CATF à composante Sud (Zone Centre-sud et Zone Sud). Salem (1994, p.52) fait savoir à ce propos que dans certaines stations des Rivières du Sud, il se produit « un envasement qui empêche le *Rhizophora* de croître normalement ».

On trouve alors une possible explication à la prééminence de la hauteur des palétuviers de la Zone Sud dans la difficulté de croissance des palétuviers du Nord due à un envasement de la mangrove.

Quant aux *Casuarina* de 2010, ils sont plus hauts dans les zones du centre (Centre-sud et Centre-nord). La valeur élevée de la hauteur à la Zone Centre-sud peut se comprendre par le passé agricole et pastoral des stations.

Par contre, à la Zone Centre-nord la forte croissance des filaos peut être liée à l'apport du contingent des plants de 2009 qui a précédé la phase de CATF dite de « renforcement » en 2010.

a.2 Mensuration des arbres

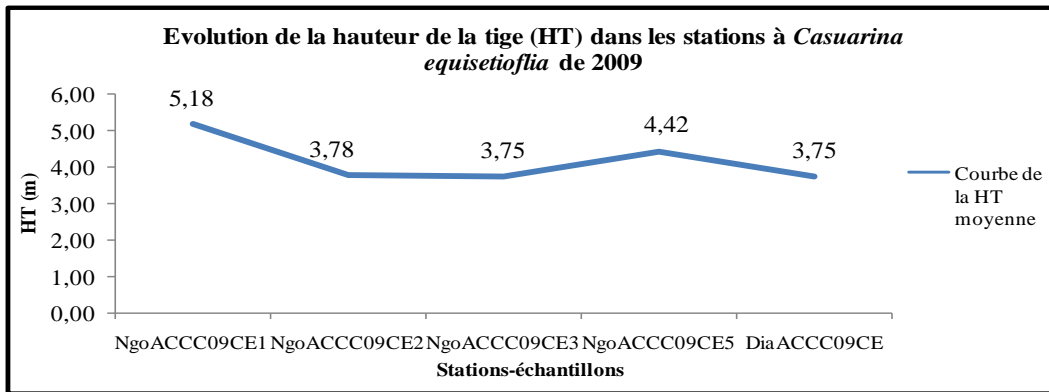
Pour les échantillons de ce groupe de plantes, les mesures ont été faites sur les paramètres suivants :

- HT : hauteur de la tige (m) est prise de 3 individus-échantillons.

C'est la moyenne des 3 nombres qui est présentée pour chaque station dans le Graphique 38.

Les stations ont été échantillonnées dans la Zone Centre-sud : NgoACCC09CE1 (5,18 m), NgoACCC09CE2 (3,78 m), NgoACCC09CE3 (3,75 m), NgoACCC09CE5 (4,42 m) ; et de la Zone Sud : DiaACCC09CE (3,75 m).

La HT plus faible est notée à NgoACCC09CE3 (3,75 m) et la plus élevée se trouve à NgoACCC09CE1 (5,18 m).



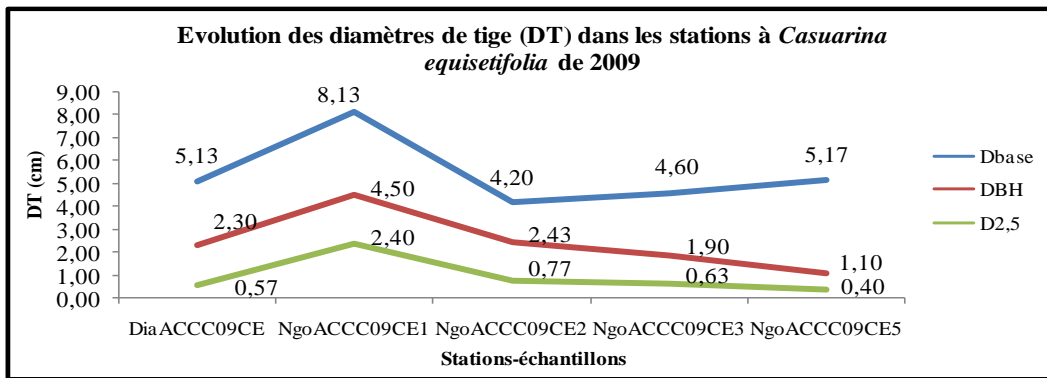
Graphique 38

- DT : diamètre de la tige (cm) est mesurée à plusieurs niveaux de la tige :

1. le diamètre à la base de la tige (D_{base})
2. le DBH (à 1,3 m)
3. le diamètre à la hauteur de 2,5 m ($D_{2,5}$) de la tige (afin d'avoir

une meilleure idée de la grandeur de la plante) ;

Les courbes de diamètre des stations à *Casuarina* de 2009 évoluent d'abord de manière corollaire, en montant de DiaACCC09CE au maximum de NgoACCC09CE1 puis descendent jusqu'à NgoACCC09CE2. A partir de là, la courbe des D_{base} recommence sa montée pour finir à NgoACCC09CE5 tout comme celles du DBH et du $D_{2,5}$. Par contre, ces dernières terminent leur profil par une baisse (Graphique 39).



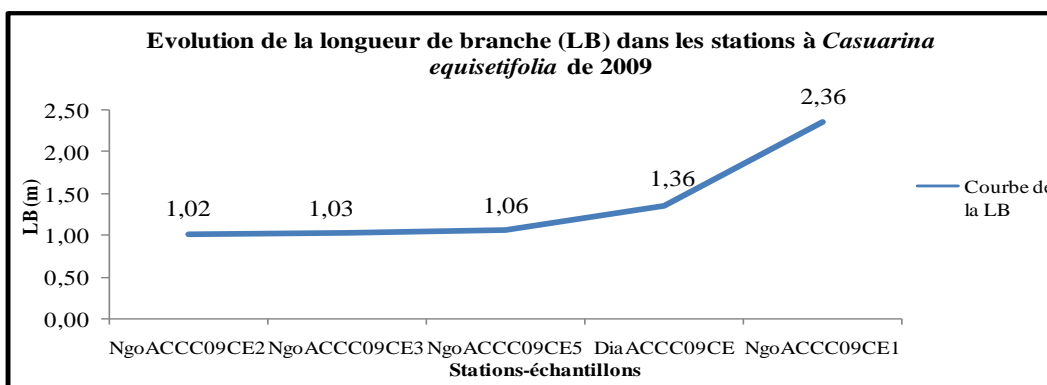
Graphique 39

De DiaACCC09CE à NgoACCC09CE2, il apparaît une relative proportionnalité entre le D_{base} et le DBH et entre celui-ci et le $D_{2,5}$. Cela témoigne d'une forme en cône quelque peu régulier de la tige parmi les individus dominants : DiaACCC09CE ($D_{base} = 5,13$ cm ; DBH = 2,30 cm ; $D_{2,5} = 0,57$ cm), NgoACCC09CE1 ($D_{base} = 8,13$ cm ; DBH = 4,50 cm ; $D_{2,5} = 2,40$ cm), NgoACCC09CE2 ($D_{base} = 4,20$ cm ; DBH = 2,43 cm ; $D_{2,5} = 0,77$ cm). En d'autres termes, une bonne croissance des plantes soutiendrait un développement plus long de sa partie effilée vers le sommet, de sorte que celle-ci ne présente pas un diamètre trop réduit par rapport à la partie basse de la tige.

Au contraire, à NgoACCC09CE3 ($D_{base} = 4,60$ cm ; DBH = 1,90 cm ; $D_{2,5} = 0,63$ cm) et à NgoACCC09CE5 ($D_{base} = 5,17$ cm ; DBH = 1,10 cm ; $D_{2,5} = 0,40$ cm) se révèle une grande disproportion entre le D_{base} et le DBH et entre le DBH et le $D_{2,5}$. On remarque cependant à NgoACCC09CE5 une valeur élevée du D_{base} (7,17 cm).

- LB : longueur de la branche (m) est prise de trois ramilles de chaque individu-échantillon. La LB constitue également un signe de croissance.

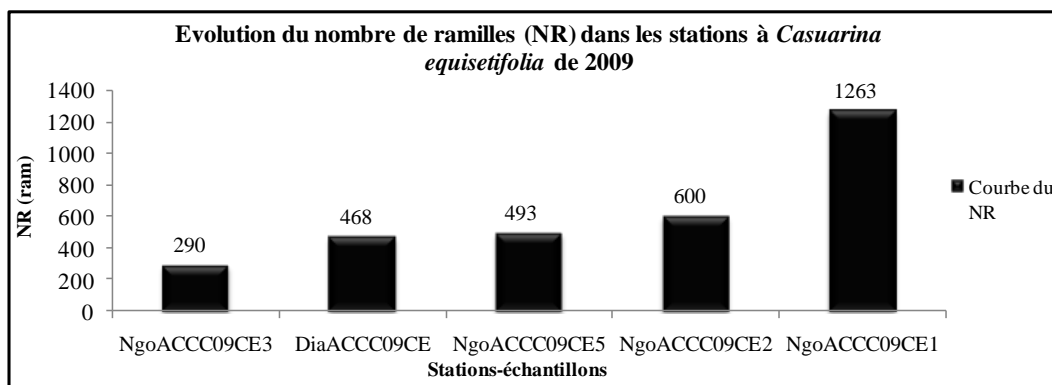
On retrouve sur le Graphique 40 une courbe ascendante avec des valeurs minimales au niveau des stations de NgoACCC09CE2 (1,02 m), NgoACCC09CE3 (1,03 m) et de NgoACCC09CE5 (1,06 m). Les longueurs les plus considérables sont atteintes à DiaACCC09CE (1,36 m) et à NgoACCC09CE1 (2,36 m).



Graphique 40

- NR : nombre de ramilles (ram) d'ordre 1 et 2 de la plante. Le décompte s'est fait de façon manuelle, branche par branche. Les valeurs obtenues s'affichent dans le Graphique 41. La barre des 500 ram n'est toutefois pas franchie à NgoACCC09CE3 (290 ram), à DiaACCC09CE (468 ram), à NgoACCC09CE5 (493 ram).

C'est à NgoACCC09CE2 (600 ram) et à NgoACCC09CE1 (1.263 ram) que l'effectif le plus grand est noté.



Graphique 41

Au terme de cette analyse des résultats de la mensuration en sortent deux conclusions majeures :

1. Concernant les données de HT recueillies, les stations à composantes sud (Zones Centre-sud et Sud) détiennent le record des valeurs ; ce qui paraît normale car les plantes de ces aires ont atteint leur deuxième année d'existence.

2. L'ensemble des stations à *Casuarina* de 2009 ont été installées dans les zones Centre-sud (Ngounoumane) et Sud (Diakhanor). Les résultats les plus importants sur tous les paramètres (HT, DT, LB et NR) ont été obtenus dans cette partie de la Zone de CATF de l'ACCC. Plus précisément, la station NgoACCC09CE1 occupe la première place dans le classement de toutes les valeurs de paramètre. Elle est relativement suivie de DiaACCC09CE. La croissance des plantes dans ces endroits a été accélérée par une terre fertile.

Le sud du Domaine des CATF de l'ACCC semble alors plus rentable que le Nord de la réaffectation menée autant avec les palétuviers qu'avec les *Casuarina* pour 2009 comme pour 2010. Les résultats livrés par le traitement des données de biomasse ne devraient pas montrer le contraire.

b. Résultats du traitement des données de biomasse humide

L'extrapolation sur la biomasse nécessite un échantillonnage préalable. Cependant, si les critères de sélection des individus restent les mêmes, les méthodes d'échantillonnage vont changer selon l'espèce et l'âge de celle-ci. La technique de collecte spécifique pour chaque cas est précisée plus haut (p. 100).

b.1 Biomasse humide de *Casuarina equisetifolia*

Elle sera différemment évaluée. L'approche varie selon qu'on traite avec la génération de 2009 ou celle de 2010.

b.1.1 Biomasse de *Casuarina* 2009

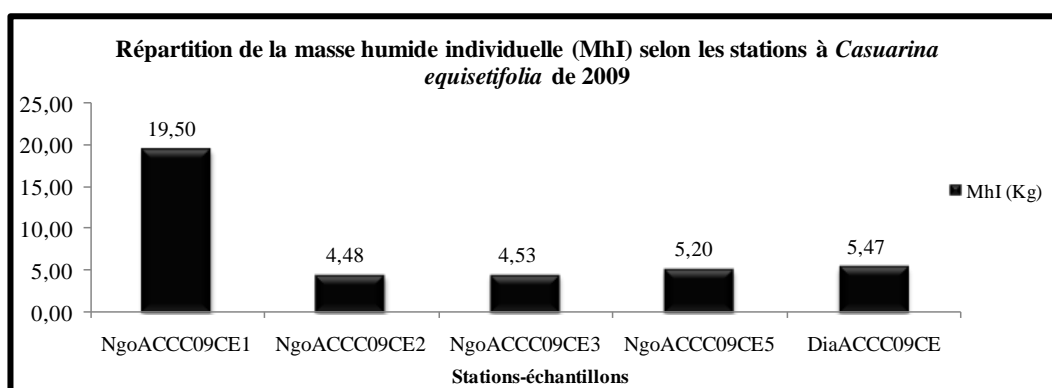
In situ, 3 individus sont abattus avec le coupe-coupe au ras du tronc. On sépare ensuite les différentes composantes des plantes qu'on met ensemble : feuilles, branches, tige (ou tronc).

Chaque composante est pesée à la balance afin de connaître la biomasse pour les 3 arbres. Les données obtenues sont les suivantes :

Répartition de la masse humide (Mh) des composantes d'individus-échantillons selon les stations à <i>Casuarina equisetifolia</i> de 2009							
CRITERES DES DONNEES			DiaACCC09CE	NgoACCC09CE1	NgoACCC09CE2	NgoACCC09CE3	NgoACCC09CE5
Biomasse humide moyenne par individu d'échantillon (Kg)	Composantes	feuilles	1,20	4,53	0,95	0,90	1,07
		ramilles	1,67	7,40	1,17	1,23	2,30
		troncs	2,60	7,53	2,37	2,40	1,83

Tableau 16

La somme de la masse (des composantes) obtenue dans chaque station est divisée par 3 ; ce qui correspond à la biomasse moyenne par individu. Les résultats des valeurs moyennes de Mh_I se retrouvent dans le Graphique 42.

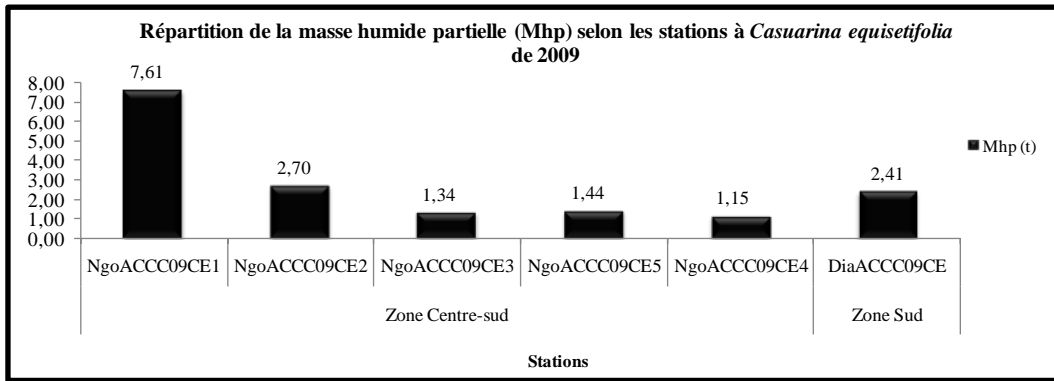


Graphique 42

Les stations de DiaACCC09CE et de NgoACCC09CE1, comme pour les hauteurs, occupent les premières positions dans le classement de la biomasse par individu (Graphique 43).

La valeur moyenne de la Mh_I est de 7,83 Kg.

Le Graphique 43 expose la biomasse partielle humide pour les différentes stations.

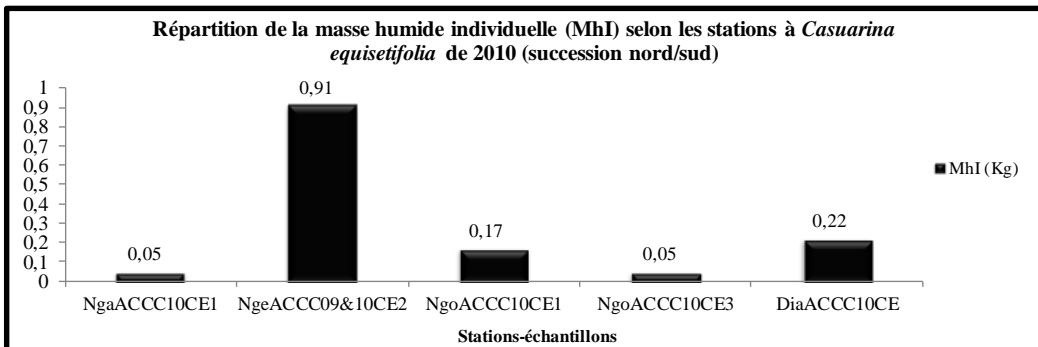


Graphique 43

La somme des Mhp ; c'est-à-dire la Mht des stations à *Casuarina equisetifolia* reboisées en 2009 culmine à 16,6 t.

b.1.2 Biomasse de *Casuarina* 2010

Le même procédé de sélection de la biomasse de 2009 (3 individus parmi les mieux développés) a été appliqué avec, cependant, une modification dans le traitement des échantillons de *Casuarina* 2010. Ces derniers ont été arrachés et non coupés. Ils n'ont également pas été débités mais pesés dans leur intégralité. Les données de Mh_I issues de l'opération sont les suivantes :



Graphique 44

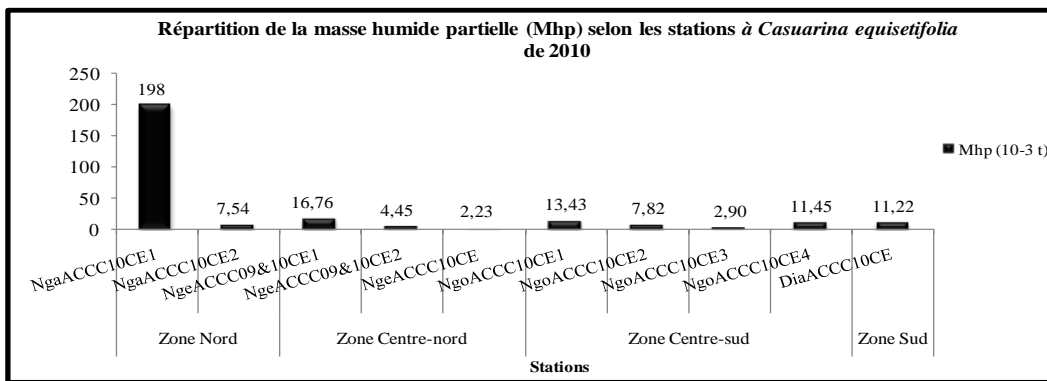
Les stations dominantes vont changer de code pour les valeurs de cette catégorie de plantes. DiaACCC10CE (Zone Sud ; 0,22 Kg) et NgeACCC09&10CE2 (Zone Centre-nord ; 0,91 Kg) portent la masse la plus importante par individu.

Le terrain de DiaACCC10CE correspond en effet à une petite dépression sur le revers du plateau continental. Les plants de *Casuarina* poussent sur un sol humide presque toute l'année. Ceci pourrait expliquer le niveau élevé de la biomasse.

A NgeACCC09&10CE2, l'importance de la biomasse serait liée aux individus de 2009 qui auraient stocké une plus grande biomasse que les plants de 2010.

De manière globale, la Mh_I moyenne du site de CE de 2010 atteint 0,279 Kg.

Les valeurs de Mhp de toutes les stations à *Casuarina equisetifolia* de 2010 sont données (Graphique 45).



Graphique 45

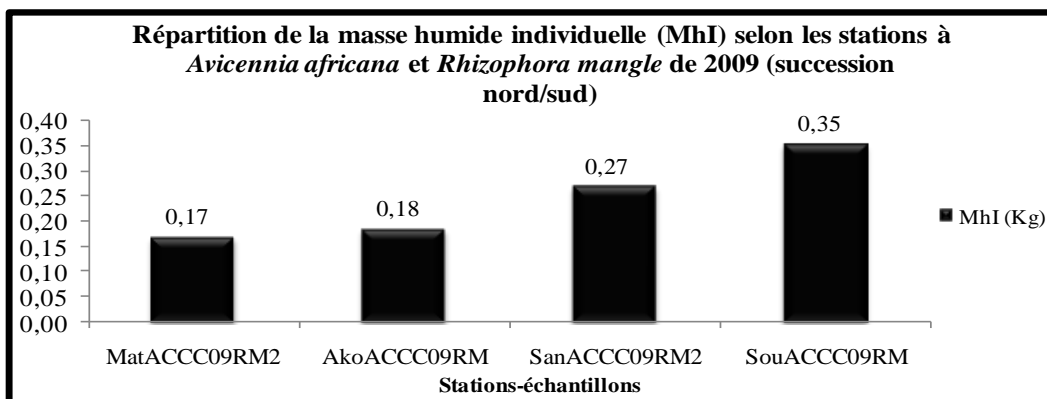
La Mht (la somme des Mhp) provenant de *Casuarina equisetifolia* de 2010 s'élève à 0,275 t.

b.2 Biomasse humide des palétuviers

La méthode de collecte des échantillons (à l'arrachée et sans débitage) utilisée reste la même que celle qui a servi à révéler la Mhp des stations 2010 des *Casuarina*. La Mh_I est multipliée par l'effectif (N) de chaque station-échantillon pour déduire la Mhp.

b.2.1 Biomasse des palétuviers 2009

L'exploitation des données d'échantillonnage a fourni la répartition de la masse individuelle (Mh_I) suivante (Graphique 46) :

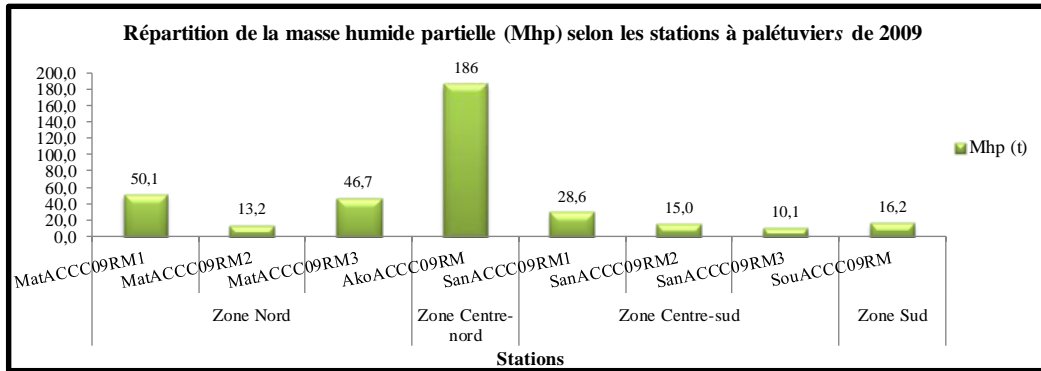


Graphique 46

L'observation du Graphique 47 montre que la Mh_I atteint ses valeurs maximales à SanACCC09RM2 (0,27 Kg) et à SouACCC09RM (0,35 Kg). Ce sont des stations des Zones de CATF à composante sud ; ce qui confirme les observations avancées dans les paragraphes antérieurs : les valeurs de paramètres individuels, – la longueur et maintenant la biomasse, – restent plus élevées dans les stations du sud que dans les zones nord.

D'emblée, les Mhp vont dépendre non seulement de la Mh_I mais également de N et de S, la superficie de la station. La variation des 2 derniers facteurs explique l'absence de colinéarité entre l'évolution des

courbes de Mh_I et celle des histogrammes de Mhp dans les stations. Les résultats de Mhp trouvés dans les calculs sont présentés ainsi (Graphique 47).

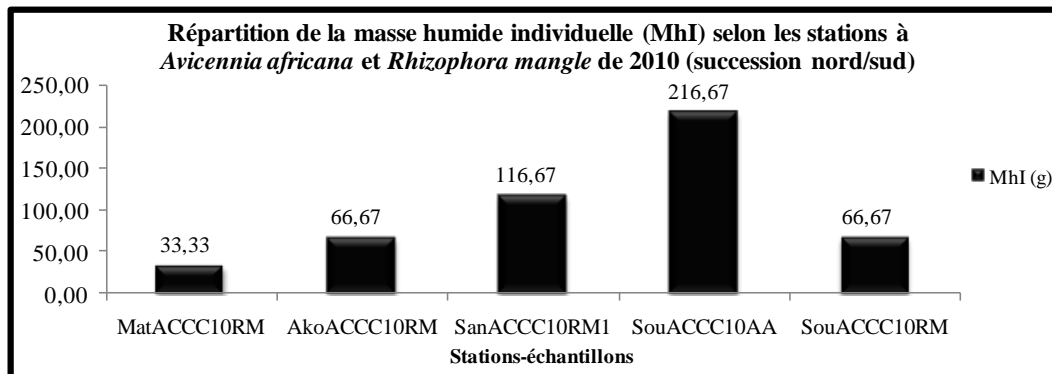


Graphique 48

Les trois plus grandes Mhp se rencontrent à AkoACCC09RM (Zone Centre-nord ; 186 t), à MatACCC09RM1 (Zone Nord ; 50,1t) et à MatACCC09RM3 (Zone Nord ; 46,7 t). On remarque que ces stations appartiennent aux zones de la partie nord du Domaine de l'ACCC. Au contraire, la Mh_I et les valeurs de mensuration donnent la majoration aux zones du sud. Ainsi, c'est à la faveur de l'importance de la superficie de leurs stations ou des effectifs d'individus qu'ils contiennent que les stations du nord ont dépassé en Mhp produite les stations du sud.

b.2.2 Biomasse des palétuviers 2010

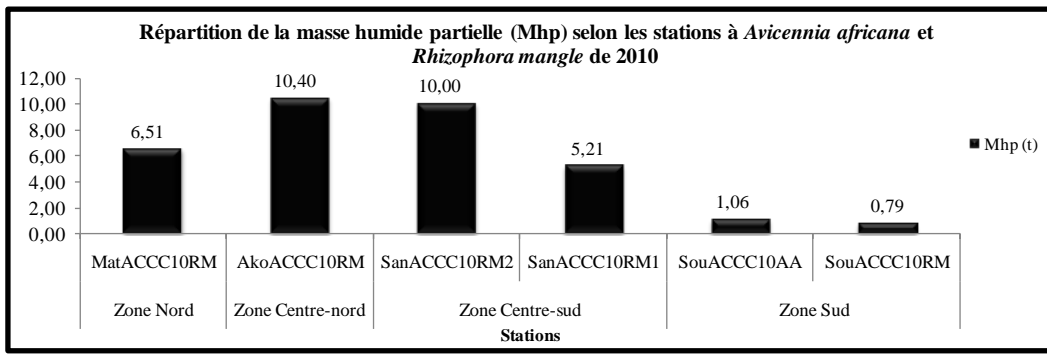
Les données de pesée des individus-échantillons (Mh_I) sont inscrites dans le Graphique 48.



Graphique 49

La prépondérance des valeurs par individu dans les zones du sud se constate aussi avec la grandeur de la biomasse des palétuviers de 2010 : SouACCC10AA (Zone Sud ; 0,217 Kg), SanACCC10RM (Zone Centre-sud ; 0,117 Kg).

Le Graphique 49 montre la répartition des Mhp . La Mhg produite par les palétuviers de 2010 se chiffre à 34 t.



Graphique 50

Par le truchement de la superficie, S et de l'effectif des palétuviers (N), les stations AkoACCC10RM (10,4 t), SanACCC10RM2 (10 t) et MatACCC10RM (6,51 t) apparaissent comme ceux qui ont produit le plus de biomasse (Mhp).

4.2.4.5 Estimation de la Masse anhydride restaurée (Ma)

Pour connaître la quantité de carbone contenu dans les plantes, il importe d'évaluer la biomasse dépourvue de son eau. La détermination de cette masse anhydride nécessite un traitement des échantillons de biomasse au laboratoire. Les données de pesée ainsi obtenues ont servi à déduire les paramètres qui permettront d'apprécier les différentes valeurs de la biomasse sèche.

a. Méthode de détermination de la Ma

Elle procède d'abord par l'acquisition, à travers la pesée directe, des valeurs de Mh_1 des échantillons. Ensuite, il faut connaître la masse anhydride de ces plantes. Pour ce faire, on a recouru aux services du CNRF-Dakar. Les échantillons de biomasse humide ont été introduits dans l'étuve pendant une durée de 72 heures sous une température constante de 65 °C. Au bout de ce séjour, les plantes ont subi une pesée à la balance électronique pour révéler leur masse sèche.

Concernant les arbres (*Casuarina* 2009), 200 g ont été prélevés de chacune des composantes humides (feuilles, tiges, tronc) sur chacun des trois individus-échantillons. Au sortir de l'étuve, la masse anhydride de l'échantillon de la composante est mesurée. La somme de la masse anhydride des différentes composantes correspond à celle de l'échantillon de l'arbre entier pour une masse humide ainsi exprimée :

$$Mh = 3 \times 200 \text{ g} = 600 \text{ g}$$

A propos de tous les individus 2010 (*Casuarina* et palétuviers), les plantes ont été arrachées avec leurs racines et séchées telles quelles.

En utilisant les valeurs de biomasse humide et de biomasse anhydride des échantillons, on a pu obtenir le taux de conversion (T_c). Celui-ci a servi à chiffrer la biomasse anhydride à l'échelle des stations et des sites réaffectés.

Le taux d'humidité est parallèlement calculé pour montrer la teneur en eau des espèces de plantes.

b. Les paramètres de détermination de la Ma

Il s'agit de :

- **Masse humide par individu (Mh_i) :**

Elle est obtenue par pesée directe in situ. Pour les arbres (*Casuarina* 2009), elle résulte de l'addition de la masse des composantes de l'individu. La masse des *Casuarina* 2010 est connue par pesage des individus entiers (p 111).

- **Masse anhydride par individu (Ma_i) :**

Après le passage des individus-échantillons à l'étuve, la masse sèche de ceux-ci est évaluée à la balance électronique.

- **Taux d'humidité (Ho) :**

C'est le ratio de la masse d'eau contenue dans l'individu sur la masse sur la masse sèche élevé à 100.

$$Ho = \frac{Mh - Ma}{Ma} \times 100$$

- **Taux de conversion (Tc) :**

Selon *Mbow* (2009), il se détermine de la façon suivante :

$$Tc = \frac{Ma}{Mh}$$

Ma désigne la masse après dessiccation des individus échantillons. *Mh* représente la masse humide de ces mêmes échantillons.

- **Productivité de la Ma (P_{Ma}) :**

On va la définir comme la densité au sol de la Ma (en Kg ou en t) produite et qui est rapportée sur la période d'une année. Elle s'exprime ainsi :

$$P_{Ma} = Ma/S/t$$

Dans cette relation, *S* est la superficie de la station ou du site considéré (en ha). *t* (an) est l'âge des individus restaurés. De ce fait, P_{Ma} est donnée en Kg/ha/an ou en t/ha/an.

- **Masse anhydride partielle (Ma_p) :**

C'est la Ma prise au compte d'une station. Elle résulte de la multiplication de la Ma_i par l'effectif d'individus *N* de la station.

La somme des Ma_p donne la Ma_t (site). La Ma_z résulte de l'addition des Ma_t. La Masse anhydride globale (Ma_g) se fait du total de toutes les Ma_t de la même espèce, quelle que soit l'année de CATF.

Les valeurs de tous ces paramètres sont, soit mesurées, soit déterminées, soit déduites les unes des autres.

b.1 La Ma_i de la végétation de restaurée

Elle est calculée pour toutes les espèces concernées par les CATF de l'ACCC à Palmarin.

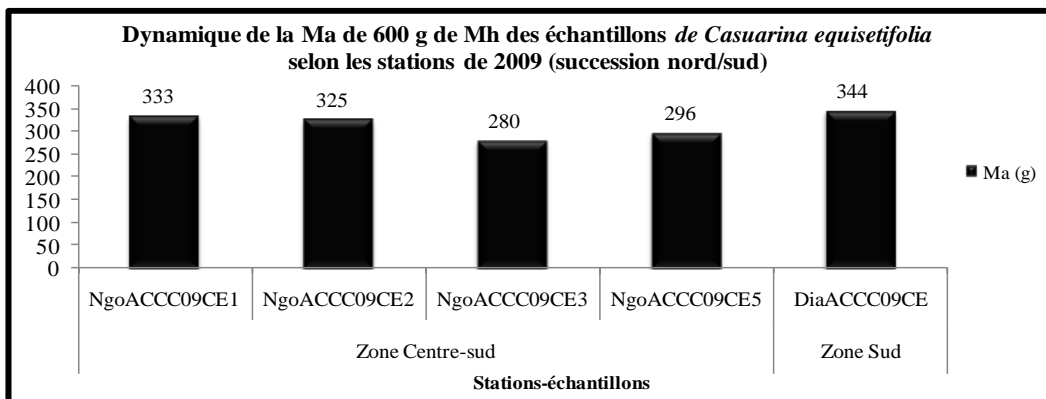
b.1.1. La Ma_I de *Casuarina equisetifolia*

On évalue la Ma_I pour les plantes de 2009 et de 2010.

b.1.1.1 La Ma_I de *Casuarina equisetifolia* 2009

Elle est déterminée pour les stations-échantillons de la Zone Centre-sud (NgoACCC09CE1, NgoACCC09CE2, NgoACCC09CE3 et NgoACCC09CE5) et de la Zone Sud (DiaACCC09CE).

La Ma des échantillons utilisés consiste en des prélèvements de biomasse (masse restante après dessiccation de 200 g de Mh) des composantes des grands arbres et non en des individus entiers eux-mêmes. La Ma est calculée sur une Mh égale à 600 g par individu soit 0,6 Kg (Graphique 50).

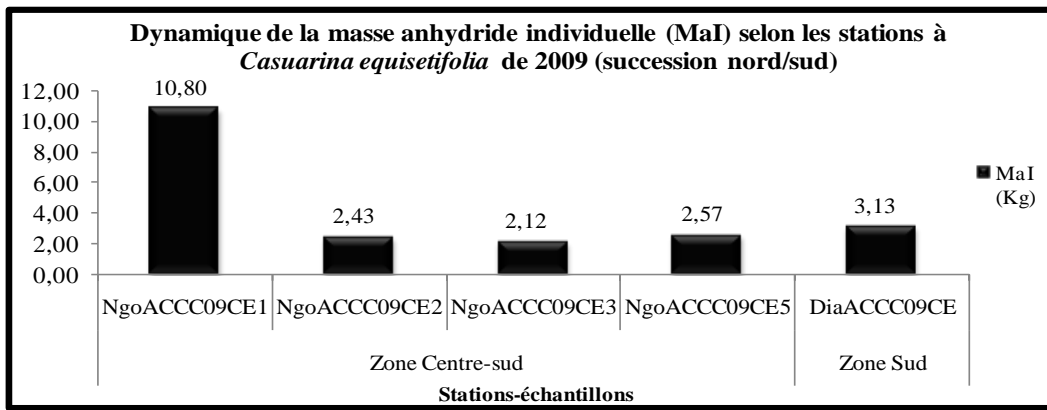


Graphique 51

La Ma_I de 2009 a été, elle, calculée sur la base du Tc (Ma/Mh). Le graphique 51 présente les valeurs obtenues.

La dynamique de la Ma_I apparaît identique à celle de la Mh_I. La seule discordance réside dans la position de la station de NgoACCC09CE3. La Mh_I de cette dernière qui est de 4,53 Kg, dépasse celle de NgoACCC09CE2 (4,48 Kg) dont la Ma_I (2,43 Kg) supplante en revanche la biomasse anhydride de NgoACCC09CE3 (2,12 Kg).

Le décalage entre les valeurs de Mh_I et de Ma_I à NgoACCC09CE3 est dû à la présence d'une grande proportion d'eau dans les individus de *Casuarina* (p 118).

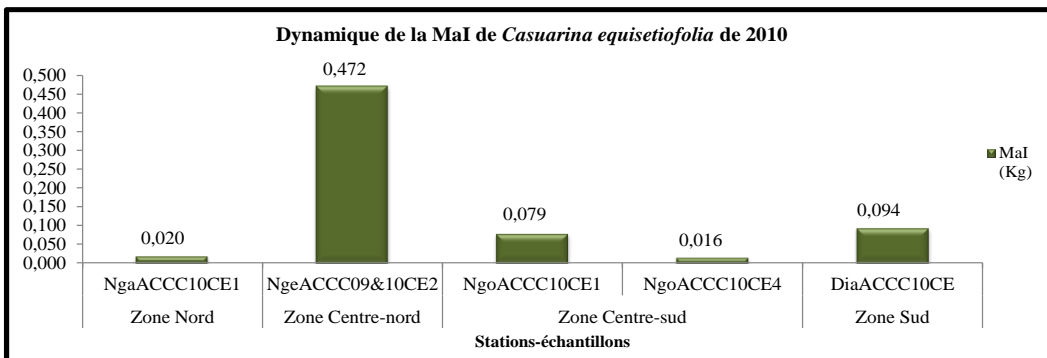


Graphique 52

b.1.1.2. La MaI de *Casuarina equisetifolia* 2010

Il faut noter au préalable que ces stations, contrairement à celles de 2009, se répartissent entre les différentes Zones de CATF Nord (NgaACCC10CE1), Centre-nord (NgeACCC09&10CE2), Centre-sud (NgoACCC10CE1, NgoACCC10CE4) et Sud (DiaACCC10CE).

Les valeurs de biomasse anhydride pour le compte de *Casuarina equisetifolia* 2010 apparaissent plus élevées dans la Zone Centre-nord. Ici, la parcelle de NgeACCC09&10CE2 a bénéficié de l'implantation initiale de *Casuarina* 2009. La masse de ceux-ci a contribué à accentuer la production de bois sec.



Graphique 53

Les stations restantes se succèdent de façon suivante : DiaACCC10CE (0,094 Kg), NgoACCC10CE1 (0,079 Kg), NgaACCC10CE1 (0,020 Kg), NgoACCC10CE4 (0,016 Kg). Comme on peut le constater, cet ordre est en déphasage avec la succession nord-sud des aires reboisées.

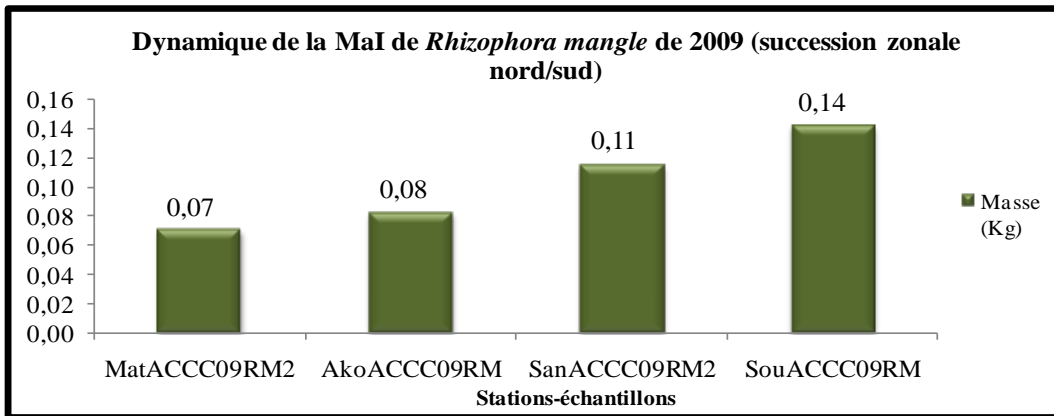
b.1.2. La MaI des palétuviers

On la détermine pour les palétuviers de 2009 et dans les sites de 2010.

b.1.2.1 La MaI des palétuviers 2009

Conformément à la Mh, la MaI évolue de manière corollaire avec la disposition Nord-Sud des Zones de CATF.

De la Zone Sud à la Zone Nord, on note : SouACCC09RM (0,141 Kg), SanACCC09RM2 (0,114 Kg), AkoACCC09RM (0,082 Kg) et MatACCC09RM2 (0,070 Kg).

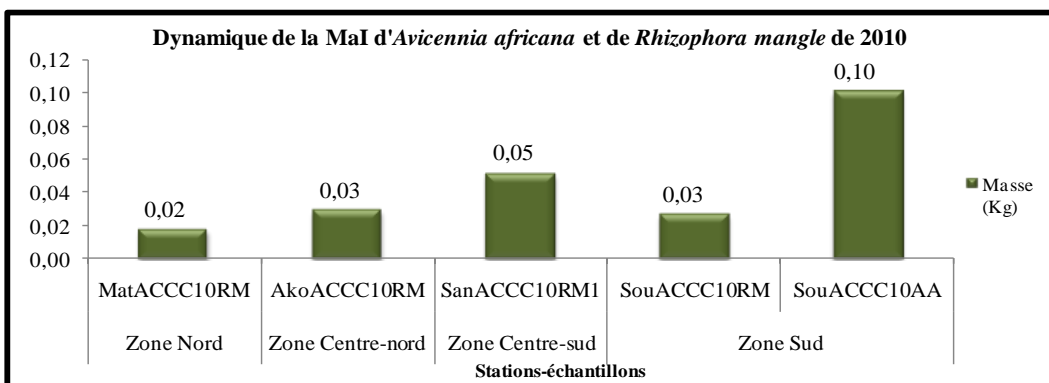


Graphique 54

b.1.2.2 La MaI des palétuviers 2010

Elle fait s'aligner les stations presque dans le même ordre que la Mh_I de 2010. La différence entre le classement des stations selon la Mh_I 2010 et celui selon la Ma_I 2010 se trouve dans le rang occupé par SouACCC10RM (0,027 Kg).

La parcelle de la Zone Sud se situe à la 3^{ème} position dans la courbe d'évolution de la Mh_I mais revient à la 2^{ème} place dans la courbe d'évolution de Ma_I.



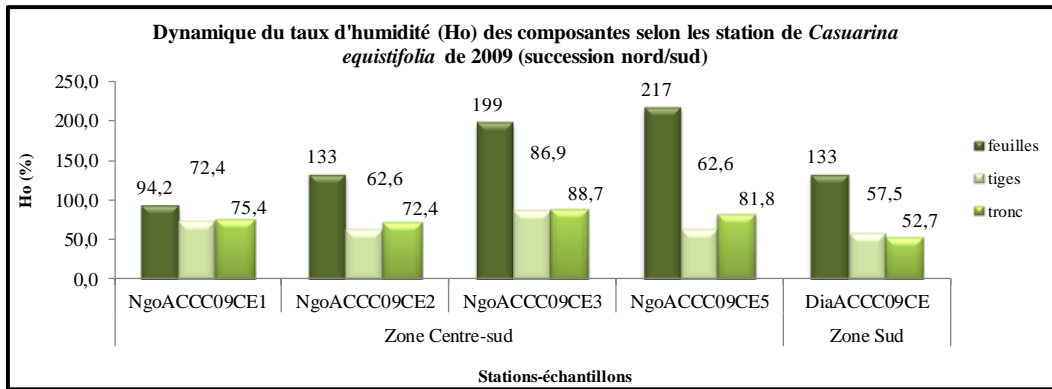
Graphique 55

b.2. Le taux d'humidité (Ho)

Il exprime la part de l'humidité dans les plantes. Comme le reste des paramètres, il y a une différence dans le traitement du Ho des arbres et de celui des arbustes.

b.2.1. Le taux d'humidité de *Casuarina equisetifolia* de 2009

La discussion porte sur le Ho des différentes parties de l'arbre : feuilles, tiges et tronc graphique 55.



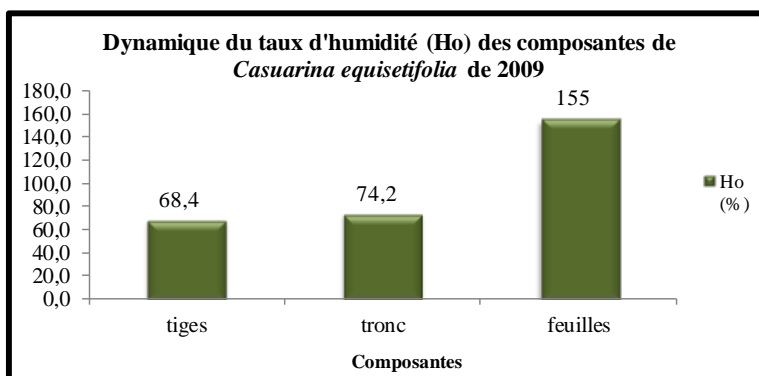
Graphique 56

A la Zone Centre-sud, l'humidité des plantes reste relativement plus élevée dans les stations australes ; c'est-à-dire NgoACCC09CE3 (feuilles : 199 % ; tiges : 86,9 % ; tronc : 88,7 %) et NgoACCC09CE5 (feuilles : 217 % ; tiges : 62,6 % ; tronc : 81,8 %). Les autres parcelles de la Zone Centre-sud et celle de la Zone Sud enregistrent des taux d'humidité inférieurs.

Cette disposition des valeurs de Ho dans les stations des arbres est à l'exact opposé de celle de la *Ma*₁ de ces mêmes plantes (graphique 50).

Les stations les moins productives en matière sèche (*Ma*₁) correspondent à celles qui portent les plus forts taux d'humidité. Il s'agit en l'occurrence de NgoACCC09CE3 et de NgoACCC09CE5. On doit alors dire que dans les individus de ces stations, la portion de la masse anhydride est réduite par une plus grande concentration d'eau.

En outre, l'observation de l'humidité par composante dénote une prépondérance de la quantité d'eau dans les feuilles (Ho = 155 %) par rapport à celle contenue par les tiges (68,4 %) et les troncs (74,2 %) (graphique 56). La partie foliaire des plantes constitue en effet la composante la moins ligneuse, où il y a moins de bois solide.



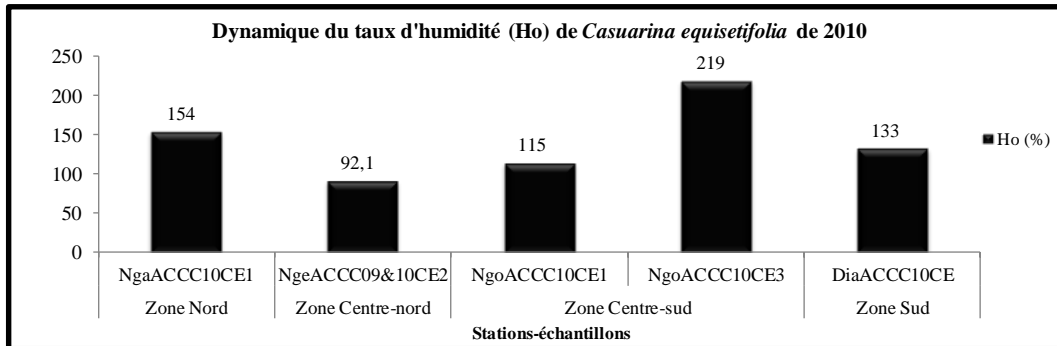
Graphique 57

b.2.2. Le taux d'humidité des arbustes

La référence est faite ici à *CE* de 2010, à *AA* et à *RM* des générations de 2009 et de 2010.

b.2.2.1. Le taux d'humidité de *Casuarina equisetifolia* 2010

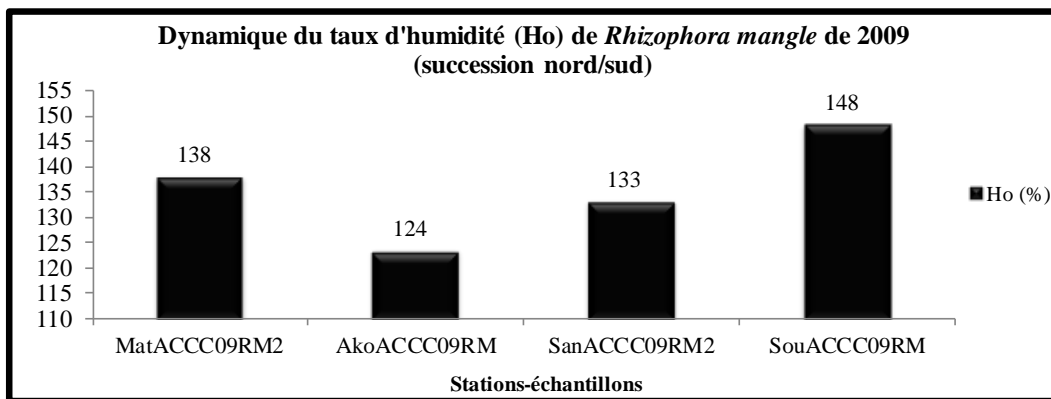
Ho est plus important dans la station NgoACCC10CE3 (219 %) de la Zone Centre-sud. NgaACCC10CE1 (154 %) de la Zone Nord lui succède. Dans ces mêmes parcelles sont notées les plus faibles $Ma_{(p)}$ (117). Cela témoigne d'une plus grande présence d'eau que de bois dans les plants.



Graphique 58

b.2.2.2. Taux d'humidité de *Rhizophora mangle* 2009

Ce Ho se révèle plus élevé dans les Zones Nord (MatACCC09RM2 ; 138 %) et Sud (SouACCC09RM ; 148 %). Il reste en revanche faible dans les zones centres (AkoACCC09RM ; 124% et SanACCC09RM2 ; 133 %) (graphique 58).

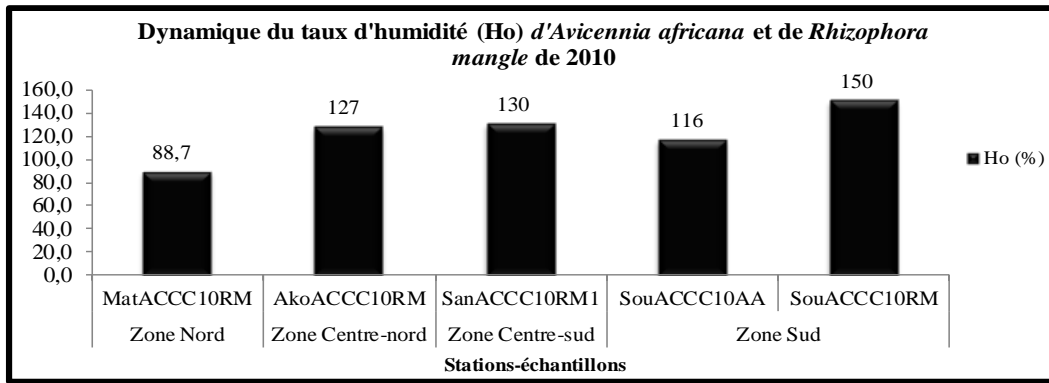


Graphique 59

b.2.2.3. Taux d'humidité d'*Avicennia africana* et de *Rhizophora mangle* 2010

Pour les palétuviers de 2010, la station de la Zone Sud est majorée (SouACCC10RM ; 150 %). Elle devance celle de la Zone Centre-Sud, SanACCC10RM1 (130 %) (graphique 59).

Le Ho paraît particulièrement faible à MatACCC10RM (Zone Nord ; 88,7 %). On le note assez bas également au compte de la seule station à *Avicennia africana* en Zone Sud (SouACCC10AA ; 116 %).



Graphique 60

b.3. Le Taux de conversion de la biomasse (Tc)

La Mh des échantillons se mesure sur le lieu d'étude de terrain, de manière concomitante avec la collecte des échantillons. La Ma des échantillons est mesurée après la sortie de ces derniers de l'étuve.

Le Tc correspond au rapport de la Ma des échantillons sur leur Mh (Ma/Mh). A l'aide de ce taux on calcule la Map.

Sous un autre registre, le Tc a une signification réelle. En fait, plus la valeur du Tc se rapproche de 1, plus la masse anhydride (bois sec) est importante. Plus le Tc tend vers 0, plus la quantité de bois sec est faible.

Comme la Mh est composé de bois sec et d'eau, le Tc exprime la part que la Ma occupe dans la biomasse humide par rapport à l'eau. Donc, lorsque la valeur du Tc est inférieur à 0,50, la Ma est inférieure à l'eau. Si Tc est égal à 0,50, Ma et l'eau sont à part égale. Lorsque Tc est supérieur à 0,50, Ma dépasse l'eau.

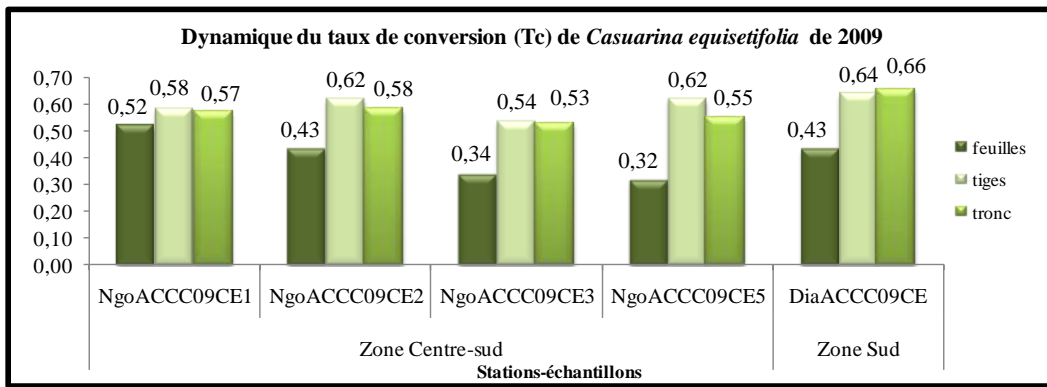
b.3.1. Le Tc de *Casuarina equisetifolia*

Le mode de détermination du Tc pour la génération 2009 se différencie de celui qui permet de connaître le Tc des *Casuarina* 2010. Les échantillons de biomasse humide de 2009 consistent en des portions de biomasse (200 g) prélevées de chacune des composantes (feuilles, tiges, tronc) d'individu. Par contre, les échantillons humides 2010 sont sélectionnés et traités dans l'intégralité des individus.

b.3.1.1. Le Tc de *Casuarina equisetifolia* 2009

On calcule d'abord distinctement les Tc de chaque composante des trois individus-échantillons, ensuite la valeur moyenne du Tc par composante. Le Tc par individu correspond à la moyenne des moyennes de Tc de composantes.

Au graphique 60, on a représenté les valeurs de Tc par composante dans les différentes stations à *Casuarina equisetifolia* 2009.



Graphique 61

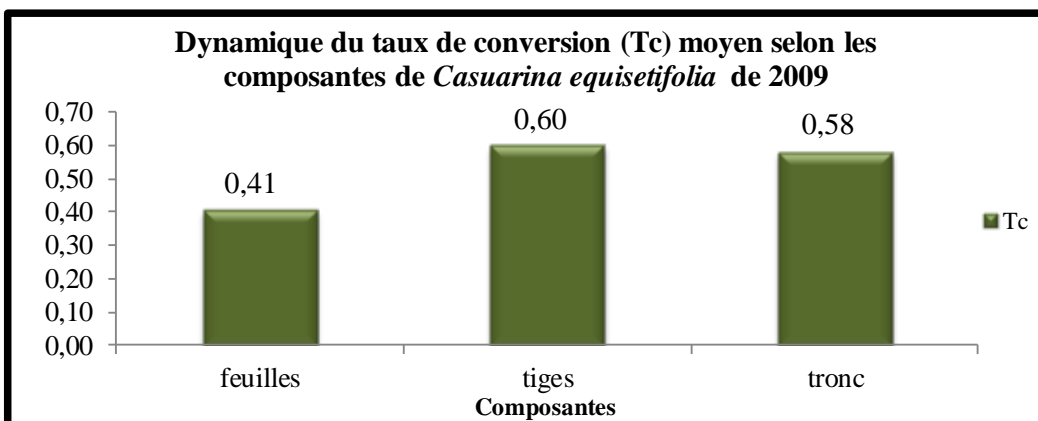
Les feuilles constituent la partie la moins ligneuse d'une plante donc, elles sont disposées à offrir la plus grande concentration en eau. Autrement-dit, les feuilles détiennent une proportion de biomasse anhydride moindre que celle dans les autres composantes.

Comme on le constate chez les arbres (*Casuarina* 2009), le Tc foliaire apparaît faible dans toutes les stations. Il est partout inférieur au Tc des tiges et du tronc.

On note toutefois une prépondérance de la valeur du Tc à NgoACCC09CE1 (0,52). Cette dernière compte alors beaucoup plus de biomasse anhydride que de masse d'eau. Pour cause, elle se localise à l'intérieur d'une des stations les plantes restent les mieux développées.

Pour les moyennes par composante, le Tc des feuilles reste en deçà de 0,50. Il est de 0,41 (graphique 61).

Dans le détail des Tc par station, on ne note aucune constance dans la disproportion des valeurs des composantes tiges et tronc (graphique 61). Par exemple, les Tc des tiges et du tronc atteignent respectivement au niveau de DiaACCC09CE 0,64 et 0,66. Par contre à NgoACCC09CE5 les valeurs sont de 0,62 pour les tiges contre 0,55 dans le tronc.



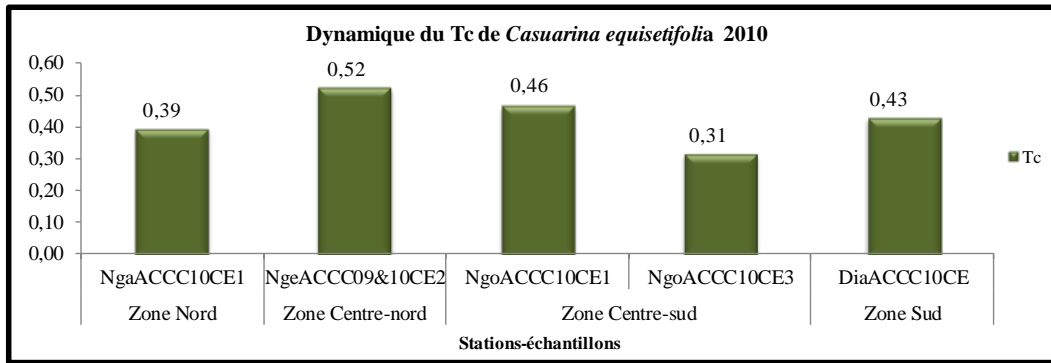
Graphique 62

Le classement de ces deux paramètres (Tc des tiges et Tc du tronc) est possible lorsqu'on considère la moyenne par composante de l'arbre et non plus le Tc par station. Par l'étude du graphique, il apparaît que le ratio de Ma/Mh (T) reste plus important dans les tiges (0,60) que dans le tronc (0,58).

Ainsi, la biomasse ligneuse présente des valeurs de paramètre différentes selon les composantes. En revanche, pour les arbustes dont les ramifications ne sont pas encore très distinctes, l'évaluation de la masse considère l'entièreté de la plante.

b.3.1.2. Le Tc de *Casuarina equisetifolia* 2010

Sa détermination met en relation la Ma et la Mh des échantillons de plantes entières.



Graphique 63

Le Tc à NgeACCC09&10CE2 (0,52) reste le plus élevé. Par ailleurs, il montre une prééminence de la Ma sur la masse d'eau.

A l'opposé, NgoACCC10CE3 (0,31) présente un Tc assez bas. Cela signifie que la Ma reste dans cette station très inférieure à l'eau. La deuxième station par l'importance du Tc demeure NgoACCC10CE1 (0,46).

b.3.2. Le Tc des palétuviers

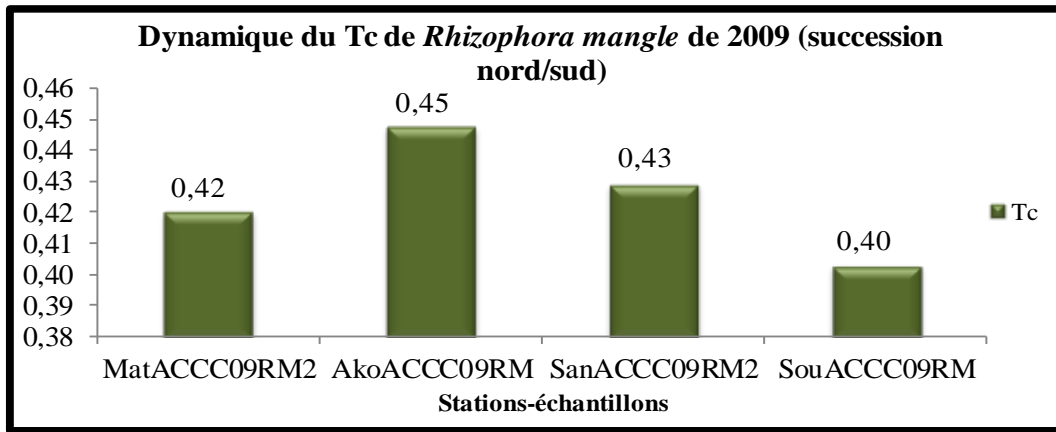
C'est le Taux de conversion de masse des palétuviers. Il est déterminé pour les générations 2009 et 2010.

b.3.2.1. Le Tc des palétuviers 2009

Il ne présente pas une grande variation dans ses valeurs. Toutefois, on observe une majoration du Tc à AkoACCC09RM (0,45) dans la Zone de CATF Centre-nord. Dans le Zone Centre-sud (SanACCC09RM2) il est de 0,43.

A SouACCC09RM (0,40) dans le Sud et à MatACCC09RM2 (0,42) du Nord, le Tc est réputé plus faible.

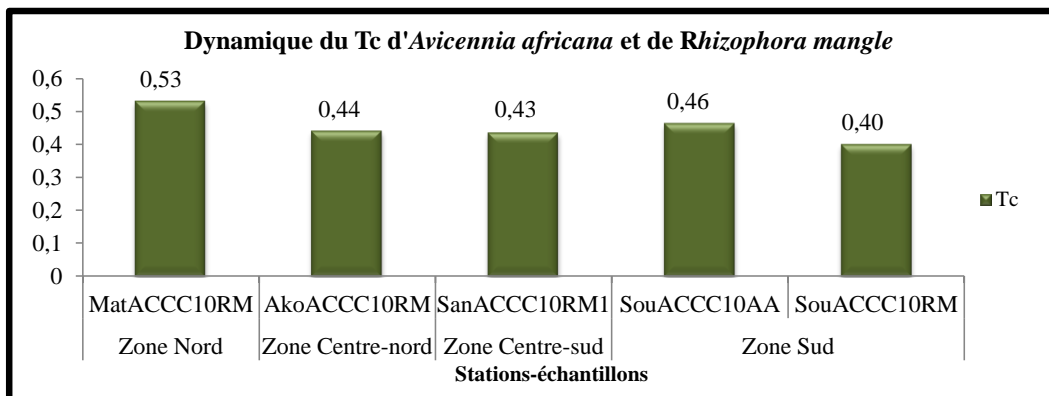
Les stations du Centre ont un Tc plus élevé que celui du Nord et du Sud.



Graphique 64

b.3.2.2. Le Tc des palétuviers 2010

A l'image de la mangrove 2009, les valeurs du Tc des palétuviers 2010 ne fluctuent pas trop. La plus élevée d'entre elles se retrouve à MatACCC10RM (0,53). Cette station est succédée dans un ordre décroissant par SouACCC10AA (0,46), AkoACCC10RM (0,44), SanACCC10RM1 (0,43) et SouACCC10RM (0,40) (graphique).



Graphique 65

b.4. La Productivité de la Ma (P_{Ma})

Il s'agit en réalité de la densité au sol de la Masse anhydride produite rapportée sur une unité de superficie pour la période d'une année. P_{Ma} s'exprime alors en t/ha/an.

Plus exactement, le terme de productivité renvoie à la production de biomasse par les plantes chlorophylliennes. C'est lorsque la valeur numérique de la production est rapportée sur la superficie de l'écosystème étudié ainsi que sur la période (âge de la formation végétale) qu'on parle de productivité.

Cette productivité est dite primaire quand la biomasse en question n'est pas encore consommée par le deuxième maillon de la chaîne alimentaire ; c'est-à-dire les herbivores. La matière organique produite par ces derniers est appelée production secondaire.

En fin, la productivité primaire est qualifiée de brute parce qu'elle n'est pas comprise comme l'ajout ou l'accroissement par an de biomasse assimilée dans le tissu des plantes (productivité primaire nette) mais comme le cumul de cette biomasse.

Donc la Productivité primaire nette de la Masse anhydride (P_{Ma}) correspond à la densité de la Ma. Elle apparaît comme le moyen le plus judicieux d'apprécier la production de biomasse car elle répartit celle-ci sur la superficie et le temps considérés.

b.4.1. La P_{Ma} dans les stations à *Casuarina equisetifolia*

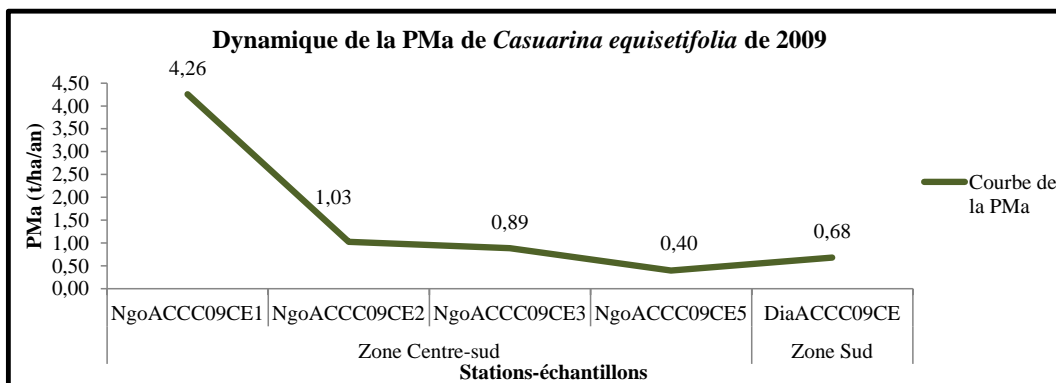
Il s'agit de la matière organique sèche produite dans les stations de 2009 et de 2010.

b.4.1.1. Dans les stations à *Casuarina equisetifolia* de 2009

Ces parcelles appartiennent à la Zone de CATF Centre-sud (NgoACCC09CE1, NgoACCC09CE2, NgoACCC09CE3, NgoACCC09CE5) et Sud (DiaACCC09CE).

On constate que la P_{Ma} reste beaucoup plus élevée dans les stations de NgoACCC09CE1 (4,26 t/ha/an) de NgoACCC09CE2 (1,03 t/ha/an). Elle est cependant faible dans les autres stations : NgoACCC09CE5 (0,40 t/ha/an), DiaACCC09CE (0,68 t/ha/an), NgoACCC09CE3 (0,89 t/ha/an) (**Graphique**).

Pour rappel, l'ensemble des stations sont disposées du Nord au sud selon l'ordre croissant de leur numéro. NgoACCC09CE1 et NgoACCC09CE2 sont les stations les plus au Nord du site de la Zone Centre-sud. C'est dans cette partie donc que le sol serait le plus fertile, que les activités champêtres et pastorales seraient les plus intenses pour laisser le maximum de détritiques de plantes agricoles et d'excréments d'animaux. La moyenne de la P_{Ma} dans les stations de *Casuarina equisetifolia* de 2009 s'élève à 1,45 t/ha/an (graphique 65).



Graphique 66

b.4.1.2. Dans les stations à *Casuarina equisetifolia* de 2010

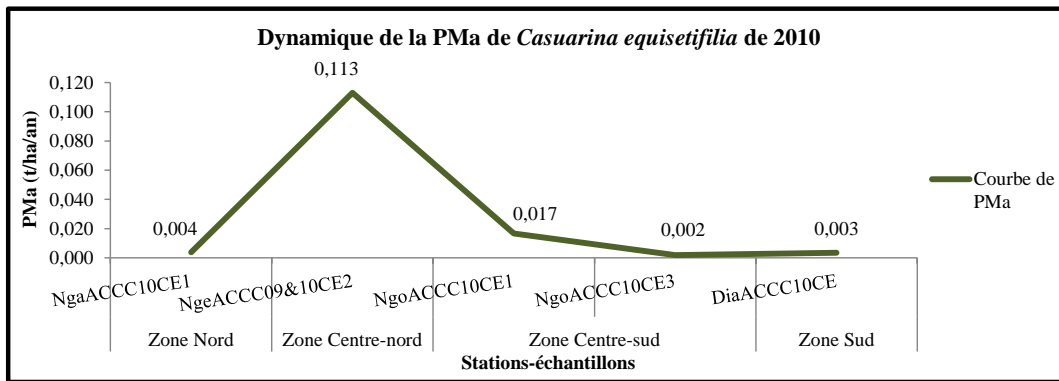
Ce sont des stations réparties dans toutes les Zones de CATF : NgaACCC10CE1 (Nord), NgeACCC09&10CE2 (Centre-nord), NgoACCC10CE1 et NgoACCC10CE3 (Centre-sud), DiaACCC10CE (Sud).

Pour cette catégorie de plantes, la donne va changer concernant la prépondérance des stations (graphique 66). NgeACCC09&10CE2 (0,113 t/ha/an) et NgoACCC10CE1 (0,017 t/ha/an) présentent les valeurs les plus significatives. Suivent NgaACCC10CE1 (0,004 t/ha/an), DiaACCC10CE (0,003 t/ha/an) et NgoACCC10CE3 (0,002 t/ha/an).

Contrairement aux aires reboisées de 2009, le classement des stations de 2010 voit la domination de la parcelle de la Zone Centre-nord. Les raisons de ce changement ont à voir avec l'emplacement (anciens pâtures et champs) et la protection des stations 2010.

C'est là le lieu de rappeler l'absence de clôture jusqu'en 2011 autour des stations 2010. Ces stations ont donc été la proie à moult agressions qui en ont réduit l'effectif et par conséquent la biomasse.

On retrouve la station de la Zone Centre-nord (NgeACCC09&10CE2) en première position car elle a bénéficié du contingent des plantes de 2009. La moyenne de la P_{Ma} se limite à 0,28 t/ha/an.



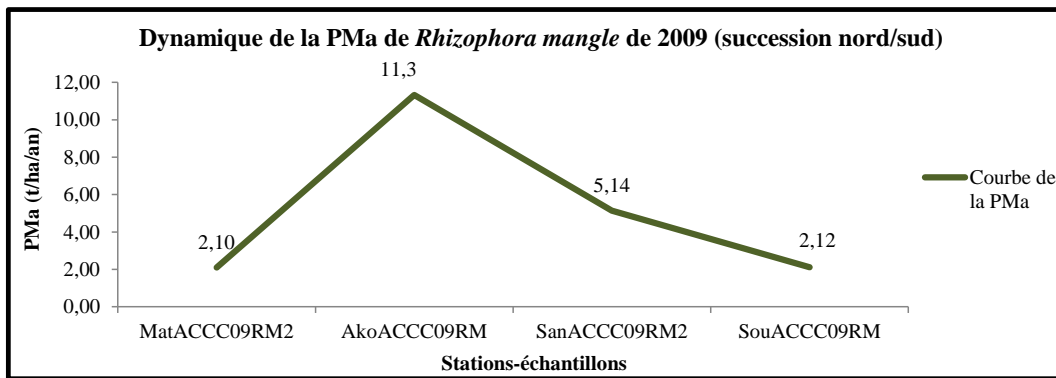
Graphique 67

b.4.2. La P_{Ma} dans les stations à palétuviers

Elle s'évalue dans les stations de mangrove de 2009 et de 2010.

b.4.2.1. Dans les stations à palétuviers de 2009

La P_{Ma} paraît plus élevée dans les stations de la Zone de CATF Centre (Zone Centre-nord et Zone Centre-sud) : AkoACCC09RM (11,3 t/ha/an) ; SanACCC09RM (5,14 t/ha/an). Les Zones Nord (Matamata) et Sud (Souhème) offrent une productivité moins élevée. Il s'agit respectivement des stations de MatACCC09RM2 (2,30 t/ha/an) et de SouACCC09RM (2,12 t/ha/an) (graphique 67).

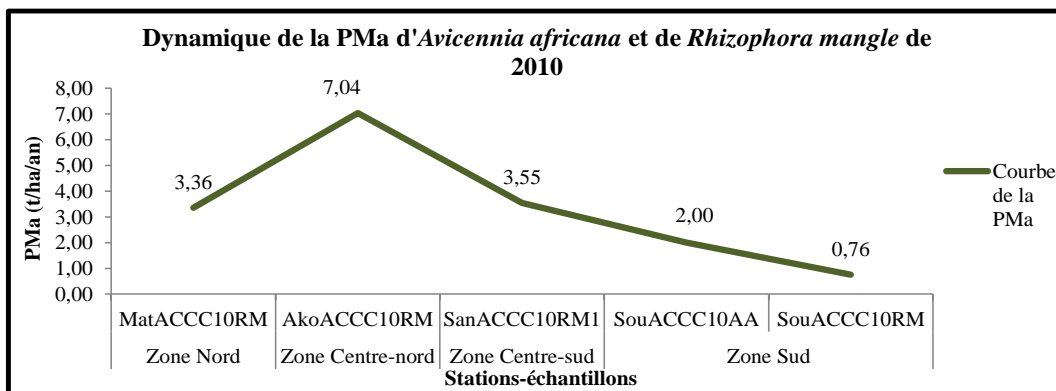


Graphique 68

La P_{Ma} moyenne dans les stations à palétuviers de 2009 atteint 5,17 t/ha/an.

b.4.2.2. Dans les stations à palétuviers de 2010

La tendance à la prédominance des sites du Centre se vérifie également avec les valeurs de P_{Ma} obtenues dans les stations d'AkoACCC10RM (7,04 t/ha/an) et de SanACCC10RM1 (3,55 t/ha/an) (graphique 68). Les P_{Ma} inférieures appartiennent à SouACCC10RM (0,76 t/ha/an), SouACCC10AA (2,00 t/ha/an) et MatACCC10RM (3,36 t/ha/an).



Graphique 69

La moyenne de la P_{Ma} dans les stations à palétuviers de 2010 égale 3,34 t/ha/an.

La conversion de la P_{Ma} en matière organique sèche permet d'évaluer la Masse anhydride partielle (Map) par station puis la Mat.

b.5. La Masse anhydride partielle (Map) et la Masse anhydride totale(Mat)

Cette partie traite des masses estimées au compte de l'ensemble de la station (Map) et du site (Mat).

Il est à préciser que les formes de Ma dont il est question ici ne font pas ressortir en exclusivité les critères de productivité des stations, pas moins les caractéristiques stationnelles des parcelles restaurées. Il s'agit de la production de biomasse anhydride dont l'importance dépend du fait combiné des

caractéristiques stationnelles, de la superficie de la station, des paramètres biométriques et allométriques des plantes restaurées.

Pour les trois types de plantes (*Avicennia*, *Casuarina* et *Rhizophora*), la comptabilité des biomasses intéresse les deux années de CATF à savoir 2009 et 2010.

b.5.1. La Map et la Mat 2009

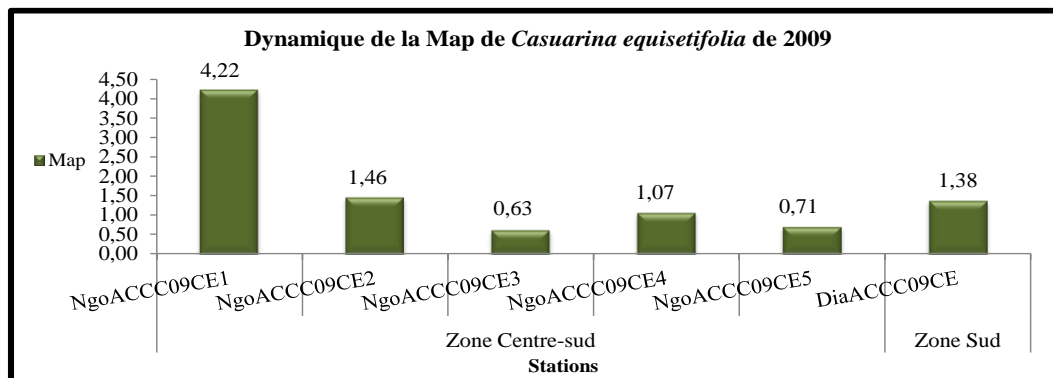
La Map est obtenue grâce à une extrapolation faite à partir de la Ma_I . Cette dernière est multipliée par N l'effectif des pieds présent dans la station. On distingue la Map des *Casuarina* et celle des palétuviers (AA et RM).

b.5.1.1. La Map et la Mat de *Casuarina equisetifolia*

En comparaison avec le graphique de la Ma_I , la disposition des stations dans l'histogramme de la Map se trouve modifiée.

Dans la courbe des Ma_I , c'est DiaACCC09CE qui donne la valeur la plus importante, suivie de NgoACCC09CE1 et NgoACCC09CE2, par exemple. Pour les Map, ce sont les deux dernières stations qui occupent les premiers rangs (NgoACCC09CE1 : 4,22 t ; NgoACCC09CE2 : 1,46 t) (graphique).

Cette remarque porte une signification. C'est que les valeurs de biomasse par individu n'ont pas d'influence directe et exclusive sur la masse de l'ensemble de la station. La production des parcelles dépend plutôt de la conjonction de facteurs tels que la superficie, la richesse du sol de la station, la physionomie et l'allométrie de la plante restaurée.



Graphique 70

La Map la plus faible est notée à NgoACCC09CE4 (0,62 t).

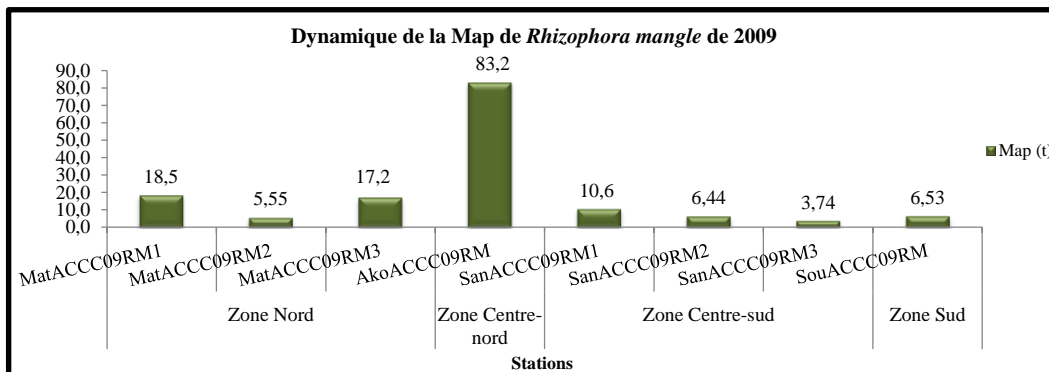
La Mat de *Casuarina equisetifolia* 2009 s'élève à 9,47 t.

b.5.1.2. La Map et la Mat des palétuviers 2009

Comme pour *Casuarina* 2009, l'évolution de la Ma_I des palétuviers reste en déphasage avec celle de la Map.

Si elle apparaît dans l'histogramme des Ma_I (graphique 53) à la deuxième place des valeurs, AkoACCC09RM (83,2 t) reste la station la plus productrice de Map de toutes les aires afforestées à palétuviers de 2009 (graphique 70). Cette parcelle appartient à la Zone de CATF Centre-nord. Elle est succédée par MatACCC09RM1 (18,5 t), MatACCC09RM3 (17,2 t) de la Zone Centre-nord.

Ainsi, les stations ayant créé la masse anhydride la plus importante se situent dans les Zone de CATF à composante Nord. Les Zones Centre-sud (SanACCC09RM1, SanACCC09RM2, SanACCC09RM3) est Sud (SouACCC09RM) enregistrent les masses les moins élevées. Cette disparité est à mettre au compte de l'inégalité de surface et de densité de la restauration (D) entre les stations.



Graphique 71

La Mat des palétuviers 2009 s'estime à 152 t.

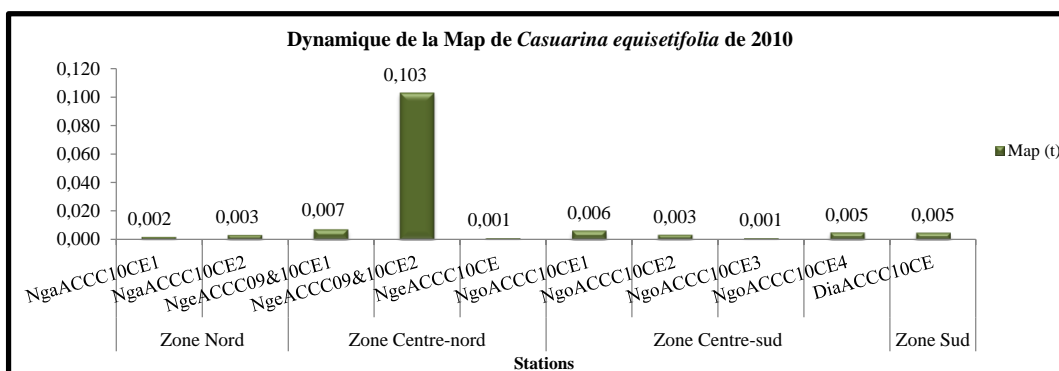
b.5.2. La Map et la Mat 2010

La Map est connue par une multiplication entre la Ma_I et l'effectif N des individus de la station afforestée ou reboisées en 2010. Elle est considérée pour les *Casuarina* et pour les palétuviers.

b.5.2.1. La Map et la Mat de *Casuarina equisetifolia* 2010

Contrairement à *Casuarina equisetifolia* 2009 qui est confiné aux Zones Centre-sud et Sud, la génération de 2010 est reboisée dans toutes les zones, du nord au sud.

Dans le graphique 71 on relève la prédominance de la Map à NgeACCC09&10CE2 (0,103 t) et NgeACCC09&10CE1 (0,007 t) appartenant à la Zone Centre-nord. Les valeurs sous-jacentes se retrouvent à NgoACCC10CE1 (0,006 t), NgoACCC10CE4 (0,005t) du Centre-sud et à DiaACCC10CE (0,005t) de la Zone Sud.



Graphique 72

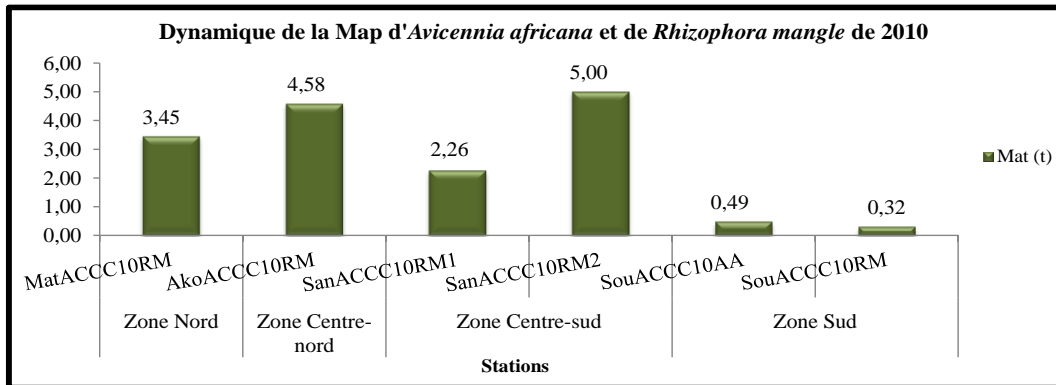
La Mat pour *Casuarina* se chiffre à 0,136 t.

b.5.2.2. La Map et la Mat des palétuviers 2010

Avec la Map des palétuviers 2010, la tendance de l'évolution subit une légère modification. La prééminence habituelle des stations de composante nord en l'occurrence AkoACCC10RM (4,58 t) et MatACCC10RM (3,45 t) se voit remise en cause par le résultat obtenu à SanACCC10RM2 (5,00 t), une station du Centre-sud.

Les valeurs de Map se révèlent inférieures dans le reste des Zones de CATF ; c'est-à-dire les Zones Centre-sud (SanACCC10RM1) et Sud (SouACCC10AA, SouACCC10RM).

La Mat des palétuviers atteint 16,1 t.



Graphique 73

b.6. Régression allométrique

L'efficacité de la séquestration du carbone par les plantes dépend de beaucoup de facteurs dont principalement le fonctionnement physiologique de l'espèce mais aussi et surtout sa physionomie, tout mécanisme qui conditionne la photosynthèse.

La quantité de carbone séquestrée par un arbuste ne peut pas être la même que celle capturée par un grand arbre. En d'autres termes, la taille de l'individu ainsi que celle de ses ramifications est à prendre en considération dans l'évaluation du carbone. C'est dans ce cadre qu'intervient la notion d'allométrie. La régression allométrique est un concept qui met en relation la biomasse et les données de mensuration (hauteur, longueur, largeur) de l'individu. Cela a été possible grâce à l'application de la méthode dite de destruction qui a permis de procéder au relevé des données de longueur et de biomasse des plantes in situ.

La régression allométrique est matérialisée par ce qu'on appelle l'Equation de régression allométrique. Il s'agit d'une expression mathématique qui va faciliter le calcul des équivalences entre les valeurs de biomasse et les valeurs dendrométriques. Elle écarte ainsi le besoin d'appliquer la destruction à toute l'étendue de la formation végétale en question. Elle se présente sous la forme :

$$M = aL + b$$

Dans cette équation, M correspond à la valeur de la biomasse ; L est la longueur de la tige (ou des ramilles) ; a et b sont des coefficients d'ajustement.

En ce qui concerne cette étude, il est fait abstraction de la détermination de la régression allométrique. L'étude de son équation est réservée pour le prochain volume de cette évaluation du carbone séquestré à Palmarin.

En conclusion :

Les paramètres Ma_I , Mh_I , P_{Ma} , Map , Mat ont permis de quantifier, d'analyser et de caractériser la biomasse anhydride. Ils constituent l'ensemble des valeurs chiffrées de production et de productivité de biomasse anhydride, c'est-à-dire leur répartition dans le temps et dans l'espace.

▪ On dénote une relative constance dans l'évolution des graphiques de masse par individu, Ma_I et Mh_I (disposition presque invariable des stations sur le graphique).

Il s'agit de :

➤ la majoration des valeurs au niveau des stations des Zones Centre-sud (Ngounoumane) et Sud (Diakhanor) pour les *Casuarina* 2009 et du Centre-nord pour les *Casuarina* 2010 (Zone Centre-nord).

➤ la majoration des valeurs au niveau des stations des Zones Centre-sud (Ngounoumane) et du Sud (Souhème) pour les palétuviers.

▪ La répartition de la Map change selon les caractères des plantes restaurées, du sol et surtout en fonction de la superficie de la station. C'est ce fait qui explique le déphasage entre l'évolution de la biomasse individuelle des plantes et celle de la biomasse partielle des stations. Les stations qui enregistrent la plus grande Ma_I ou Mh_I ne constituent pas forcément celles qui produisent la Map la plus considérable, et vice versa.

La détermination de la Ma apparaît comme la dernière étape vers la connaissance de la quantité de carbone contenu dans les plantes restaurées.

TROISIEME

PARTIE :

**Détermination du
carbone séquestré**

V. ESTIMATION DU CARBONE SEQUESTRE

Elle consiste en la dernière étape de cette étude. En effet, le but de ces recherches est de faire connaître la quantité de carbone emmagasiné par les plantes restaurées à Palmarin. Dans son ouvrage, *Moussa(2004, p.73)* précise : « Nous avons déduit les stocks de carbone contenus dans la biomasse (haies vives, culture, litière et racelles) en multipliant la quantité totale de la biomasse sèche par le facteur 0,5. Ceci suppose une teneur en carbone de 50% » (voir bibliographie). À l'instar de l'auteur, on va procéder à l'utilisation du « facteur 0,5 » qu'on appelle volontiers Facteur-USAID. La quantité de carbone sera obtenue en croisant la Map avec la Facteur-USAID.

5.1 Caractérisation du carbone

5.1.1. Définition

Dans le tableau de classification périodique des éléments chimiques dressé par Dmitri Ivanovitch Mendeleïev(1834-1907), le carbone se situe dans la série IVA. Il se trouve en tête de la deuxième colonne du groupe des non-métaux. On le note souvent C_{12}^6 pour signifier en même temps que sa masse atomique est de 12 et son numéro atomique 6.

La propriété amphotère du carbone fait qu'il peut intégrer un composé chimique de nature acide comme il peut former avec d'autres éléments une molécule de corps basique(*BERNIER & LEFRANT, 1997*).

Au niveau de l'écorce terrestre, l'élément carbone demeure faiblement abondant avec seulement 0,09 % de la masse totale ; ce qui le situe au treizième rang. A titre comparatif, l'oxygène occupe la première place, suivi du silicium (25,7 %) (*BERNARD, 1994*).

Il faut signaler en outre que le carbone constitue « l'élément majoritaire du vivant » (*DIOUF, 2011*). Autrement-dit, il est le « constituant essentiel des organismes vivants » (*BERNARD, 1994*).

Cependant, le carbone entre en association avec d'autres éléments chimiques pour former des corps divers que l'on retrouve en divers endroits du globe terrestre. Il est, avec l'hydrogène, les éléments qui sont à la base de la formation du plus grands nombre de molécules (*BERNARD, 1994*).

5.1.2. Réservoirs naturels

Ils représentent les différentes étapes du cycle (général) du carbone (p 14). Il s'agit à la fois des réservoirs du cycle court et du cycle long du carbone. Le parcours du carbone s'interrompt le temps d'un séjour variable selon que l'atome se trouve dans l'un ou l'autre réservoir.

D'emblée, il existe des interconnexions entre les maillons du cycle général du carbone, correspondant à des échanges de flux de carbone.

On compte parmi les réservoirs de carbone :

- l'Atmosphère, le première de tous les réservoirs (p.11) ;
- l'écorce terrestre, les roches et gisements sédimentaires (anthracite, carbonates, charbon, diamant, gaz naturel, graphite, houille, lignite, pétrole, tourbe) ;

- les océans (faune et flore marine, kérogène) et ;
- la biosphère (faune et flore terrestre).

5.1.3. Typologie du carbone séquestré

A l’instar de la biomasse, des concepts qui traduisent les différentes échelles (d’accumulation) de la quantité de carbone séquestré ont été développés. Cette nomenclature est basée sur le même principe qui a régi l’appellation de la matière organique restaurée (p.134). Les termes du carbone sont classés dans le tableau 17 selon un ordre de grandeur décroissant de haut en bas.

Grands ensemble du carbone séquestré	C	Carbone séquestré	
	Cp	Carbone partiel	Carbone séquestré comptant pour une station
	Ct	Carbone total	Carbone séquestré comptant pour un site
	Cz	Carbone zonal	Carbone séquestré comptant pour une zone
	Cg	Carbone global	Carbone séquestré comptant pour la totalité des stations de l'espèce restaurée

Tableau 17

Tableau 18 : Nomenclature du carbone séquestré

On suggère dans cette nomenclature les consignes suivantes

- Les concepts de C, Cp, Ct, Cz et Cg constituent les termes de la séquestration du carbone.
- Les concepts de D_C , D_{Cp} , D_{Ct} , D_{Cz} et D_{Cg} désignent les différentes échelles spatiales de la densité de la séquestration.

5.2. Les résultats de la séquestration du carbone

Les valeurs de masse de carbone sont données par station pour les deux groupes d’espèce restaurée (*Casuarina* et palétuviers) et selon les différentes années de CATF concernant la plante. L’unité de mesure reste la tonne (t). Elle peut devenir le Kg lorsque la grande faiblesse des masses l’impose.

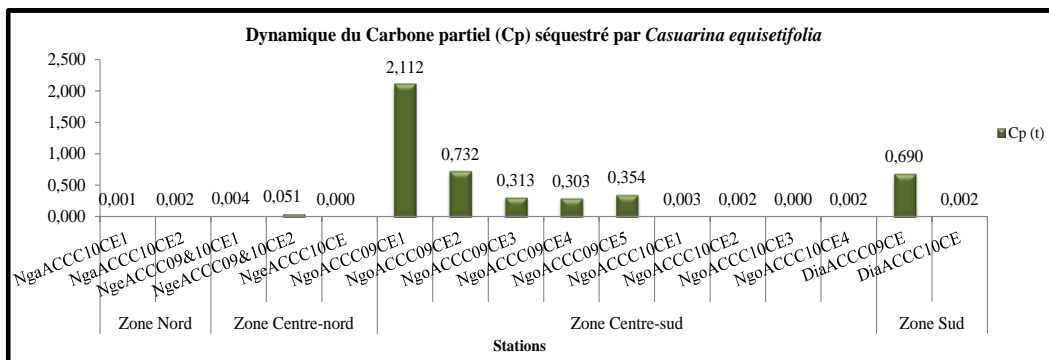
Comme pour la Ma, des concepts ont été inventés afin de faciliter l’appréhension de la quantité du carbone séquestré selon les différents niveaux d’estimation. A l’échelle d’une station, on parlera de Carbone partiel (Cp). Le Carbone zonal (Cz) est obtenu en additionnant les Cp de la même espèce et appartenant à la même zone de CATF. Pour un groupe de stations aux plantes congénères et de la même génération de CATF, la somme des Cp est appelée Carbone total (Ct). Le Carbone global (Cg) est obtenu par l’addition des valeurs de Ct.

C’est le lieu de rappeler que l’analyse de la dynamique de la séquestration constitue une réplique de celle de la masse anhydride, les deux paramètres étant proportionnelles (facteur USAID). Nonobstant, il reste pertinent de commenter la répartition du carbone séquestré car cela permet de figer dans l’espace les valeurs acquises à matière de capture du carbone.

5.2.1. La séquestration par *Casuarina equisetifolia*

La première remarque dans la dynamique de la séquestration par CE fait état des plus grands scores atteints dans les Zones Centre-sud et Sud (graphique 73). Deuxièmement, les stations en question forment toutes des aires de la génération de 2009. Parmi celles-ci, les plus importantes sont NgoACCC09CE1 (2,112 t), NgoACCC09CE2 (0,732 t), DiaACCC09CE (0,690 t), NgoACCC09CE4 (0,303 t).

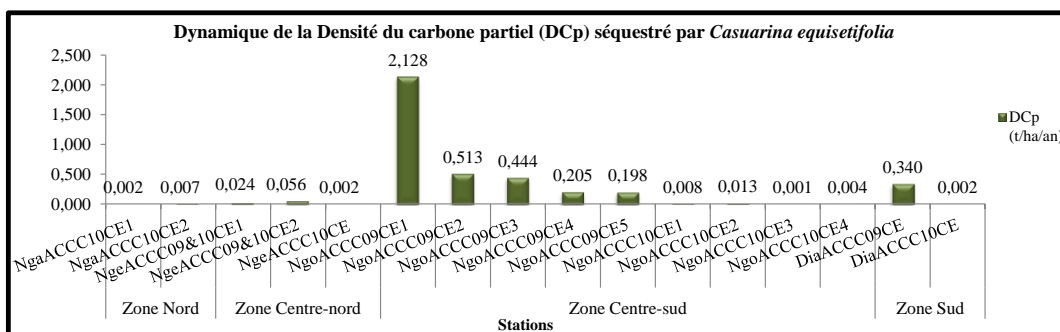
Les stations les plus cotées de la génération 2010 restent NgeACCC09&10CE2 (Zone Centre-nord ; 0,051t), NgeACCC09&10CE1 (Zone Centre-nord ; 0,004 t), NgoACCC10CE1 (Zone Centre-sud ; 0,003 t).



Graphique 74

A travers le graphique 74, on fait la même lecture de la dynamique de densité de la séquestration (DC_p). Les quantités les plus importantes sont portées par le traditionnel groupe de stations qui a enregistré la séquestration la plus significative (Zones du Centre-sud et du Sud) : NgoACCC09CE1 (2,128 t/ha/an), NgoACCC09CE2 (0,513t/ha/an), NgoACCC09CE3 (0,444 t/ha/an), DiaACCC09CE (0,34 t/ha/an), NgoACCC09CE4 (0,205 t/ha/an) et NgoACCC09CE5 (0,198 t/ha/an).

Les valeurs maximales de DC_p de 2010 sont enregistrées à NgeACCC09&10CE2 (0,056 t/ha/an), NgeACCC09&10CE1 (0,024 t/ha/an) dans la Zone Centre-nord et à NgoACCC10CE2 (Zone Centre-sud ; 0,013 t/ha/an).



Graphique 75

Entre les deux évolutions de la C_p (graphique 73) et de la DC_p (graphique 74), quelques remarques doivent se faire :

- d'abord, la dynamique spatiale des masses et celle des densités de masse de carbone séquestré paraissent identiques : prédominance des stations de 2009 du Centre-sud et prédominance des valeurs de 2010 dans les deux Zones centrales (Centre-nord et Centre-sud) ;
- ensuite, une succession en chevauchement des barres dans le diagramme du C_p correspondant aux stations 2009 du Centre-sud, tandis que la D_{C_p} dans ces mêmes parcelles se présente de manière décroissante suivant leur succession nord-sud ;
- alors que chez *Casuarina* de 2010, l'évolution du C_p celle du D_{C_p} sont parallèles.

Ainsi la majoration des aires de 2009 reste constante quel que soit le paramètre. Cette importance est inhérente à deux années d'âge cumulées par les individus, des conditions biogéographiques favorables. Tout ceci a contribué à augmenter la production et la productivité de la Map et donc, la séquestration. Le graphique de la D_{C_p} apporte une modification dans l'échelonnement des stations en comparaison avec la classification du C_p . Ces changements sont surtout dus au truchement de la superficie S_p qui entre dans le calcul de la D_{C_p} . Du fait de la prise en compte de la S_p , par exemple, NgoACCC09CE4 (0,53 t) qui dépasse en C_p NgoACCC09CE3 (0,31 t), porte une valeur de D_{C_p} (0,38 t/ha/an) inférieure à celle de NgoACCC09CE3 (0,44 t/ha/an). Par contre, la S_p des aires de 2010 ne variant pas grandement, a permis un certain parallélisme entre les dynamique de C_p et de D_{C_p} .

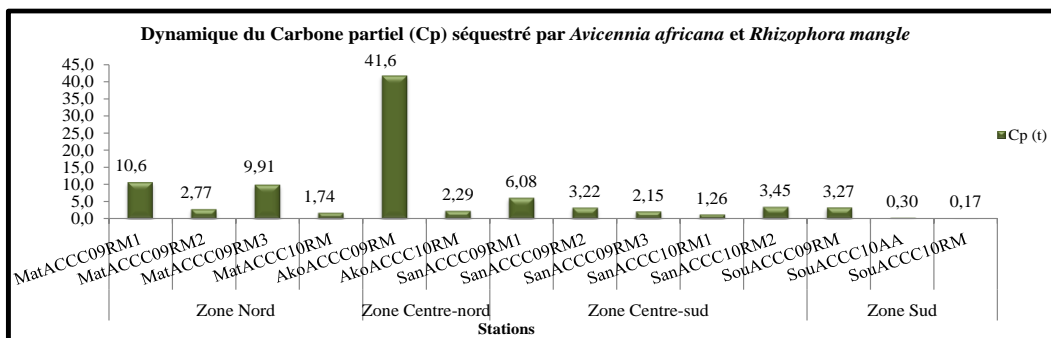
Avec la D_{C_p} , il devient en effet possible d'apprécier effectivement l'efficacité à la séquestration en la rapportant sur l'âge (2 ans) des individus sur la superficie des stations.

5.2.2. La séquestration par *Avicennia africana* et *Rhizophora mangle*

Elle suggère la capture de fortes valeurs de carbone en particulier dans les stations de 2009. Les maxima sont atteints à AkoACCC09RM (Zone Centre-nord ; 41,6 t), à MatACCC09RM1 (Zone Nord ; 10,6 t), à MatACCC09RM3 (Zone Nord ; 9,91 t), à SanACCC09RM1 (Zone Centre-sud ; 6,08 t).

Parmi les valeurs de 2010, les plus fortes sont notées à SanACCC10RM2 (Zone Centre-sud ; 3,45 t), à AkoACCC10RM (Zone Centre-nord ; 2,29 t), MatACCC10RM (Zone Nord ; 1,74 t).

La séquestration globale, C_g réalisée par les palétuviers s'élève à 88,8 tonnes.

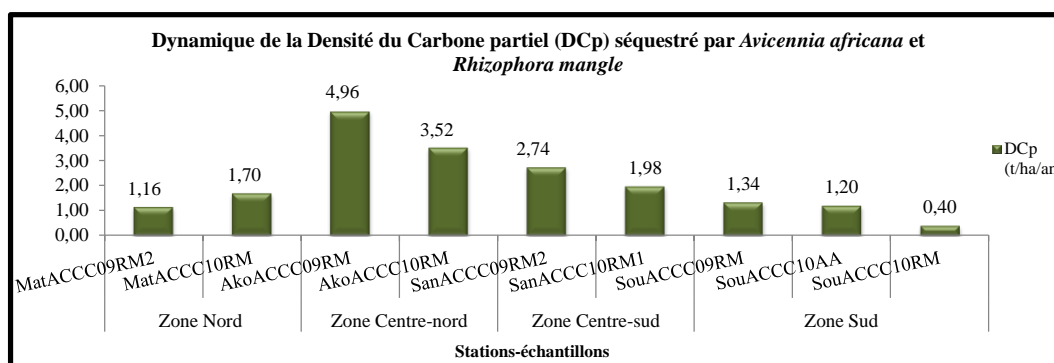


Graphique 76

C'est le lieu de rappeler que la méthode de détermination de la D_{Cp} des palétuviers diffère de celle utilisée pour connaître la D_{Cp} de *Casuarina equisetifolia*. C'est D (densité de reboisement) qui a permis de calculer les quantités de masse (humide et anhydride), puis du carbone que contiennent les palétuviers. Au contraire des filaos pour lesquels on connaît la densité de la séquestration de toutes les stations, nous n'avons pu que convertir D des stations-échantillons des palétuviers en D_{Cp} .

Les valeurs du graphique 76 ont été obtenues. Il s'avère à travers cette représentation que la densité de la séquestration est plus prononcée dans les zones du Centre. Pour 2009, la Zone Centre-nord se distingue (AkoACCC09RM : 4,96 t/ha/an). S'en suit SanACCC09RM2 (Zone Centre-sud ; 2,74 t/ha/an).

A propos des stations 2010, se distinguent AkoACCC10RM (Zone Centre-nord ; 3,52 t/ha/an), SanACCC10RM1 (Zone Centre-sud ; 1,98 t/ha/an), MatACCC10RM (Zone Nord ; 1,70 t/ha/an).



Graphique 77

En moyenne il est capturé par la mangrove afforestée 2,11 t/ha/an de carbone.

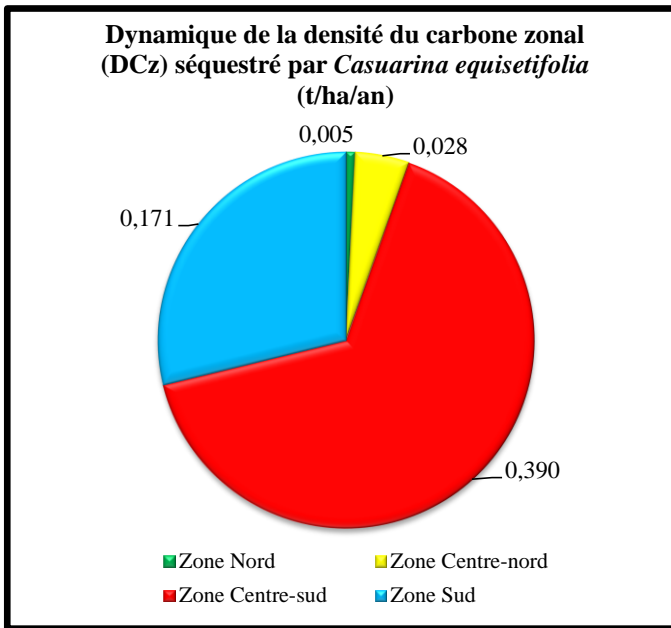
Il ressort de cette analyse de la C_p et de la D_{Cp} des palétuviers les remarques suivantes :

- La majoration absolue et constante des valeurs des deux paramètres à la station de la Zone Centre-nord : AkoACCC09RM. Tout indique que le substrat à cet endroit est le plus favorable à la croissance des palétuviers.

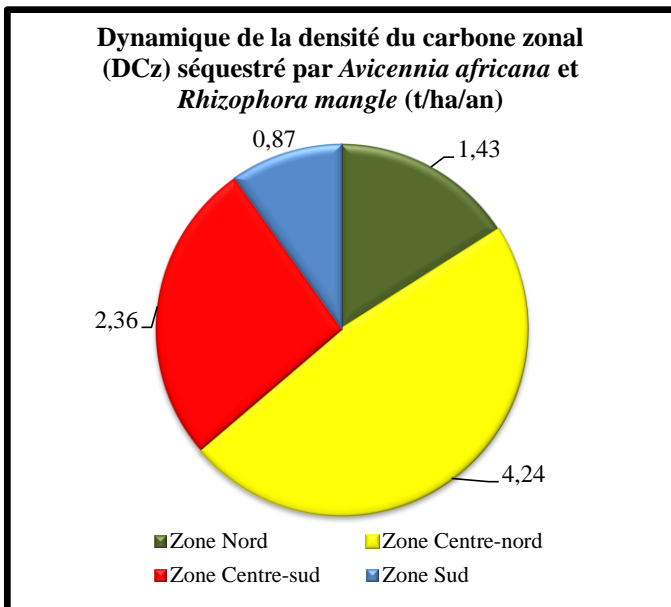
- Les profils de la dynamique du C_p et de la dynamique de D_{Cp} , toutes générations confondues, sont différents en ce point : la Zone Centre-sud enregistre des valeurs de D_{Cp} supérieures à celles de la Zone Nord en D_{Cp} . On constate l'inverse lorsqu'il s'agit de la C_p . Ceci donne tout son sens à l'intégration de la superficie – et l' dans l'estimation de la densité de la séquestration.

- Dans l'ensemble de leur allure, les diagrammes du C_p et de la D_{Cp} décrivent un profil presque similaire : augmentation des valeurs de la Zone Nord à la Zone Centre-Nord ; baisse plus ou moins régulière de la Zone Centre-nord à la Zone Sud. Autrement-dit, la C_p et la D_{Cp} restent plus élevées.

5.3. Interprétation des résultats obtenus



Graphique 78



Graphique 79

La répartition spatiale de la séquestration du carbone, comme on l'a vu, varie en fonction de :

- l'espèce : les palétuviers séquestrent, du point de vue de la densité, 15 fois plus de carbone que *Casuarina equisetifolia* (Tableau 19). Pour cause, les palétuviers font partie des espèces qui détiennent un très grand potentiel calorifique ;
- l'âge de l'espèce : la génération 2009 séquestre plus que celle de 2010 ;
- et les caractéristiques stationnelles : à génération égale (2009), les palétuviers de la Zone de CATF à composante Nord (Zone Centre-nord, la Zone Nord) séquestrent plus de carbone que partout ailleurs. Cette différence peut tenir des caractéristiques du substratum de la station (graphique 78).

Lorsque la zonation devient la base de comparaison de l'efficacité à la capture et à l'emmagasinement du carbone (densité de la séquestration), il se fait les remarques suivantes :

- une grande disproportion des valeurs de la D_C entre les différentes zones de CATF à *Casuarina*. A titre d'exemple, la Zone Nord capture 0,005 t/ha/an contre 0,390t/ha/an dans la Zone Centre-sud (graphique 77). Dans les aires à palétuviers, on mentionne un relatif écart entre les différentes valeurs de la densité de séquestration (graphique 78).
- si pour les filaos, les performances les plus élevées de la D_C sont relevées à la Zone Centre-sud, les palétuviers atteignent leur maximum dans la Zone Centre-nord (graphique 77 & 78).

Espèces restaurées	Zones de CATF	Stations de CATF	Séquestration du carbone (t)				Total	Stations de CATF	Densité de la séquestration du carbone (t/ha/an)				Total	
			Cp	Ct	Cz	Cg			DCp	DCt	DCz	DCg		
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Zone Nord	NgaACCC10CE1	0,001		0,002			NgaACCC10CE1	0,002			0,005		
		NgaACCC10CE2	0,002					NgaACCC10CE2	0,007					
	Zone Centre-nord	NgeACCC09&10CE1	0,004		0,055			NgeACCC09&10CE1	0,024			0,028		
		NgeACCC09&10CE2	0,051			0,055		NgeACCC09&10CE2	0,056				0,028	
	Zone Centre-sud	NgeACCC10CE	0,000	0,000				NgeACCC10CE	0,002					
		NgoACCC09CE1	2,112					NgoACCC09CE1	2,128					
		NgoACCC09CE2	0,732					NgoACCC09CE2	0,513					
		NgoACCC09CE3	0,313		3,814			NgoACCC09CE3	0,444					0,15
		NgoACCC09CE4	0,303					NgoACCC09CE4	0,205					
		NgoACCC09CE5	0,354			3,822		NgoACCC09CE5	0,198		0,390	0,390		
		NgoACCC10CE1	0,003					NgoACCC10CE1	0,008					
		NgoACCC10CE2	0,002		0,008			NgoACCC10CE2	0,013					
		NgoACCC10CE3	0,000					NgoACCC10CE3	0,001					
		NgoACCC10CE4	0,002					NgoACCC10CE4	0,004					
	Zone Sud	DiaACCC09CE	0,690		0,690			DiaACCC09CE	0,340			0,171	0,171	
		DiaACCC10CE	0,002	0,002		0,692		DiaACCC10CE	0,002					1,19
93,4														
Palétuviers	<i>Rhizophora mangle</i>	Zone Nord	MatACCC09RM1	10,6										
			MatACCC09RM2	2,77	23,32				MatACCC09RM2	1,16	1,16		1,43	
			MatACCC09RM3	9,91		25,1								
		MatACCC10RM	1,74	1,74				MatACCC10RM	1,70	1,70				
		Zone Centre-nord	AkoACCC09RM	41,6	41,6	43,9			AkoACCC09RM	4,96	4,96			
			AkoACCC10RM	2,29	2,29				AkoACCC10RM	3,52	3,52		4,24	
		Zone Centre-sud	SanACCC09RM1	6,08										
	SanACCC09RM2		3,22	11,5				SanACCC09RM2	2,74	2,74		2,36		
	SanACCC09RM3		2,15		16,2									
	SanACCC10RM1		1,26	4,71				SanACCC10RM1	1,98	1,98				
	Zone Sud	SouACCC09RM	3,27	3,27	3,43			SouACCC09RM	1,34	1,34		0,87		
		SouACCC10RM	0,17	0,17				SouACCC10RM	0,40	0,40				
		SouACCC10AA	0,30	0,30	0,30	0,30		SouACCC10AA	1,20	1,20	1,20	1,20		
	88,5													
1,19														
1,19														

Tableau 19

VI. Conclusion, discussion et perspective

A l'heure où la température de la terre a déjà augmenté de 0,7 °C le siècle précédent (IPCC, 2007, FAQ 6.2), où l'Arctique perd $2,7 \pm 0,6$ % de sa superficie par décennie (IPCC, 2007, FAQ 4.1), il urge d'appliquer des stratégies d'adaptation susceptibles d'atténuer les effets du réchauffement climatique.

Ceci a été la préoccupation de l'Adaptation aux Changements Climatiques en zones Côtière (ACCC) lorsqu'elle entama en 2009 ses campagnes de reboisement au niveau sous-régional du Sénégal.

En effet, cette entreprise de restauration de la phytomasse n'est que l'aboutissement d'un partenariat Nord-Sud défini par le Mécanisme pour un Développement Propre (MDP) mis en place par le Protocole de Kyoto. Ce dernier accord, entré en vigueur le 16 février 2005, exprime en 2010 l'engagement des pays signataires de réduire l'émission des GES « d'au moins 5 % par rapport au niveau de 1990 au cours de la période d'engagement allant de 2008 à 2012 »²⁶.

Dans le même temps, les pays n'ayant pas d'objectifs de réduction d'émissions de CO₂ – essentiellement constitués des pays en voie de développement – reçoivent de l'aide des pays développés pour la mise en place des stratégies d'adaptation et surtout d'atténuation des changements climatiques. Le canal d'acheminement de ce soutien en matériel, expertise ou financement est le MDP.

Ainsi, ACCC a pu bénéficier du financement par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) à l'exécution des campagnes de restauration de la végétation en vue de séquestrer le carbone atmosphérique.

Dans la communauté rurale de Palmarin, une telle entreprise a intéressé 3 espèces à savoir : *Avicennia africana*, *Casuarina equisetifolia* et *Rhizophora mangle*. Ces plantes ont respectivement capturé les quantités de carbone suivantes : 0,3 t, 4,57 t et 88,5 t sur une période allant de 1 à 2 années d'existence.

²⁶Protocole de Kyoto à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

BIBLIOGRAPHIE

- BERNARD, M. (1994). *Cours de chimie générale* (éd. 2e édition). Dunod.
- BERNIER, P., & LEFRANT, S. (1997). *Le carbone dans tous ses états*. Gordon et Breach Sciences Publishers.
- BOTONI, E., & REIJ, C. (2009). *La transformation silencieuse de l'environnement et des systèmes de production au Sahel : Impacts des investissements publics et privés dans la gestion des ressources naturelles*. Comité Permanent Inter- États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILS).
- BROWN, S. (. (2004). *Exploration du potentiel de séquestration du carbone dans les forêts classées de la République de Guinée, Rapport présenté à L'Agence des États-Unis pour le développement international*.
- CORMIER-SALEM, M.-C. (1994). *Dynamique et usage de la mangrove dans les pays des rivières du Sud*. Paris ORSTOM.
- DEGUE-NAMBONA, R. M. (2008). *Contribution des reboisements de mangrove de la RBDS à la séquestration du carbone atmosphérique : cas des plantations des villages Djirda et Sanghako du Delta du Saloum (Sénégal)*. DEA, ISE.
- DIOUF, J. N. (2011). *Effet d'un apport organique croissant dans un sol sur la minéralisation du carbone et de l'Azote organique, l'activité microbienne*. Mémoire de Diplôme de Master en Biologie Animale, FST, UCAD.
- Fabien, M. (2009). *Mesure du dioxyde de carbone (CO₂) atmosphérique par Lidar Dial: préparation d'une future mission spatiale*. Thèse de doctorat, Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)/Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD).
- FAYE, M. N., GUISSÉ, A., DIALLO, N., & DIOP, E. S. (2010). *Etude phénologique des rhizophora de la mangrove de l'Estuaire du Saloum*. Sénégal: Département de Biologie Végétale, UCAD.
- FAYE, S. (1995). *Etude de l'évolution géomorphologique du littorale de Joal-Fadiouth à Palmarin*. mémoire de Maîtrise.
- FORSTER, B. A. (1961). *Casuarina equisetifolia : caractères sylvicoles et méthodes de plantation*. (R. B. tropiques, Éd.)
- rené marnas. (ghkk). n.
- HUFTY, A. (2001). *Introduction à la climatologie : le rayonnement et la température, l'atmosphère, l'eau, le climat et l'activité humaine*. De Boeck Université, 2001.

Bibliographie

- IPCC. (2007). *Guidance Notes for Lead Authors of the IPCC Fourth Assessment Report on Addressing Uncertainties*. IPCC.
- KALY, J. L. (2001). *Contribution à l'étude de l'écosystème mangrove de la Petite Côte et essai de reboisement*. Thèse de Doctorat.
- KANDJI, C., PIRARD, H., & MASSALY, S. (2006). *Fiche technique de production et de plantation d'Avicennia africana*, in « *Appui à la gestion communautaire des ressources naturelles des forêts de mangrove – réserve de biosphère du delta du Saloum, Sénégal* » *Projet mangrove* –.
- MAGGIA, L. (1991). *Diversité génétique de Frankia, symbiote de Casuarina equisetifolia L. Johnson en Afrique de l'Ouest (Sénégal et Gambie)*. Thèse de doctorat de l'Université Paris VII.
- MARIUS, C. (1990). *Mangroves du Sénégal et de la Gambie : Ecologie-Pédologie-Géochimie, Mise en valeur et aménagement*. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, soutenue le 30 mars 1984 à l'Université Louis Pasteur, Editions de l'ORSTOM.
- MARNAS, F. (2009). *Mesure du dioxyde de carbone (CO2) atmosphérique par Lidar Dial : préparation d'une future mission spatiale*. Thèse de doctorat, Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)/Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD).
- MBOW, C. (2009). *Potentiel et dynamique des stocks de carbone des savanes soudaniennes et soudano-guinéennes du Sénégal*. Thèse de doctorat d'Etat, UCAD.
- Mélanie, A., & LAVIGNE, L. (2009). *Solutions autonomes pour un dispensaire africain à Palmarin*. *Projet Energies Renouvelables, Master II Génie de l'habitat, Université Paul Sabatier*.
- MEYER, J.-Y. (2005). *Rapport de mission d'expertise sur l'invasion du 'Aito (Casuarina equisetifolia) dans l'atoll de Mururoa (Tuamotu)*.
- MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA PROTECTION DE LA NATURE. (2006). *Plan d'Action National pour l'Adaptation aux Changement Climatiques (PANA)*.
- MOUSSA, M. N. (2004). *Justification et critères de durabilité des projets de séquestration du carbone dans la lutte contre les changements climatiques : cas des systèmes agroforestiers de Sébikotane*. Mémoire de DEA.
- NATIONS UNIES . (1992). *Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)*. Nations Unies.
- NIANG-DIOP, I. (1995). *L'érosion sur la petite côte du Sénégal à partir de l'exemple de Rufisque. Passé - Présent – Futur*. Pour le grade de docteur de l'Université d'Angers en géologie littorale.

Sibliographie

- OCEANIUM-DAKAR . (s.d.). *Guide technique à la destination des animateurs villageois pour le reboisement de la mangrove avec l'espèce Rhizophora.*
- PEDRO, G. (2007). *Cycles biogéochimiques et écosystèmes continentaux.* Rapport sur la science et la technologie, Académie des sciences, Institut de France.
- PLD-Palmarin. (2001). *Plan local de développement pour Palmarin.*
- RAMADE, F. (2008). *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité.* Paris: Dunod.
- RBDS. (2003). *Bref aperçu de la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (RBDS) : son plan d'action.*
- RENAUDAT, J. (2005). *Le cycle du carbone : une clé pour l'environnement.* Mémoire de fin de formation à la Haute Qualité Environnementale, Ecole d'Architecture de Lyon.
- ROTH, G. D. (2001). *Guide de la météorologie : observer, comprendre, prévoir.* Delachaux et Niestlé Lausanne.
- SALEM, M.-C. C. (1999). *Mangrove, système à usage multiple, in Rivières du Sud : Sociétés et mangroves ouest-africaines (Vol. I).* Paris: IRD.
- SECK, E. H. (2008). *Le rôle des ONG dans le développement local : le cas de la communauté rurale de Palmarin.* mémoire de Maîtrise.
- THIOUBOU, M. W. (2002). *Diversité des espèces végétales ligneuses et gestion des ressources naturelles à Munde, Falia et Siwo (îles du Saloum).* mémoire de Maîtrise.
- TOURE, A. (2002). *Contribution à l'étude de l'évolution des réservoirs de carbone en zone nord-soudanienne au Sénégal.* Thèse de DEA.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i – ii
AVANT PROPOS	iii – iv
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	v – vi
SOMMAIRE	vii
PROPOSITION DE RECHERCHE	1 – 7
PREMIERE PARTIE : Présentation du contexte général de l'étude de la séquestration du carbone à Palmarin	8
I. CHAPITRE 1 : NOTIONS-CLE	9
1.3. Aperçu sur l'effet de serre et le réchauffement climatique	9 – 12
1.4. Aperçu sur la séquestration du carbone	12
1.2.1. <i>Historique du carbone</i>	12
1.2.2. <i>Carbone organique, carbone inorganique / cycle court et cycle long du carbone</i>	12 – 14
1.2.3. <i>Séquestration du carbone</i>	14 – 15
II. CAPITRE 2 : PRESENTATION DE L'ESPACE GEOGRAPHIQUE DE PALMARIN	16 – 18
2.1. Localisation de la communauté rurale de Palmarin	19
2.2 Historique	19 – 20
2.3 Caractérisation de la population de Palmarin (Dépouillement de l'enquête)	20
2.3.1 Présentation du questionnaire	20 – 23
2.3.2 Dépouillement et traitement des données de l'enquête	23
2.3.2.1 Le statut social.	23 – 29
2.3.2.2 La profession	29 – 31
DEUXIEME PARTIE : Caractérisation et paramétrage de la biomasse restaurée ; estimation de la biomasse anhydride	32
III. CHAPITRE III : FACTEURS CONDITIONNELS DE LA BIOMASSE VEGETALE	33
3.1. Le climat	33
3.1.2. Les températures	33 – 36
3.1.2 Les vents	36 – 39
3.1.3 Les précipitations	39 – 42
3.1.4 L'humidité relative	42 – 43

3.2. Le relief	43
3.3 Les sols	44 – 45
3.4 La répartition des eaux	45
3.4.1 Les eaux de surface	45
3.4.2 Les eaux souterraines	45
3.4.2.1 Le Continental Terminal	45
3.4.2.2 La nappe du Maestrichtien	45 – 46
3.4.2.3 L'eau du Paléocène	46
3.5. La faune	46
IV. CHAPITRE 4 : ECOSYSTEME VEGETAL DE PALMARIN	47
4.3. La végétation naturelle	47
4.1.1. Evolution spatiale	47 – 49
4.1.2. Evolution temporelle	49
4.1.3 Les facteurs de réduction de la biomasse végétale	49
4.1.3.1 Les facteurs naturels	49 – 51
4.1.3.2 Les facteurs humains	51 – 52
4.4. La biomasse végétale restaurée	52 – 53
4.2.5. Caractérisation des écosystèmes restaurés de Palmarin	53
4.2.1.1 Contexte local de la restauration de l'ACCC à Palmarin	53 – 60
4.2.1.2 Généralités sur les écosystèmes restaurés	60 – 68
4.2.1.3 Contraintes de la réaffectation de l'ACCC à Palmarin	69 – 73
4.2.1.4 Regards de la population de Palmarin sur les réaffectations effectués	73 – 79
4.2.6. La réaffectation : les procédés	79
4.2.2.1 Procédés d'afforestation des palétuviers	79 – 81
4.2.2.2 Procédés de reboisement de <i>Casuarina equisetifolia</i>	81
4.2.7. Cartographie des Zones de réaffectation à Palmarin	81 – 82
4.2.3.1 Zone Nord des CATF	82 – 83
4.2.3.2 Zone Centre-nord des CATF	83 – 84
4.2.3.3 Zone Centre-sud des CATF	84 – 85
4.2.3.4 Zone Sud des CATF	85 – 86
4.2.8. Estimation de la biomasse restaurée	86
4.2.4.1. Typologie de la biomasse restaurée	86 – 87
4.2.4.2. Présentation et mesures des stations réaffectées	87 – 93

4.2.4.3 Inventaire et échantillonnage des individus d'espèces restaurées	93 – 100
4.2.4.4. Méthode de collecte et résultats des données allométriques	100 – 113
4.2.4.5 Estimation de la Masse anhydride restaurée (Ma)	113 – 131
TROISIEME PARTIE : Détermination du carbone séquestré	132
V. CHAPITER V : ESTIMATION DU CARBONE SEQUESTRE	133
5.1 Caractérisation du carbone	133
5.1.1. Définition	133
5.1.2. Réservoirs naturels	133 – 134
5.1.3. Typologie du carbone séquestré	134
5.2. Les résultats de la séquestration du carbone	133 – 134
5.2.1. La séquestration par <i>Casuarina equisetifolia</i>	135 – 137
5.2.2. La séquestration par <i>Avicennia africana</i> et <i>Rhizophora mangle</i>	137 – 138
5.3. Interprétation des résultats obtenus	138 – 139
VI. CHAPITRE VI : CONCLUSION, DISCUSSION ET PERSPECTIVE	141
BIBLIOGRAPHIE	142 – 144
TABLE DES MATIERES	145 – 147
Liste des tableaux et des graphiques	148 – 151
Liste des figures	152
ANNEXES	152 – 157

LISTE DES GRAPHIQUES ET DES TABLEAUX

Graphique 1	21
Graphique 2	23
Graphique 3	25
Graphique 4	27
Graphique 5	27
Graphique 6	29
Graphique 7	29
Graphique 8	30
Graphique 9	33
Graphique 10	34
Graphique 11	34
Graphique 12	35
Graphique 13	38
Graphique 14	39
Graphique 15	39
Graphique 16	40
Graphique 17	40
Graphique 18	41
Graphique 19	42
Graphique 20	72
Graphique 21	72
Graphique 22	73
Graphique 23	73
Graphique 24	74
Graphique 25	75
Graphique 26	75

Graphique 27	76
Graphique 28	89
Graphique 29	92
Graphique 30	95
Graphique 31	96
Graphique 32	96
Graphique 33	98
Graphique 34	98
Graphique 35	105
Graphique 36	104
Graphique 37	106
Graphique 38	107
Graphique 39	106
Graphique 40	106
Graphique 41	109
Graphique 42	110
Graphique 43	109
Graphique 44	111
Graphique 45	110
Graphique 46	110
Graphique 47	111
Graphique 48	113
Graphique 49	112
Graphique 50	116
Graphique 51	115
Graphique 52	117
Graphique 53	116

Graphique 54	118
Graphique 55	117
Graphique 56	119
Graphique 57	118
Graphique 58	118
Graphique 59	119
Graphique 60	120
Graphique 61	122
Graphique 62	123
Graphique 63	122
Graphique 64	124
Graphique 65	125
Graphique 66	126
Graphique 67	125
Graphique 68	127
Graphique 69	128
Graphique 70	127
Graphique 71	127
Graphique 72	130
Graphique 73	135
Graphique 74	133
Graphique 75	137
Graphique 76	138
Graphique 77	139
Graphique 78	139
Tableau 1	21
Tableau 2	22

Tableau 3	24
Tableau 4	34
Tableau 5	41
Tableau 6	56
Tableau 8 : Résumé de la situation du reboisement de <i>Casuarina equisetifolia</i> à Palmarin d’après G. Ndong et P. Ndène.	58
Tableau 9	74
Tableau 10	77
Tableau 11	77
Tableau 12 : typologie de la biomasse restaurée	86
Tableau 13	89
Tableau 14 : Zones de CATF des palétuviers	92
Tableau 15	95
Tableau 16	108
Tableau 17	132
Tableau 18 : Nomenclature du carbone séquestré	132
Tableau 19 137	

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Un modèle idéalisé de l'effet de serre naturel (source IPCC, 2007.....	11
Figure 2 : Cycle global du carbone (source ; Renaudat, 2005).....	13
Figure 3 : Localisation de la zone d'étude.....	16
Figure 4 : Carte thématique de la CR de Palmarin.....	32
Figure 5 : Paysages végétaux naturels de Palmarin.....	46
Figure 6 : Des sols gagnés par les tannes.....	53
Figure 7 : Les effets de l'érosion côtière.....	68
Figure 8 : Zone de CATF d'ACCC à Palmarin.....	81
Figure 9 : Zone Nord de CATF d'ACCC.....	82
Figure 10 : Zone Centre-nord de CATF d'ACCC.....	83
Figure 11: Zone Centre-sud de CATF d'ACCC.....	84
Figure 12: Zone Sud de CATF d'ACCC.....	84
Figure 13 : Stations à <i>Casuarina equisetifolia</i> du domaine des CATF de l'ACCC.....	88
Figure 14 : Stations à <i>Avicennia africana</i> et <i>Rhizophora mangle</i> du domaine de CATF de l'ACCC.....	91
Figure 15 : Les trois étapes de la méthode de destruction.....	Erreur !

Signet non défini.

ANNEXES

Outils de terrain

1	balance de précision (10 ⁻³ gramme) pour peser les échantillons
1	appareil GPS
1	appareil photo
1	balance mécanique (15 à 20 Kg)
1	bâton métrique de plus de 6 m de hauteur
1	coupe-coupe destiné à séparer la biomasse
1	couteau servant à couper au raz du sol les échantillons des cultures et des herbes
1	étuve pour le séchage des échantillons prélevés
1	pair de gang
1	pierre à coulis
1	rouleau métrique en caoutchouc
1	ruban de 1,5 mètre de long
1	ruban de 30 mètres de long
?	sacs en plastiques pour la récolte des échantillons de plantes

Questionnaire

Partie I : Statut social du questionné

1. Sexe : 1.a. : Féminin ; 1.b. : Masculin
2. Age :.....
3. Lieu de naissance :.....
4. Lieu de résidence actuel à Palmarin :.....
5. Date de résidence à Palmarin :.....
6. Situation conjugale : 6.a. : Marié ; 6.b. : Célibataire

Partie II : Profession de l'enquêté

7. Quelle est l'activité principale que vous menez ?
 - 7.a. Socioprofessionnelle (préciser laquelle) :.....

ou

- 7.b. Economique :

Annexes

7. b.1. Pêche ; 7.b.2. : Exploitation de sel ; 7.b.3. : Agriculture ; 7.b.4: Autres
(préciser laquelle ou lesquelles) :.....

8. Quelle est l'activité secondaire que vous menez parallèlement à votre activité principale :

8. a. : Pêche ; 8.b. : Exploitation de sel ; 8.c.: Agriculture ; 8.d.:

Autres(préciser laquelle ou lesquelles) :.....

Partie III : Campagnes de la réaffectation

9. Aviez-vous pris part aux campagnes de réaffectation ACCC ? : 9.a. : 9.b : N

Si Oui, préciser (l' ou) les années, (l' ou) les espèce(s), la quantité des graines, (le ou) les lieu(x) et la superficie où celles-ci ont été réaffectées. Si Non, passer à la question 10.

10. Avant la campagne de réaffectation ACCC (2009 et 2010), d'autres campagnes avaient-elles été menées ou sont-elles en cours ? : 10.a : Oui ; 10.b : Non

Si Oui, préciser (l' ou) les années, (l' ou) les espèce(s), la quantité des graines, (le ou) les lieu(x) et la superficie où celles-ci ont été réaffectées. Si Non, passer à la question 11.

10.a.1 Année (s) :.....

10.a.2 Espèce(s) restaurée(s) :.....

10.a.3 Quantité des graines (Kg) :.....

10.a.4 Lieu(x) de réaffectation :.....

10.a.5 Superficie réaffectée (ha):.....

11. En dehors des campagnes de réaffectation de projet (ACCC et UICN), avez-vous personnellement ou avec d'autres individus entrepris une restauration de plantes quelconques dans votre localité ou dans une autre localité située à Palmarin ?

11.a. Dans votre localité située à Palmarin : 11.a.1 Oui 11.a.2 : Non

Si Oui, préciser (l' ou) les années, (l' ou) les espèce(s), la quantité des graines, (le ou) les lieu (x) et la superficie où celles-ci ont été restaurées. Si Non, passer à la question 11.b. :

11.a.1.A. Année (s) :.....

11.a.2.B. Espèce(s) restaurée(s) :.....

11.a.3.C. Quantité des graines (Kg) :.....

11.a.4.D. Lieu(x) de réaffectation :.....

11.a.5.E. Superficie réaffectée (ha):.....

11.b. Dans une (d') autre(s) localité(s) située(s) à Palmarin : 11.b.1 Oui 11.b.2 :

Si Oui, préciser (l' ou) les années, (l' ou) les espèce(s), la quantité des graines, (le ou) les lieu(x) et la superficie où celles-ci ont été restaurées. Si Non, passer à la question c.2. :

- 11.b.1.A Année (s) :.....
- 11.b.1.B Espèce(s) restaurée(s) :.....
- 11.b.1.C Quantité des graines (Kg) :.....
- 11.b.1.D Lieu(x) de réaffectation.....
- 11.b.1.E Superficie réaffectée (ha):.....

12. Si vous n'aviez pris part à aucune activité de restauration (personnelle, ACCC ou IUCN), dites pourquoi vous n'y avez pas participé :

12.a. J'ai voulu y participer mais j'étais trop occupé.

12.b. Je n'y pas participé parce-que je ne me sentais pas concerné par la campagne de restauration.

12.c. J'avais voulu y participer mais j'ai été empêché par une absence de Palmarin

12.d. J'ai voulu y participer mais j'étais empêché par mon âge trop avancé

12.e. Je trouve que c'est inutile parce que les changements sur l'environnement de Palmarin sont déjà trop en avancé.

12.f. J'ai voulu y participer mais je n'étais pas au courant

12.g. Je n'aime pas l'idée de la réaffectation

.....

12.h. J'ai voulu y participer mais j'étais empêché pour des raisons de santé

12.i. Je n'ai pas été convié à la réaffectation.....

.....

13. Pourquoi selon vous doit-on procéder à des réaffectations à Palmarin ?

Parce que :

.....

14. Avez-vous entendu parler du réchauffement climatique ? : 14.a. : Oui 14.b. :

Non

Si Oui, passer à 14.a.1. Si Non, passer à la question 15.

14.a.1. Que savez-vous du réchauffement climatique ?

.....

.....

.....

14.a.2. Avez-vous senti les changements climatiques dus au réchauffement climatique dans votre localité à Palmarin : 14.a.2.A. : Oui 14.a.2.B. : Non

Si Oui, passer à 14.a.3. Si Non, passer à la question 15.

14.a.3. Comment se sont manifestés ces changements climatiques dus au réchauffement climatique dans votre localité à Palmarin ?

.....
.....
.....

14.a.4. Pensez-vous que la restauration des plantes à Palmarin permet de lutter contre le réchauffement climatique ? : 14.a.4.A. Oui 14.a.4.B. Non

Pourquoi ?

.....
.....
.....

Partie IV : Evaluation et critique de la campagne de réaffectation ACCC (2009/2010).

15. Comment trouvez-vous le résultat de la réaffectation à Palmarin :

15.a. La réaffectation n'a pas réussi

15.b. La réaffectation a

15.b.1. Beaucoup réussi

15.b.2. Moyennement réussi

15.b.3. Peu réussi

Personnes-ressources des entretiens

ANTA Henriette, *Trésorière du GIE*

DIATTA Moussa, *Conservateur de la Réserve Naturelle Communautaire de Palmarin (Palmarin-Ngounoumane, Facao)*

DIOUF Christophe, *Chef de village de Ngounoumane, modérateur dans le projet de la réaffectation*

DIOUF Raymond, *Ex-conseiller rural, habitant de Diakhanor*

FALL Abdoulaye, *Assistant communautaire de la Communauté Rurale de Palmarin.*

FAYE Abbé Alphonse Demba, *affecté à la Paroisse de Palmarin depuis 2006.*

FAYE Joseph, *témoin du raz-de-marée du 10 septembre 2010.*

NDENE Maurice Omar, *doyen et notable du village de Ngounoumane.*

NDENE Pierre, *Président des écouguides de la mangrove de la CR de Palmarin.*

NDIAYE Ibrahima, *gérant responsable de l'auberge « DLC » à Djifère.*

NDONG Gilbert, *horticulteur de formation et pépiniériste de l'ACCC.*

Annexes

NDONG Sébastien, *chef de village de Djifère.*

SARR Pierre, *écoguide, Responsable de la réaffectation de l'ACCC à Diakhanor.*

SECK Gorgui, *Chef du village de Samsam.*

SECK Michel, *Conseiller au ministre de l'environnement.*

SECK Samuel, *Président la Communauté Rurale de Palmarin.*

SENE Emmanuel, *aide à la manœuvre, écoguide.*

THIOUB Momodou, *Coordinateur du projet « Sauver Djifère », Djifère.*

