



République du Sénégal
Un Peuple – Un But – Une Foi



F

EVALUATION DES BIENS ET SERVICES ECOSYSTEMIQUES DE LA ZONE D'INTERVENTION DE LA FADEC/NESI

JANVIER 2023

MAKHARAM ENVIRONNEMENT CONSULTING (MEC)



RC : SN DKR 2017 A 25401 NINEA : 006551198
Adresse : Rufisque 2 Santa Yalla Villa N° 136- Sénégal
Téléphone : +221 77 512 38 67 / +221 76 478 89 09
Email : meconsult17@gmail.com / ibousamb4@gmail.com

Table des matières

Introduction.....	1
I. Contexte de l'étude.....	2
II. Rappel des termes de référence.....	3
III. Présentation du milieu	3
3.1 Caractérisation des Niayes (description biophysique et socio-économique)	4
3.1.1 Description physique	4
3.1.2 Les formations végétales.....	5
3.1.3 Les ressources en eau.....	6
3.1.4 Description socio-économique.....	6
IV. Méthodologie de l'étude	6
4.1 Cadrage de l'étude	7
4.2 Recherche et analyse documentaire	8
4.3 Pour l'identification des outils de diagnostic et l'évaluation du potentiel	8
4.3.1 Analyse spatiale	8
4.3.2 Travaux d'inventaire	9
4.3.3 Pour l'identification des services écosystémiques	12
4.3.4 Pour l'évaluation de la valeur économique des SE.....	14
4.3.5 Pour la réalisation du diagnostic.....	18
4.3.6 Pour la synthèse, l'exploitation et l'analyse de données.....	19
V. Résultats.....	19
5.1 L'analyse des représentations cartographiques	19
5.2 Des investissements réalisés par la FADEC.....	24
5.3 Des services écosystémiques identifiés.....	27
5.4 De l'évaluation des potentialités des formations ligneuses	28
5.4.1 Les plantations forestières, steppes et formations relictuelles	28
5.5 De la valeur des services écosystémiques	38
5.5.1 Les services d'approvisionnement.....	38
5.5.2 Les services de régulation et de soutien.....	43
<i>Potentialités en séquestration de carbone des plantations et formations naturelles.....</i>	<i>45</i>
5.5.3 Les services culturels	50
VI. Estimation de la valeur économique totale des services écosystémiques.....	52
VII. Estimation des coûts de réhabilitation après exploitation.....	52
VIII. Conclusion	56
BIBLIOGRAPHIE	58
ANNEXES	59

Introduction

La zone des Niayes se caractérisait par une toposéquence qui va des dunes blanches vives vers les dunes rouges fixées à l'intérieur entrecoupées de cuvettes dépressions interdunaires exploitées pour la production maraichère (80% de la production horticole y provient). Cet écosystème particulier est influencé par un climat de type sub-canarien avec des vents quasi-permanents (les alizés maritimes) qui lui impriment un faciès à dominante sableuse fortement accidenté du fait de la présence de systèmes dunaires orientés NE-SO.

Avant l'installation de la bande de filao qui va de Dakar à Saint Louis sur une longueur de 180 km, dont les premiers travaux ont démarré en 1948, la zone était hostile à l'installation d'habitation permanentes et les cuvettes maraichères étaient constamment menacées d'ensablement à cause de la mobilité des sables dunaires. L'avènement de cette bande et des investissements connexes réalisés par des projets forestiers et des ONG en matière de fixation des dunes, a rendu possible l'installation de hameaux avec des habitations en dur et la protection des cuvettes améliorant la production maraichère.

La Fédération des Associations de Développement Communautaire FADEC NORD en partenariat avec Nazioarteko Elkartasuna- Solidaridad Internacional (NESI) et les pouvoirs publics a participé de manière considérable à ces réalisations. C'est ainsi que d'importants investissements ont été réalisées dans les communes de Thiep, Diokoul Diawrigne et Kab Gaye, de 2009 à 2021 contribuant au renforcement de la protection des cuvettes maraichères contre l'avancée des dunes à travers la fixation des dunes sur 1022,95 ha et le renforcement des capacités des acteurs.

Cet effort inestimable qui a connu un « success story » risque d'être compromis par l'extension du projet d'exploitation du Zircon qui a débuté en 2014 à Diogo avec la société « Grande Côte Opérations (GCO) ». Le secteur de Lompoul est la prochaine zone cible pour la prochaine phase d'exploitation qui devrait démarrer en 2023 (source FADEC).

En prévision à l'installation de GCO (Grande Côte Opération) dans cette zone pour l'exploitation du zircon, la FADEC NORD a sollicité les services du cabinet MEC – Makharam Environnement Consulting afin d'estimer financièrement les investissements consentis pour la réalisation des plantations de 2009 à 2021, et d'évaluer les avantages économiques des biens et services écosystémiques y relatifs ainsi que les coûts nécessaires pour la mise en place de plantations compensatoires.

Cette étude intègre donc une évaluation de la valeur de l'écosystème des Niayes dans cette partie où intervient la FADEC. L'approche globale de l'étude combine l'analyse cartographique et l'évaluation économique et financière. Elle permet de mesurer la valeur du capital biophysiques (plantations et formations naturelles, agroécosystèmes) à travers les services écosystémiques qu'ils génèrent.

I. Contexte de l'étude

La zone des Niayes présente un relief sous forme de succession de formations dunaires entrecoupées de dépressions qui constituent des endroits favorables à la pratique du maraîchage et de l'arboriculture en raison de la présence d'une nappe d'eau affleurante. Ce relief devient de plus en plus accidenté, au fur et à mesure qu'on s'approche de la zone littorale. L'une des problématiques essentielles de la zone des Niayes est l'avancée constante des dunes qui ensevelissent progressivement les cuvettes privant les autochtones de terres de culture dans cette zone hostile à toute autre forme d'exploitation agricole.

C'est dans ce contexte de précarité exacerbé par les effets des changements climatiques que la FADEC/NESI a entrepris, en appui aux populations vulnérables, d'importants investissements qui ont porté aussi bien sur des réalisations physiques notamment en terme de fixation des dunes pour le rétablissement des équilibres écosystémiques, que sur la mise en place de moyens d'existence durable au profit des populations. C'est ainsi que 1022,95 ha ont été reboisés en plantation et enrichissements entre 2009 et 2021 en plus des équipements et infrastructures mis en place au niveau des villages et des zones d'exploitation.

Ces réalisations ont considérablement contribué à la fixation des dunes menaçantes et surtout à la sédentarisation de plusieurs villages essentiellement peulhs et à la sécurisation des habitats (FADEC, rapport technique).

Cependant, dans la zone des Niayes un évènement majeur risque de compromettre tous les investissements qui y ont été réalisés depuis 1948 avec l'installation de la première bande de filao dont l'objectif était de fixer les dunes et de permettre l'exploitation des cuvettes maraichères. En effet l'Etat du Sénégal et la Société Mineral Deposits Limited (MDL) ont signé une Convention Minière le 9/09/2004 dont l'Arrêté ministériel est référencé 007474 du 10 septembre 2004.

A la faveur de cette convention, le Gouvernement du Sénégal accorde à la Société MDL un permis de recherche minière pour le zircon, l'ilménite, le rutile, le leucoxène et autres minéraux associés dans la Grande Côte, sur une superficie de 445,7 km² (EIE projet Zircon, 2006).

L'emprise du site minier et la trajectoire de l'exploitation du Zircon n'épargneront pas les plantations réalisées par la FADEC/Nord localisées le long du littoral à l'arrière de la bande de filaos et réparties entre les Communes de Kab Gaye, Thiépp et Diokoul Diawrigne. Cette situation va négativement impacter l'écosystème des Niayes avec comme conséquences, entre autres, la destruction des 1022,95 ha de formation forestière dans le secteur de Lompoul qui demeure encore le siège d'une remobilisation intense du sable par le vent ainsi que l'anéantissement de plusieurs équipements et infrastructures situés dans la zone d'emprise de la concession accordée à GCO par l'Etat du Sénégal.

Trop souvent, les avantages générés par les écosystèmes ne sont pas pris en compte dans les mécanismes de prise de décision de développement et d'aménagement du territoire. En les omettant, leur contribution au bien-être de la société est donc largement sous-estimée, voire négligée, menant à des décisions sous-optimales pour les collectivités. Telle semble être la situation actuelle dans la zone des Niayes malgré les enjeux économiques majeurs liés à cet

écosystème et les conséquences d'une modification de sa vocation sur la sécurité alimentaire du pays.

II. Rappel des termes de référence

Objectif global

La présente consultation a pour objet de tarifier l'investissement nécessaire à la réalisation des plantations de 2009 à 2020 ainsi que les coûts relatifs à la mise en place de plantations compensatoires.

Objectifs spécifiques

Pour atteindre cette objectif global, il s'avère nécessaire de procéder à :

- ✓ L'évaluation des produits forestiers tangibles (le nombre d'arbres matures sur pied, le nombre d'arbres juvéniles sur pied).
- ✓ L'évaluation des services forestiers intangibles (les quantités de carbones séquestrées, les services de régulation et d'auto entretien).
- ✓ L'évaluation des coûts nécessaires à la mise en place de plantations compensatoires

Activités et tâches du consultant

Le consultant devra effectuer les tâches suivantes pour la réalisation de ce travail.

Il s'agit de :

- ✓ Faire la cartographie des blocs d'arbres implantés de 2009 à 2020 dans les communes de Kab Gaye, Thiépp et Diokoul Diawrigne ;
- ✓ Faire l'inventaire de chaque bloc d'arbres ;
- ✓ Estimer les quantités de carbone séquestrées par chaque bloc d'arbres en considérant comme réservoirs la biomasse aérienne et la biomasse racinaire ;
- ✓ Estimer la valeur économique et monétaire des biens et services écosytémiques ;
- ✓ Déterminer le coût d'un hectare de reboisement compensatoire en prenant en compte la production des plants au stade de la pépinière et les travaux de chantier de l'hectare à reboiser ;
- ✓ Rédiger et remettre un rapport final.

Produits attendus

Un livrable se lisant aisément et :

- ✓ Et prenant en compte les efforts de reboisement qui ont permis de jubiler la dynamique de dégradation des zones concernées ;
- ✓ Prenant en compte les impacts et l'additionnalité générés par les plantations par rapport aux pratiques prévalentes ;

Prenant en compte les investissements de la FADEC/Nord ayant produit des impacts directs et indirects dans le domaine du développement durable, de l'autonomisation des femmes et de la lutte contre la pauvreté dans les sites concernés.

III. Présentation du milieu

Localisation zone d'étude

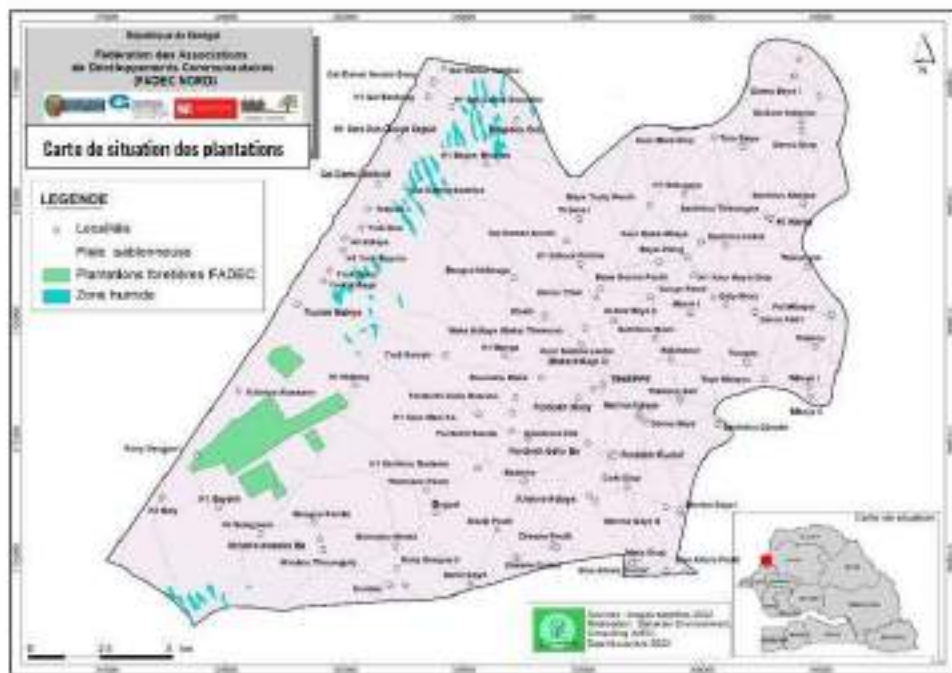
La zone d'intervention de la FADEC se trouve dans la zone des Niayes à cheval sur les Communes de Thiépp, Diokoul diawrigne et Kab Gaye dans la Région de Louga.

La carte ci-dessous donne la localisation de la zone d'étude.

Carte 1 : Carte de situation de la zone d'étude



Carte 2 : Localisation zones de plantation



3.1 Caractérisation des Niayes (description biophysique et socio-économique)

3.1.1 Description physique

Le littoral nord du Sénégal se situe à la même latitude que la zone sahélienne, mais appartient au domaine climatique dit « des Canaries ». Cette zone est d'ailleurs soumise à l'influence plus ou moins prépondérante dans le temps de trois masses d'air de caractéristiques et d'origine différentes :

- les alizés maritimes apportent fraîcheur et humidité, mais sont chargés d'embruns saturés en eau salée ; de même ils mobilisent des sables dunaires tendant à envahir les dépressions et les habitats ;
- l'harmattan qui a un fort pouvoir de dessiccation est plus sensible sur les terres de l'intérieur;
- le régime de mousson coïncide avec la courte saison des pluies.

Les températures moyennes assez basses (25°C) et l'humidité relative élevée (60-80%) du fait de la proximité de l'océan, maintiennent des conditions favorables au développement des cultures de contre-saison.

La saison des pluies dure de juin à octobre et l'essentiel des quantités d'eau précipitées provient des lignes de grains (Sagna, 1988). La pluviométrie annuelle comprise entre 500 et 250 mm, augmente du nord au sud et se caractérise, durant ces deux dernières décennies par leur variabilité dans le temps et dans l'espace.

La saison sèche qui s'étale de novembre à mai, est marquée par l'absence presque totale de pluie. Les rares précipitations notées durant cette saison proviennent du « Heug » qui se manifeste durant la période fraîche (janvier-mars).

La typologie des sols se présente comme suit :

- Sables dunaires : ce sont des sols peu évolués d'apport éolien, profonds et bien drainés, avec une faible présence de matières organiques ;
- Sols dior noirs : ils appartiennent au sous-groupe hydro morphe et occupent les dépressions inter dunaires du système des dunes jaunes. Ils ont une teneur en matière organique qui autorise leur utilisation pour les cultures maraîchères ;
- Sols tourbeux : localisés au niveau des dépressions à nappe phréatique affleurante, ces sols sont acides et se caractérisent aussi par une bonne structure, une teneur en matières organiques assez élevée. Mais leur utilisation se heurte à l'excès d'humidité et la présence d'éléments acides nocifs.

3.1.2 Les formations végétales

La grande côte présente une végétation diversifiée où coexistent des espèces reliques à affinité guinéenne avec des espèces sahéliennes steppiques. La composition floristique et la distribution des espèces sont déterminées par la nature du substratum et par les conditions climatiques.

La végétation du cordon littoral

La couverture végétale est constituée d'une pseudo steppe arbustive composée de *Parinari macrophylla*, *Fagara xanthoxyloides*, *Aphania senegalensis*, *Commiphora africana* et *Annona senegalensis*. Sur le flanc des dunes poussent des espèces telles que *Leptadania hastata* et *Chrysobolanus orbicularis*,

La végétation des dunes intérieures

C'est une steppe arborée dominée par *Faidherbia albida*, *Acacia raddiana* et *Balanites aegyptiaca*, Ces espèces colonisent les espaces inter-dunaires ou sur dunes jaunes ou rouges fixées. Elles se présentent sous forme de peuplements steppiques à couvert plus ou moins

fermé. C'est le lieu de pâturage par excellence du bétail détenu par les populations peulhs qui constituent l'écrasante majorité des habitants de la zone. Cette végétation est d'un apport important en fourrage aérien pour le bétail en toutes périodes de l'année.

La bande de filao

Le service forestier avec l'appui des gouvernements Canadien (Projet Conservation des terroirs du Littoral) et Américain (Projet de fixation des Dunes et de protection des cuvettes maraîchères), a pu réaliser un rideau d'arbres de Dakar à St. Louis sur 180 km destiné à la lutte contre l'ensablement des terres cultivables, pastorales et des infrastructures humaines. Malgré ces innombrables réalisations, le phénomène de ravivement est observé tout le long de la zone des Niayes, plusieurs acteurs au développement (projets, programmes, ONG et autres) se sont investis dans les activités de fixation de ces dunes. C'est le cas de la Fédération des Associations de Développement Communautaire FADEC NORD en partenariat avec Nazioarteko Elkartasuna- Solidaridad Internacional (NESI) et les pouvoirs publics qui a participé de manière considérable à la poursuite des activités de fixation des dunes et de protection des cuvettes.

3.1.3 Les ressources en eau

Les eaux disponibles dans les Niayes sont essentiellement de deux types : les eaux de la nappe souterraine et les eaux de surface localisées au niveau de quelques lacs.

La nappe qui alimente les Niayes est dite celle des sables quaternaires du littoral nord. Sa profondeur varie de 3 à 7 m. Dans certaines zones basses, elle est souvent sub affleurante et inonde le centre de la dépression en saison des pluies. La nappe phréatique est en contact avec l'eau salée. L'existence de ce biseau peut favoriser l'intrusion de l'eau salée dans le continent en cas de surexploitation de la nappe aquifère, provoquant ainsi une rupture d'équilibre entre les eaux océaniques et les eaux douces (Ndiaye, 1995).

3.1.4 Description socio-économique

La zone des Niayes est une mince bande de territoire large de 10 à 30 km le long du littoral Nord entre Dakar et St. Louis caractérisée par des conditions bioclimatiques et hydriques singulières attribuables à l'Alizé maritime qui maintient les températures relativement fraîches, de faibles amplitudes et d'une humidité élevée qui complète le déficit de saturation, favorisant le développement de la culture horticole et particulièrement le maraîchage pratiqué par près de 150 000 habitants dans les dépressions inter dunaires.

Environ 80% de la production maraîchère du pays provient des Niayes. La production horticole (légumes et fruits) occupe de plus en plus une place stratégique dans la satisfaction des besoins de consommation du Sénégal et offre une opportunité pour l'exportation.

Les populations de la zone s'adonnent à l'agriculture, à la pêche, à l'élevage, au commerce et au transport. Mais l'activité prédominante demeure l'agriculture qui occupe 68 % des ménages.

IV. Méthodologie de l'étude

Deux points de vue économiques sont mobilisés dans cette étude, celui du flux annuel, où l'on mesure les bénéfices apportés chaque année à la population pour les services, et celui

du stock, où l'on considère une perspective de long terme des bénéfices des écosystèmes, la séquestration du carbone.

La démarche méthodologique utilisée comportera cinq phases :

- une phase préparatoire (cadrage de l'étude) ;
- une phase d'analyse documentaire ;
- une phase d'identification et de validation des outils de diagnostic ;
- une phase de diagnostic ;
- une phase de synthèse, d'exploitation et d'analyse de données (rédaction, discussion et finalisation du rapport).

4.1 Cadrage de l'étude

Le cadrage théorique de l'étude nous oblige à définir quelques concepts clés liés à l'objet de la mission. Le cadrage théorique définit les grilles d'analyse qui orientent la démarche et les méthodes de collecte des données. Il nous permet de circonscrire le champ thématique et spatial de la mission. Il nous permet aussi de mieux **organiser la collecte** des données sur le terrain, de **discuter des méthodes d'application des outils** de collecte, de **planifier et d'optimiser nos moyens** et nos déplacements pour mieux gérer le temps et être plus efficace et efficient.

Pour une compréhension des termes utilisés dans ce document, définissons quelques concepts :

- **Fixation des dunes** : Elle consiste en des techniques utilisées pour arrêter la progression des dunes et l'ensablement des cuvettes. Il s'agit de procédés mécaniques consistant à ériger des palissades (fascines) de 1 à 1,5 m de hauteur pour stabiliser la dune, suivies de procédés biologiques consistant à planter des arbres sur ces dunes stabilisées afin de fixer le sable.
- **écosystème** : Un écosystème forestier est une zone dans laquelle prédominent **les arbres et** où il existe des communautés biologiquement intégrées d'animaux, de plantes et de micro-organismes formant la biocénose, ou l'ensemble biotique, et à leur tour ces communautés interagissent avec les éléments abiotiques présents (sols, climat, eau...).
- **Biodiversité** : Variété et variabilité des espèces vivantes, des écosystèmes dans lesquels elles vivent et des mécanismes biologiques qui les conditionnent.
- **Biens et services écosystémiques** : Les biens écosystémiques (comme la nourriture) et les services (tels que le traitement des déchets) représentent les avantages que les populations humaines tirent, directement ou indirectement, des fonctions des écosystèmes (adapté de Costanza et al., 1997)

Dans l'EEM, la définition de « services » désigne à la fois des avantages tangibles et intangibles, à savoir les biens et services, et celle des « écosystèmes » englobe à la fois les systèmes naturels et semi-naturels (Dupras, 2014).

- **Inventaire forestier** : l'inventaire forestier est une opération qui permet d'évaluer les ressources dans une forêt. Cette évaluation passe par la mesure de variables telles que le diamètre ou la circonférence, la hauteur et d'autres variables de qualité des arbres.
- **placettes** : unité d'échantillonnage dans laquelle s'effectuent les mesures et observations sur les arbres et la station pour l'estimation avec une meilleure précision possible des

différentes variables relatives à la population totale (forêt) notamment sa composition, son potentiel en volume et les caractéristiques de la station.

- **Cuvettes maraichères** : ce sont les zones de dépression caractérisées par la présence d'une nappe affleurante et d'un sol argileux plus riche en matière organique propice à la culture maraichère.

- **Valeur économique des services écosystémiques** : C'est la valeur monétaire affectée à une unité de service écosystémique identifiée.

- **Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL)** : les produits forestiers non ligneux sont des biens d'origine biologique autres que le bois, dérivés des forêts, des autres terres boisées, et des arbres hors forêts (Fao, 1999).

Ce sont des substances, des matières premières ou des matériaux utiles obtenus des forêts sans exploitation forestière, c'est-à-dire sans qu'il soit nécessaire d'abattre des arbres. Il peut s'agir par exemple d'animaux chassés comme gibier ou pour leur fourrure, ou de poissons, de fruits (baies, noix, etc.), de graines, d'épices, de champignons, de feuilles (fourrage), de plantes médicinales, de tourbe, etc. (*Wikipedia*).

- **Plantes médicinales** : une plante médicinale est une plante qui contient, dans un ou plusieurs de ses organes, des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont précurseurs à la synthèse de drogues utiles (*Mbenkum & Thomas (1991)*).

- **Séquestration carbone** : Captage et stockage du carbone de l'atmosphère dans des puits de carbone (comme les océans, les forêts et les sols) par le biais de processus physiques et biologiques tels que la photosynthèse (*GreenFacts*).

4.2 Recherche et analyse documentaire

Pour la recherche documentaire, différents canaux ont été utilisés pour collecter le maximum d'information relatives à l'étude. C'est ainsi nous avons exploité des documents sur le thème mais aussi eu des entretiens avec les responsables de la FADEC. Des recherches ont également été effectuées à travers le net. Différents rapports de la FADEC et des services techniques comme les Eaux et Forêts ont été parcourus.

4.3 Pour l'identification des outils de diagnostic et l'évaluation du potentiel

4.3.1 Analyse spatiale

La méthodologie utilisée pour la cartographie des plantations réalisées par le Programme FADEC- Nord s'est appuyée sur l'investigation, la photo-interprétation des images satellites à hautes résolutions (50 cm) prises au mois de mars 2022, la rédaction cartographique et la sortie des données statistiques et analogiques. Ceci a été possible grâce à l'utilisation du SIG-logiciel ARC GIS.

L'approche a obéi aux différentes phases suivantes :

- ✓ Acquisition et traitement des images satellites les plus récentes (mars 2022) ;
- ✓ Collecte des données par la photo-interprétation et numérisation sur l'occupation des sols ;
- ✓ Intégration des données par SIG ;
- ✓ Vérification terrain et correction et mise au net ;
- ✓ Génération des placettes d'inventaire et coordonnées spatiales ;

- ✓ Reproduction analogique des cartes des plantations
- ✓ Calcul des statistiques et ratio.

Les images de hautes résolutions *Imagery Vintage* de 50 cm sont les supports qui étaient utilisées pour la cartographie. Ces images traitées offrent l'avantage d'une visibilité de niveau de détail précis pour l'image interprétation des différentes plantations selon les années, les strates forestières et de l'occupation des sols en général. Elles sont géo-référencées selon un canevas callé au réseau géodésique du Sénégal sous le datum WGS 84, UTM dans le fuseau zone 28.

Entre autre, deux catégories de couches données sont collectées à partir de ces images satellites. Il s'agit :

- ✓ des données dites planimétriques (le réseau de communication, le réseau hydrographique, et les établissements humains) ;
- ✓ et les données dites thématiques de l'occupation des sols en mettant en exergue les plantations et les strates forestières.

L'*image interprétation* est principalement faite par le mode interactif qui consiste à interpréter visuellement sur l'écran. L'interprétation a été aussi faite en mode dite semi supervisée basée sur une connaissance *a priori* du terrain.

La nomenclature de Yangambi est celle qui a servi de référence pour la classification des différentes unités forestières en conformité avec celle en vigueur pour la Direction des Eaux et Forêts. Une légende standard a été définie suite à l'identification des différentes classes d'âge et des strates. En somme, il s'agira :

- ✓ *des plantations forestières de la FADEC (Selon les années);*
- ✓ *la steppe arborée et arbustive de dépression;*
- ✓ *la steppe herbeuse ;*
- ✓ *les formations relictuelles ;*
- ✓ *les cuvettes enherbées ;*
- ✓ *les dunes vives ;*
- ✓ *les zones des cultures maraichères ;*
- ✓ *les zones inondables.*

La vérification au niveau du terrain a été faite. Elle a pour objectif de contrôler et de valider l'interprétation visuelle dans le but de confronter les détails interprétés à partir des images satellites et la réalité du terrain. Les données recueillies ont été intégrées et mises à profit pour affiner la photo-interprétation. Des corrections ont été apportées pendant les traitements finaux notamment sur la typologie et les détails douteux.

4.3.2 Travaux d'inventaire

En vue de l'évaluation économique des services écosystémiques, notamment l'estimation de la biomasse végétale avec conséquemment la capacité de séquestration de carbone, un inventaire forestier était nécessaire. Cet inventaire permet de connaître la part contributive des formations végétales en termes de matériels ligneux sur pieds, de séquestration de carbone, du niveau de pâturage et d'apport en fourrage entre autres apports. Compte tenu

de l'objectif visé, l'inventaire devait fournir les données quantitatives et qualitatives avec la précision requise afin de permettre d'estimer la valeur du potentiel ligneux sur pieds et celle du carbone séquestré au niveau des différentes plantations réalisées par la FADEC/NESI. L'inventaire du potentiel ligneux des plantations de 2009 à 2021 s'est fait à partir de la carte d'occupation des sols, délimitant les diverses strates identifiées. Il s'était agi d'inventorier les ressources ligneuses par année de plantation où les conditions semblent être homogènes et les formations naturelles enrichies.

La distribution des placettes est faite suivant un dispositif systématique en quinconce afin que les placettes puissent recouper tous les gradients liés au relief qui est l'une des variables les plus déterminantes qui influencent le développement des arbres. C'est ainsi que la croissance des arbres sur ce système dunaire est plus importante au niveau des dépressions qu'au niveau des sommets de dunes.

Dispositif d'inventaire

Le dispositif est au préalable adossé à une stratification des formations végétales sur une base cartographique. Il consiste, pour une meilleure précision des estimations, à une identification des différents groupes de formation végétales homogènes et de mettre en place dans chaque groupe (strate) des placettes d'inventaires proportionnellement à leur taille.

Il a été question en quelque sorte d'une stratification en fonction des années de plantation ou des regroupements d'années de plantation.

Ainsi, l'effort d'échantillonnage est judicieusement réparti sur les différentes composantes ligneuses (arbres, arbustes) et une attention différentielle est observée sur le développement végétatif des espèces ligneuses.

Installation des placettes ou unités d'échantillonnage

Pour la mise en place du dispositif d'échantillonnage, les placettes d'inventaire ont été installées à 50 m de la limite de la plantation sur la ligne de base, ceci pour prendre en compte les effets de bordure. Les placettes ont été disposées sur des layons équidistants de 150 m d'orientation Nord-Sud.

Pour les années **2017, 2018, 2019, 2020 et 2021**, les unités d'échantillonnage sont régulièrement distribuées sur les layons de sondage avec une équidistance de **200 m**.

↗ Pour les layons à numéro impair, la première placette est installée à **50 m** du layon de base ;

↗ Pour les layons à numéro pair, la première placette est installée à **150 m** du layon de base.

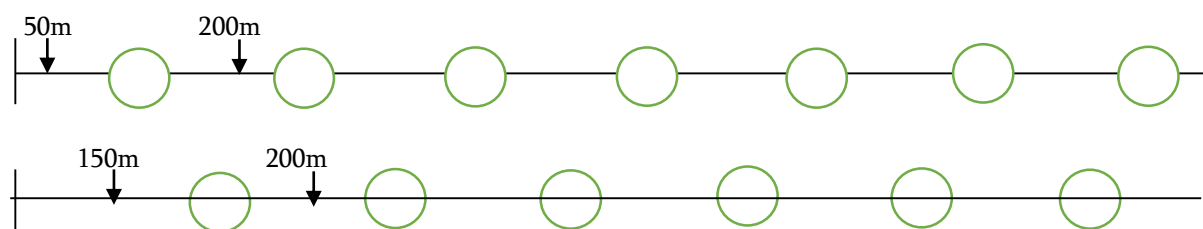


Schéma du dispositif d'échantillonnage (années 2017-2021)

Pour les années **2009, 2010, 2011, 2012, 2014 et 2015**, les unités d'échantillonnage sont régulièrement distribuées sur les layons de sondage avec une équidistance **150 m**. Le même dispositif est reconduit pour les layons pairs et impairs.

↷ Pour les layons à numéro impair, la première placette est installée à **50 m** du layon de base ;

↷ Pour les layons à numéro pair, la première placette est installée à **125 m** pour du layon de base.

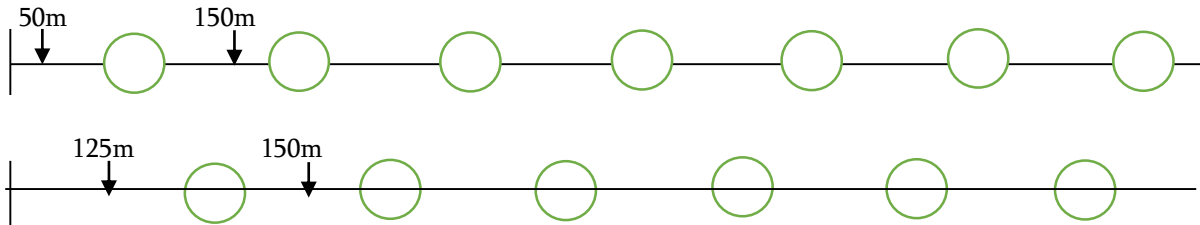
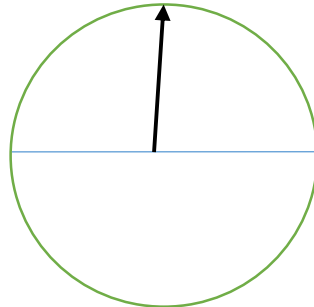


Schéma du dispositif d'échantillonnage (années 2009-2015)

Structure de la placette ou de l'unité d'échantillonnage

La placette ou unité d'échantillonnage est une parcelle circulaire virtuelle de **11,30 m** de rayon soit une superficie de **400 m²**.

Caractéristique de la placette ou unité d'échantillonnage



Données collectées

+ Données d'identification

- Année de plantation
- Nom et prénom du pointeur,
- Date

+ Données de localisation des placettes d'inventaires

- Coordonnées UTM (longitude, latitude) WGS 84 du centre de placette
- Numéro de la placette dans l'année de plantation.

+ Données dendrométriques

- Nom scientifique ou local de l'espèce,
- Circonférence à hauteur de poitrine,
- Hauteur totale.

✚ Données sur les caractéristiques stationnelles

- Le relief (dépression, flanc, sommet) ;
- Signes de parcours du bétail ;
- Signes de coupes ;
- Signes de feu récent.

✚ Dénombrement des arbustes dont la circonférence à hauteur de poitrine est inférieure à la circonférence de pré comptage

- Nom de l'espèce,
- Dénombrement des espèces par classe de hauteur.

Ressources humaines mobilisées

Pour mener à bien cette opération d'inventaire, les ressources humaines suivantes ont été utilisées :

- ⇒ Deux équipes ainsi composées :
- ✓ d'un pointeur (chef d'équipe) qui inscrit les données relevées sur les fiches d'inventaire et mesure la hauteur de l'arbre
- ✓ d'un opérateur qui identifie l'arbre et prend les mesures de circonférences à hauteur de poitrine,
- ✓ d'un boussolier chargé de conduire l'équipe vers les placettes d'inventaire et mesure la limite de la placette avec une corde étalonnée.

Un chauffeur a été mobilisé pour le déplacement des deux équipes d'inventaire sur le terrain.

Durée de l'opération d'inventaire

Le travail d'inventaire a été effectué sur une durée de dix (10) jours dont une journée de formation des équipes.

4.3.3 Pour l'identification des services écosystémiques

Une analyse préliminaire de trois systèmes de classification des services écosystémiques nous a permis d'identifier les services propices à une évaluation en milieu spécifique périurbain comme les Niayes, soit celles du Millennium Ecosystem Assessment (MEA 2005), de "The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB 2010)" et de "The Common International Classification of Ecosystem Services (European Environmental Agency, 2018)". Tous les services écosystémiques mis en évidence par ces trois systèmes de classification ont été recensés.

Globalement les services écosystémiques peuvent être classés en trois principaux types :

- 1) **services d'approvisionnement**, fournissant aux populations locales des biens directement consommables ou échangeables sur les marchés économiques ;
- 2) **services de régulation et de soutien**, basés sur des processus écologiques offrant des services bénéfiques pour la société, et ;

3) les **services culturels** qui englobent le large éventail des avantages esthétiques, culturels, spirituels, récréatifs et patrimoniaux que les personnes tirent de la nature (MEA 2005).

Tableau 1 : *Classification des services écosystémiques*

Classe de services	Service	Définition	Bénéfice
Approvisionnement	Production agricole	La production et la récolte de produits végétaux comestibles sur les terres agricoles	L'approvisionnement en nourriture pour l'alimentation humaine
	Production forestière ligneuse et non ligneuse	L'approvisionnement de produits provenant des écosystèmes forestiers	L'approvisionnement en bois et en PFNL pour la construction, l'alimentation, le fourrage et la phytothérapie
	Approvisionnement en eau	Approvisionnement en eau des communautés	L'approvisionnement en eau pour répondre aux besoins humains
Régulation et de soutien	Régulation du climat	La séquestration du carbone par la végétation arborée	Lutte contre les effets des changements climatiques, réduction des dommages dus aux conditions météorologiques extrêmes.
		Le stockage du carbone dans la biomasse végétale et le sol	
	Qualité de l'air	Élimination des polluants atmosphériques nocifs par dépôt et absorption par les plantes	Amélioration de la qualité de l'air; réduction de l'impact sur la santé respiratoire
	Contrôle de l'érosion	La quantité de sédiments retenus par la végétation qui serait autrement emportée par les	Amélioration de la qualité de l'eau; réduction du taux de sédimentation; qualité d'entretien du sol

		précipitations sur un sol nu	
	Cycle des nutriments	Le processus de décomposition, de minéralisation ou de fixation des nutriments dans le sol et leur apport aux plantes	Amélioration de la fertilité du sol et de la croissance des plantes
	Pollinisation	L'augmentation de la production agricole résultant de la pollinisation	Augmentation de la production de fruits et légumes, qualitative et quantitative
Culturels	Ecotourisme	Possibilités de loisirs, de tourisme ou d'activités de plein air dans la nature	Amélioration de la santé; sentiment de bien-être; spiritualité

Une séance de brainstorming a permis d'identifier les biens et services écosystémiques existants dans la zone sur la base des caractéristiques propres à la zone des Niayes, sa particularité et ses potentialités socio-économiques mais aussi des connaissances empiriques des membres de l'équipe chargée de l'étude.

4.3.4 Pour l'évaluation de la valeur économique des SE

Tout écosystème génère de la valeur à travers les services procurés dont certains peuvent donner lieu à la production de biens, eux-mêmes issus de la manifestation des fonctions écologiques qui déterminent l'évolution de l'écosystème. Au-delà de l'estimation des investissements réalisées par FADEC NORD dans cette partie des Niayes en termes de fixation des dunes, d'équipement et d'infrastructure, il s'agit aussi dans cette étude d'estimer la valeur économique de tous les biens et services fournis par cet écosystème dans sa zone d'intervention.

Pour l'évaluation de la valeur économique des services écosystémiques, une revue des méthodes proposées nous a permis en définitive de porter nos choix sur un certain nombre d'entre elles adaptées à la zone et aux services en présence.

La pertinence du choix d'une méthode ou d'une technique dépend du contexte dans lequel se trouve la ressource et de la nature du problème que devra résoudre l'analyste (LY et COULIBALY, 1998).

Les choix ont donc été faits en fonction des services écosystémiques qui ont été recensés et de la pertinence des outils requis. Les fiches de collecte des informations ont été élaborées en fonction des méthodes retenues et des services écosystémiques en présence.

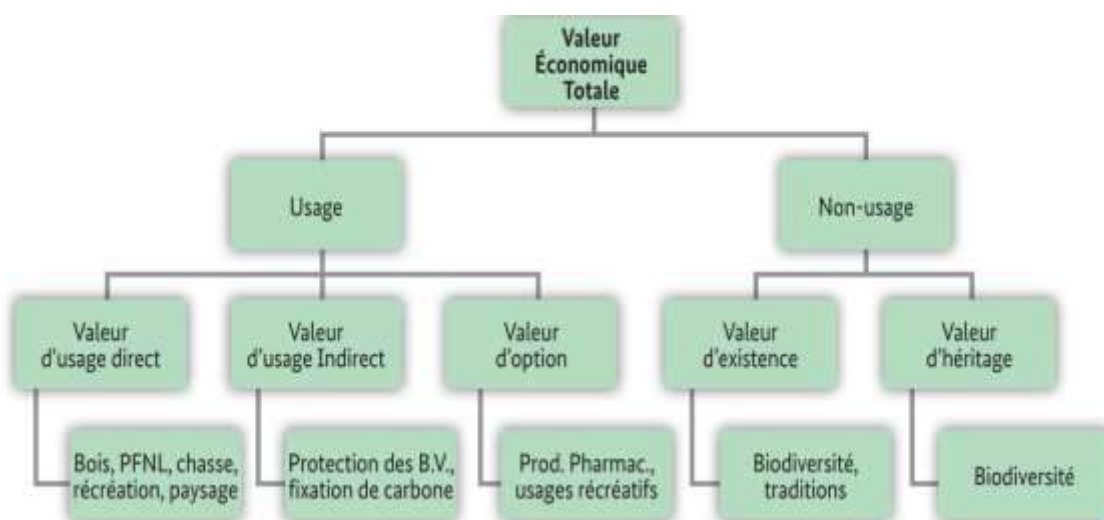
L'estimation de la valeur économique d'une ressource incorpore la valeur de toutes les utilisations possibles et celles des non utilisations.

Il s'agit :

- ✓ De la valeur **d'usage direct** : valeur liée à l'utilisation directe de la ressource, à des fins de consommation, tels que la nourriture, la biomasse, et à des fins de non consommation, tels que les services de récréation, et de science/éducation ;
- ✓ De la valeur **d'usage indirect** : liée aux fonctions écologiques de l'écosystème et inclut notamment la conservation des bassins versants et la séquestration du carbone ;
- ✓ De la valeur d'usage différé ou **valeur d'option** : correspond à la nécessité de maintenir la disponibilité d'une ressource lorsqu'on a aucune certitude quant à sa demande future ou son offre future (Graham-Tomasi, 1995). En d'autres termes elle équivaut à la valeur qu'on accorde à la conservation d'une certaine ressource naturelle en vue d'un usage futur, par exemple l'option de protéger des forêts ou une espèce qui pourraient avoir un potentiel pour la génération des produits pharmaceutiques.
- ✓ De la valeur de **non usage** relative à la conservation de certains éléments naturels de la biodiversité (espèces animales et végétales) même s'ils n'en font aucun usage présent ou futur. On peut distinguer deux cas de figure dans cette catégorie :
 - ☞ La valeur **d'existence** : liée à la satisfaction de savoir qu'une ressource existe. C'est la valeur intrinsèque attribuée à la ressource lorsque celle-ci n'est pas actuellement utilisée par un individu et qu'il veuille la voir préserver pour elle-même;
 - ☞ La valeur **d'héritage ou de legs** lorsque la ressource correspond à la situation où l'individu la préserve pour les générations futures. Elles sont attachées à la transmission d'un patrimoine à ses descendants.

La valeur économique totale correspond alors à la somme des valeurs de tous ces biens et services.

Figure 1 : Schéma valeur économique totale



Source : Merlo et Croitorou (2005)

Tableau 2 :Aperçu des approches et techniques d'évaluation économique des écosystèmes

Approches	Techniques	Nature de la valeur	Avantages	Inconvénients
Les méthodes déductives	Méthodes des coûts évités, des coûts substitués et des coûts de remplacement	Valeurs d'usage direct, indirect	Méthode intuitive	Ne permet pas d'évaluer la valeur de non usage
Préférences déclarées	Evaluation contingente	Valeurs d'usage direct, indirect et de non-usages	Peut être utilisé pour tous les types de valeurs	Soumis à plusieurs biais Forte demande de données
	Modélisation de choix	Valeurs d'usage direct, indirect et de non-usages	Peut être utilisé pour tous les types de valeurs Sans biais	Analyse complexe Besoin important de données
	Evaluation économique participative	Valeurs d'usage direct, indirect et de non-usages	Peut être utilisé pour tous les types de valeurs Faible demande de données	Subjective
Préférences révélées	Analyse des prix de marché	Valeurs d'usage direct Produits commercialisés	Reflete les prix du marché Application plus limitée	Besoin important en données
	Méthodes basées sur les coûts	Valeur d'usage indirect	Reflete les prix du marché Application plus limitée	Besoin important en données
	Méthodes de productivité	Valeur d'usage indirect	Reflete les prix du marché Application plus limitée	Besoin important en données
	Méthodes des dépenses préventives	Valeur d'usage indirect	Reflete les prix du marché Application plus limitée	Besoin important en données
	Méthode des coûts de voyage	Valeur touristique	Reflete les prix du marché Application plus limitée	Besoin important en données
	Méthode des prix hédonistes	Valeur d'usage associée au changement de qualité environnementale	Reflete les prix du marché Application plus limitée	Besoin important en données
Transfert de bénéfices	Utilisation d'études antérieures empiriques	Valeurs d'usage direct, indirect et de non-usages	Faible demande de données Efficacité-coût	Etudes existantes non applicables

Source : Bouscasse et al. (2011), UICN (2005) et Rodriguez (2008)

Valeur d'usage direct

Pour les biens et services commercialisés, la méthode d'analyse de la valeur marchande ajustée qui fournit des données et des informations pouvant servir à déterminer la valeur du bien ou du service a été utilisée. Il s'agit du bois, des produits forestiers non ligneux, des productions agricoles et pastorales

L'évaluation de la valeur des plantations effectuées pour la fixation des dunes rentre dans ce cadre au même titre que celle de la séquestration de carbone. La méthode de la valeur marchande ajustée a été utilisée à cette fin.

Pour l'estimation de la valeur des activités touristiques, nous avons opté pour la méthode du coût du transport qui permet de mesurer la valeur attachée aux services offerts par le paysage notamment la dune de Saly pour le cas de cette étude, à partir des coûts de transport supportés par les visiteurs pour y accéder.

Valeur d'option

Il s'agit d'évaluer la valeur future espérée, c'est-à-dire la valeur d'option, de ces ressources génétiques. La valeur des options tient au fait que l'information actuelle n'est pas parfaite. Le temps nous dira si conserver l'actif est profitable ; et en gardant l'option, il reste possible

de tirer parti de toute information nouvelle. Le concept s'applique tout aussi bien aux ressources naturelles. Par exemple, la conservation d'un espace naturel est une option qui nous donnera, dans l'avenir, la possibilité de transformer l'espace ou de le préserver, et cela en fonction des données nouvelles rassemblées sur la valeur relative d'un espace naturel (Katharine Bolt et Al, 2005).

Valeur d'usage indirect

Trois techniques d'évaluation semblent envisageables pour estimer la valeur économique des produits pharmaceutiques traditionnels (Lescuyer, 2005): (i) Une première approche consiste à évaluer ces plantes médicinales à partir du prix de leurs substituts marchands ; il s'agit alors de calculer la valeur des produits pharmaceutiques traditionnels sur la base du prix des médicaments que les villageois achèteraient s'ils n'avaient plus accès à la forêt ; (ii) la méthode d'évaluation contingente est également une technique *a priori* applicable ; le consentement à payer de la population représente alors la somme que les habitants acceptent de verser pour ne plus avoir à aller en forêt pour les traitements et peut correspondre à la valeur minimale des ressources médicinales naturelles ; (iii) Enfin, il peut être envisageable de recourir à la méthode des coûts de transport pour estimer la valeur des produits pharmaceutiques traditionnels utilisés par les populations locales: il s'agit d'estimer la valeur des produits pharmaceutiques à partir des déplacements réalisés pour accéder à ces ressources.

Dans le cadre de cette étude notre choix est porté sur la méthode des marchés de substitution. Les raisons qui expliquent ce choix sont que d'une part l'application de la méthode contingentée est difficile sur le terrain et d'autre part l'application de la méthode des coûts de transport dans le cas de la zone d'étude s'est avérée un peu critique du fait du temps imparti pour l'étude et des paramètres dont il faut tenir compte pour valider la méthode de calcul. Il s'agit du nombre de sorties effectuées pour aller chercher la plante et de la durée moyenne de chaque sortie. Une autre difficulté réside sur le fait qu'une sortie peut concerner plusieurs espèces, parfois même les prélèvements sont effectués lors des travaux agricoles.

Valeur de non usage

Pour l'estimation de la valeur de non usage, la méthode d'évaluation contingente a été utilisée pour estimer la valeur des services comme la température, le niveau de la nappe d'eau, la protection cuvette (fixation des dunes), protection des habitats, les espèces rares ou menacées, la pollinisation et la formation des sols (augmentation fertilité).

Cette méthode vise à recueillir des préférences déclarées à travers la réalisation d'enquêtes auprès d'un échantillon représentatif de la population de la zone d'étude. Il s'est agi d'attribuer une valeur monétaire pour la préférence qu'on a de conserver un service écosystémique à partir du consentement à payer pour des motifs autres que des usages.

Dans le cadre de cette étude, la DAP ou encore le CAP a été retenu compte tenu du climat social qui règne sur le terrain et de la délicatesse de poser des questions relatives au consentement à recevoir (CAR) du fait des rumeurs persistantes sur l'arrivée de GCO dans ce milieu et des perspectives de déplacement de personnes et des villages avec comme

conséquences la perte de zones agricoles et forestière mais aussi de pâturage dans cette zone à forte potentialité pastorale. De telles questions relatives au CAR rencontreraient des non réponses pour la majorité des enquêtés à défaut de réactions inappropriées voire violentes.

En plus, les mesures compensatrices Hicksiennes qui ajustent le revenu pour maintenir un degré de satisfaction constant, sont les plus appropriées parce que jugées plus rigoureuses et la DAP plus conservatrice est en général préférée à la DAC (*Freeman, 1982*).

La méthode d'évaluation contingente consiste à estimer la valeur monétaire d'un écosystème à partir du consentement à payer d'une population pour éviter une dégradation ou au contraire pour assurer une amélioration des biens et services d'un écosystème pour lesquels il n'existe pas de marché, ni de substituts. Elle crée un marché fictif ou hypothétique pour un bien ou service d'écosystème et les interviewés déclinent leurs consentements à payer (*O'Doherty, 1996*).

Les valeurs de non-usage constituent un réel défi pour l'évaluation, étant donné que, par définition, la valeur de l'existence n'a pas besoin d'être révélée par un comportement quelconque. La méthode d'évaluation contingente, qui s'enquiert directement du consentement à payer à travers les sondages, est le seul moyen permettant de déterminer de telles valeurs (*Katharine Bolt et Al, 2005*).

4.3.5 Pour la réalisation du diagnostic

Le diagnostic socio-économique de la zone a été fait sur la base d'un échantillonnage représentatif de la population de la zone d'étude. Dans un premier temps, il a été identifié l'ensemble des hameaux se situant dans la zone afin d'en déterminer les hameaux-centres qui pourraient constituer des lieux de convergence des autres hameaux satellites.

Toutefois il faut signaler que les réalisations en terme de fixation des dunes sont concentrées dans les Communes de Thiépp et Diokoul Diawrigne ; la Commune de Kab Gaye n'ayant bénéficié que d'investissements sous forme d'équipements et d'infrastructures. Ceci explique le choix de nos échantillons dans les Communes de Thiépp et Diokoul Diawrigne.

Sur 18 hameaux ou villages recensés huit (12) ont été choisis comme localités centres pour le déroulement des enquêtes. C'est une enquête ménage qui a concerné 35 chefs de ménages sur les 291 ménages des 18 hameaux concernés soit un taux d'échantillonnage de 12 %, ce qui est assez représentatif pour les enquêtes ménage.

Le tableau suivant donne la situation des hameaux dans la zone d'étude.

Tableau 3 : Nbre de ménages actifs dans la zone d'étude

COMMUNE	VILLAGE/HAMEAU	NBRE TOTAL MENAGES
THIEPP	Khinine Alassane	51
	Khinine Abdoul Fatimata	
	Boguel	8
	Kharam Peulh	6

	Himbil	11
	Pagar	12
	Khinine Amadou Ba	6
	Rony Ndeuk1	45
	Keur Abdoul Ba	
DIOKOUL DIAWRIGNE	Tound Maleye	86
	Tound Maleye El Saliou	
	Beigne Penda	19
	Keur Mbaye Malick	
	Keur Aliou Awa	
	Selenguere	
	Bayakh	7
	Saly	15
	Lompoul village	25 ¹
	TOTAL	291

4.3.6 Pour la synthèse, l'exploitation et l'analyse de données

Les fiches d'enquêtes ont été rassemblées et exploitées avec le logiciel Excel. C'est ce même logiciel qui a été utilisé pour l'exploitation des données d'inventaire. Les résultats obtenus ont permis de procéder aux analyses et enfin à l'estimation des investissements réalisées par la FADEC et l'évaluation économique des services écosystémiques.

V. Résultats

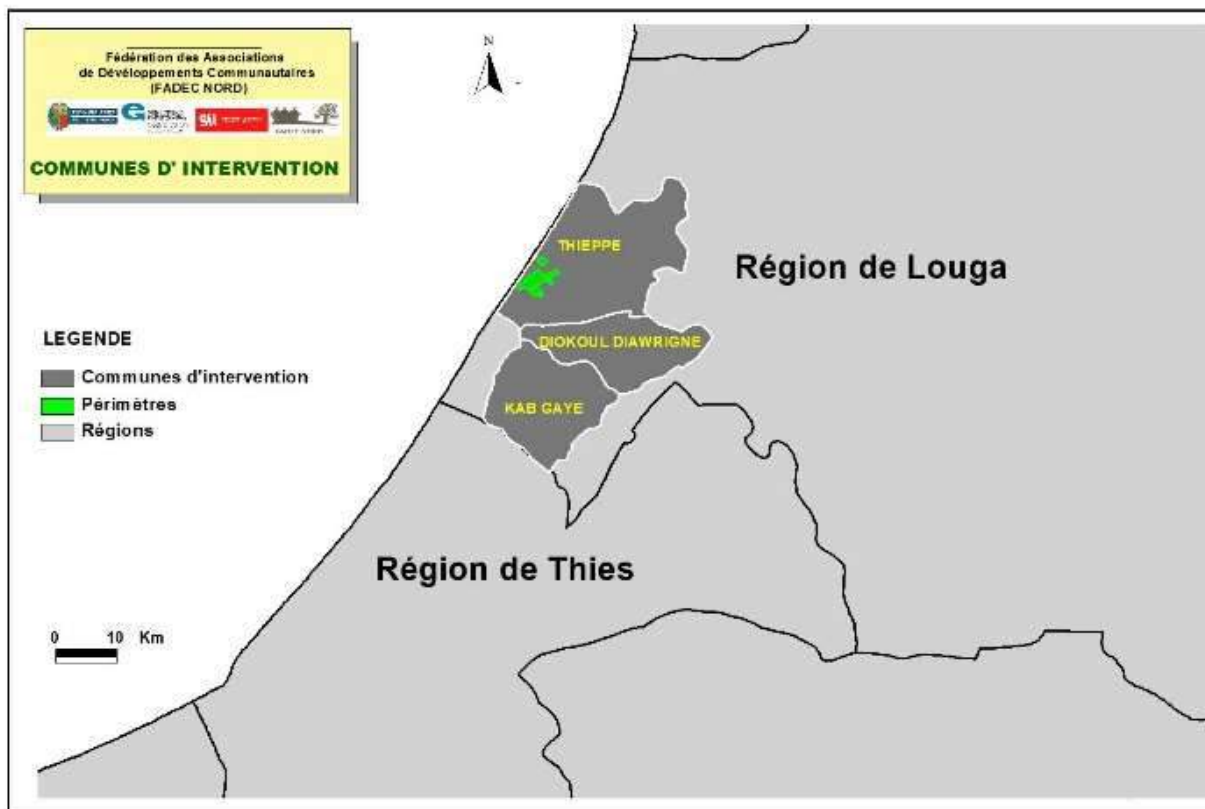
5.1 L'analyse des représentations cartographiques

L'interprétation des images récentes de haute résolution (*Imagery vintage, mars 2022*) et la vérification des résultats sur le terrain ont permis d'élaborer quelques représentations cartographiques. Les cartes présentées ci-dessous ont été produites après réajustement de quelques limites suite à la vérification sur le terrain.

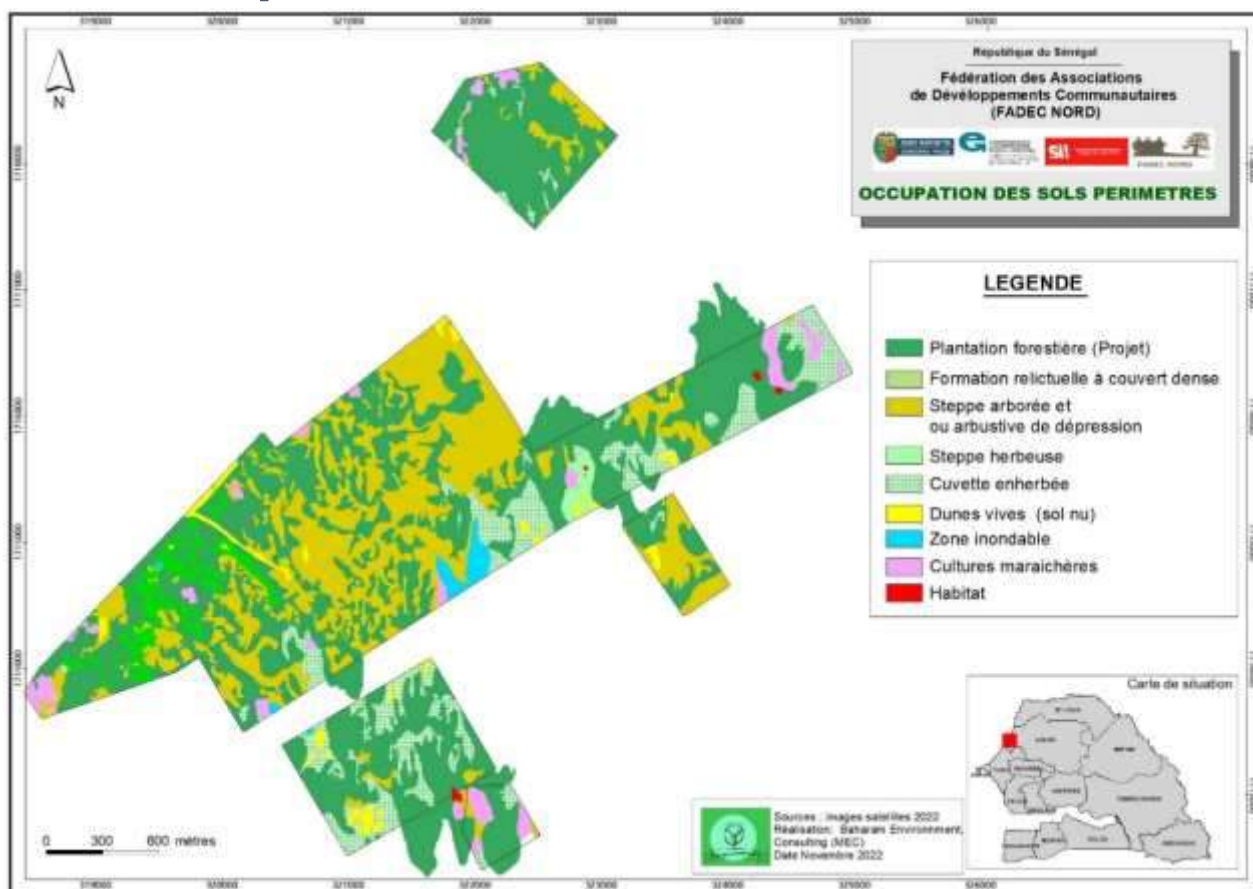
C'est ainsi qu'une carte de représentation des sites plantés et d'occupation du sol pour la zone d'étude ont été élaborées.

¹ Lompoul compte globalement 85 ménages selon les données fournies par la Commune de Diokoul Diawrigne mais 25 ménages seulement pratiquent le maraichage dans la zone d'étude.

Carte 3 : Carte de situation des plantations



Carte 4 : Carte d'occupation du sol de la zone d'étude



Cette carte d'occupation du sol donne un aperçu de la distribution spatiale des différentes composantes du milieu (zones habitées, périmètres plantés, formations forestières naturelles, dunes vives, zones inondables, zones agricoles).

C'est une zone à prédominance de végétation avec les plantations et les formations steppiques qui occupent 84,07% de la superficie totale. Les cuvettes maraichères occupent 13,13 % de la zone et les dunes vives ne couvrent actuellement que 1,73 % de la zone d'intervention de la FADEC.

Sous l'angle de l'analyse spatiale diachronique, on peut dire que 662 ,88 ha soit 54,01% de la superficie totale de la zone qui étaient jadis occupée par des dunes vives menaçantes, ont pu être fixées avec les réalisations de la FADEC empêchant l'ensevelissement des cuvettes maraichères, des zones de dépressions inter-dunaires occupées par les formations naturelles enrichies mais aussi des habitats.

Photo 1 : Habitat protégé par les plantations



Le tableau ci-dessous donne les statistiques relatives aux différentes strates identifiées dans la zone d'étude.

Tableau 4 : Statistiques de l'occupation du sol

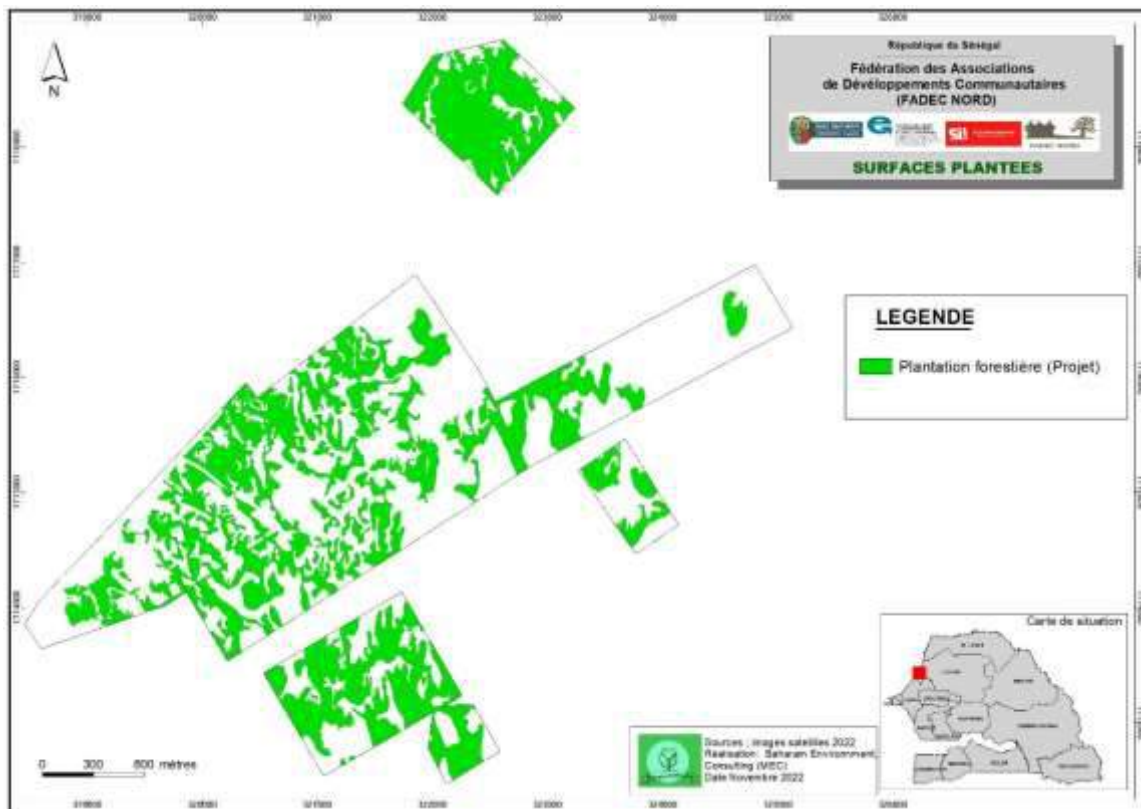
OCCUPATION DES SOLS	SUPERFICIES (ha)
Plantation forestière (FADEC)	662,89
Steppe arborée et ou arbustive	321,76
Formation relictuelle à couvert dense	38,32
Savane herbeuse	8,79

Cuvette enherbée	123,60
Dunes vives (sol nu)	21,29
Zone inondable	11,50
Cultures maraichères	37,57
Habitat	1,48
Total	1227,19

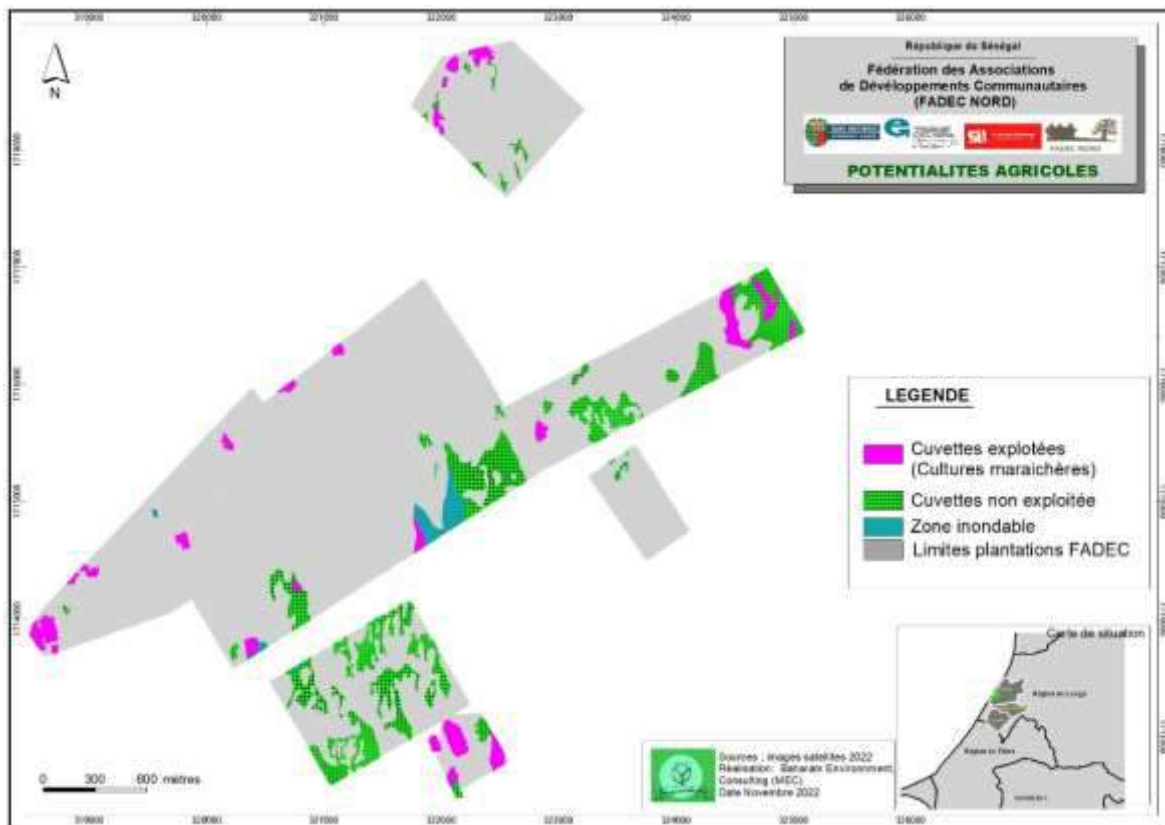
Les cartes ci-dessous montrent la distribution spatiale des strates de végétation (plantations, zones agricoles et formations naturelles).

Selon les statistiques révélées par cette carte on voit les superficies occupées par les plantations, les steppes et les formations relictuelles sont de 1022,96 ha.

Carte 5 : Carte d'occupation des parcelles d'Eucalyptus

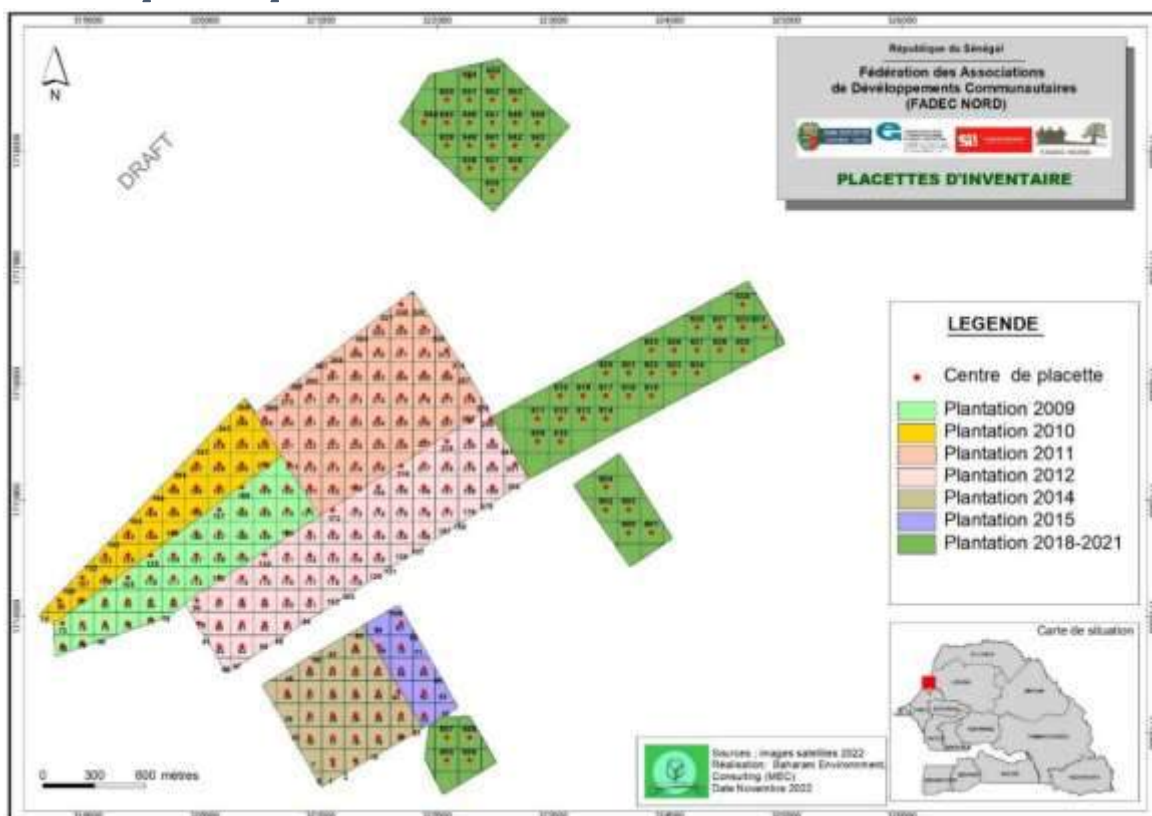


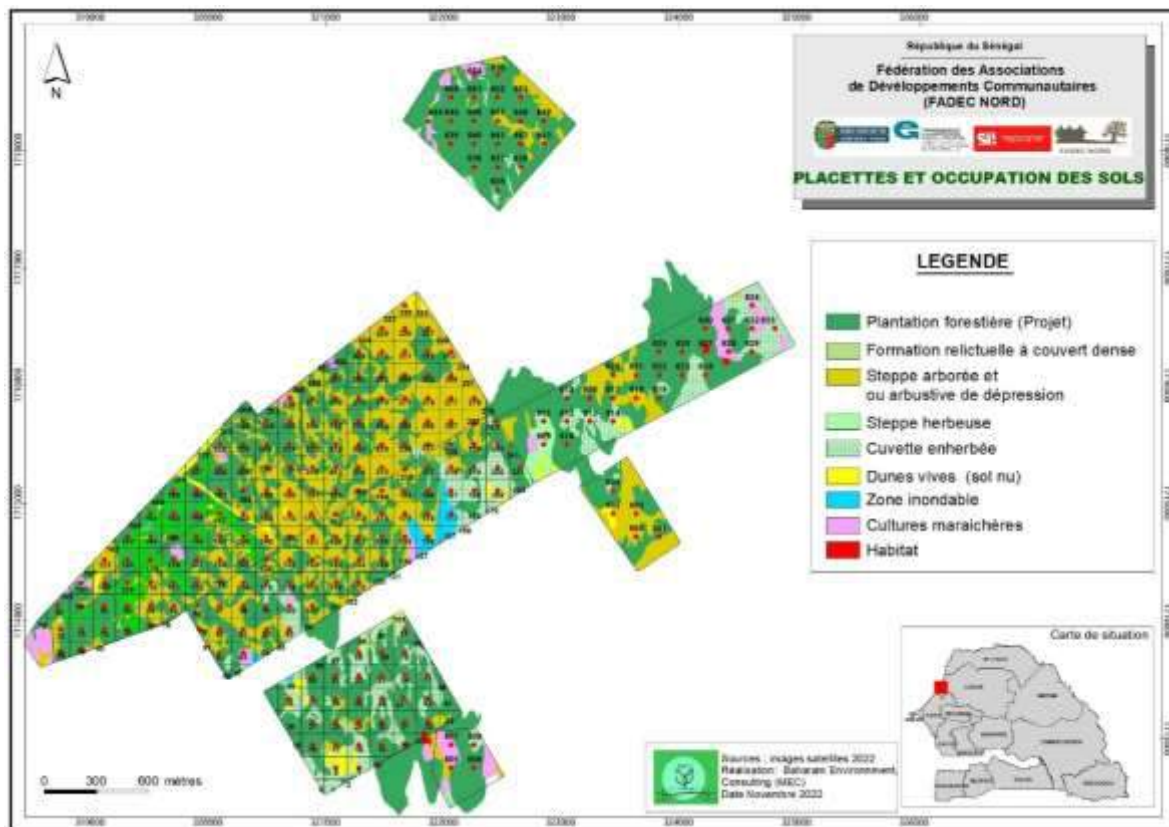
Carte 6 : Carte des potentialités agricoles



Le dispositif de mise en place des placettes installées pour l'inventaire des plantations et des formations naturelles est représenté par la carte ci-dessous.

Carte 7 : Dispositif des placette d'inventaire





5.2 Des investissements réalisés par la FADEC

Depuis le début de opérations de la FADEC dans la zone d'étude, des investissements importants ont été réalisés. Ces investissements concernent les infrastructures, les équipements, la fixation des dunes, le micro-crédit et le renforcement des capacités.

Le tableau suivant récapitule les dépenses effectuées pour la période allant de 2009 à 2021.

Tableau 5 : Etat des investissements réalisés par la FADEC

Rubrique	FOCAD 2008	FOCAD 2010	FOCAD 2013	Diputacion Foral de Bizkaia (DFB 2013)	AACID 2013	AACID 2015	Valence 2017	Diputacion Foral de Guipúzkoa (DFG 2017)	FOCAD 2017	FOCAD 2019
Activités de reboisement (pépinière, fixation mécanique, fixation biologique, visite de terrains)										
Forages, équipements et systèmes de stockage	12 518 550	6 834 010			5 975 000			1 595 400		
Production en pépinière	19 461 325	35 934 620	8 026 500	1 170 000	4 457 000		11 450 600	3 337 000	22 325 500	17 021 490
Plantation matériels de plantation	743 000	932 700					203 500	65 500	314 000	200 200
Autres (visite de terrains)			22 000		67 000		65 000	100 000	75 000	75 000
Fixation mécanique (Production de fascine ; transport ; installation fascines)	21 127 500	74 958 153					22 782 500		30 304 375	24 792 500
Fixation biologique (transport de plant ; transplantation)	10 503 674	23 161 490	5 666 000		3 087 000		7 250 000	2 982 500	11 580 000	10 950 000
Suivi (Gardiennage ; suivi technique eaux & forêts)	5 725 000	17 895 000	4 290 000		880 000		7 110 000	1 870 000	9 450 000	8 060 000
Unimog du projet (achat, réparation et entretien)	4 102 800	12 610 670								
Soutien aux activités maraichères										
Distribution de motopompes		10 844 875	11 478 500		5 149 900					
Installation kit goutte-à-goutte		12 064 600	21 027 150		9 945 946				6 153 061	
Kits de protection										
Microcrédit (Fonds rotatifs)			5 000 000		4 000 000	3 450 000				
Renforcement de capacité										
Formation/Sensibilisation		3 971 650	4 733 760	630 000	5 002 750		167 500	8 000 775		
Poste de santé à Lompoul-sur-mer										

Construction du poste						53 940 050				
Equipements et matériels						10 575 369				
Dotation initiale en médicaments génériques et farines enrichies						11 432 782				
Enquêtes/ Formation/ Sensibilisation						17 035 450				
Communication						2 246 800				
Coordination						6 600 000				
Coût des investissements par bailleurs (FCFA)										
	<i>74 181 849</i>	<i>199 207 768</i>	<i>60 243 910</i>	<i>1 800 000</i>	<i>38 564 596</i>	<i>105 280 451</i>	<i>49 029 100</i>	<i>17 951 175</i>	<i>80 201 936</i>	<i>61 099 190</i>
Coût total des investissements (FCFA)										
687 559 975										

Tableau 6 : Récapitulatif des dépenses par type d'activité

Rubrique	Nature	Montant (F CFA)
Investissement global	<i>Investissement en reboisement</i>	474 109 057
	<i>Investissement en équipement, constructions, communication, formation et autres</i>	213 450 918
TOTAL		687 559 975

5.3 Des services écosystémiques identifiés

L'exploitation de la documentation existante sur la zone ainsi que l'expérience accumulée des experts sur les Niayes, combinées aux observations et enquêtes sur le terrain, ont permis d'identifier vingt (20) services écosystémiques.

Le tableau suivant donne la liste des services écosystémiques retenus.

Tableau 7 : Liste des services écosystémiques évalués sur le territoire d'étude

IDENTIFICATION DES BSE ET METHODES D'EVALUATION		
Type de service	BSE	Méthode évaluation
Approvisionnement	Cultures maraichères	Valeur marchande ajustée
	Grandes cultures	Valeur marchande ajustée
	Pâturage herbacé	Valeur marchande ajustée
	Pâturage aérien	Valeur marchande ajustée
	Produits élevage (lait, viande, fumier, cuirs et peaux)	Valeur marchande ajustée
	Bois chauffe et charbon	Valeur marchande ajustée
	Bois service (étais, lattes, manches, outils)	Valeur marchande ajustée
	Fruits	Valeur marchande ajustée
	Produits pharmacopée (écorce, racines, feuilles)	Marché de substitution
	Paille	Valeur marchande ajustée
	Production miel	Valeur marchande ajustée
	Eau douce souterraine	Coûts de remplacement
Régulation	Température	(MEC) CAP ou CAR (enquêtes)
	Séquestration carbone	Valeur marchande ajustée
	niveau nappe	(MEC) CAP ou CAR (enquêtes)
	Protection cuvette (fixation des dunes)	(MEC) CAP ou CAR (enquêtes)
	Protection habitat	(MEC) CAP ou CAR (enquêtes)
Culturel	Loisir et tourisme (divertissement et écotourisme)	(coûts transport)
Soutien	Formation des sols (augmentation fertilité)	(MEC) CAP ou CAR (enquêtes)
	Récupération terres dégradées	(MEC) CAP ou CAR (enquêtes)

5.4 De l'évaluation des potentialités des formations ligneuses

5.4.1 Les plantations forestières, steppes et formations relictuelles

5.4.1.1 Résultats globaux

Tableau 8 : Présentation des différentes années de plantation

Année de plantation	Superficie en Eucalyptus
2009	60,05
2010	56,22
2011	78,12
2012	105,33
2014/2014/2017	107,81
2018 – 19 – 20 - 2021	255,35
Superficie steppes et formations relictuelles	360,08
TOTAUX	1022,96

CALCUL DU VOLUME : $V = \frac{1}{4\pi} f C^2 HT$; $f = 0,65$ (coefficient de forme) ; HT=hauteur totale ; C = Circonférence.

$V = 0,051752 C^2 HT$.

✚ Synthèse des résultats d'inventaire

Tableau 9 : Nombre de tiges et volumes/ ha/classe de circonférence toutes espèces confondues

	03-09		10-19		20 - 29		>29		Nbre tige/ha	Volume/ha
	Nbre tige	Volume	Nbre tige	Volume	Nbre tige	Volume	Nbre tige	Vol : me		
2009	250	0,151	344	2,127	213	3,992	181	14,555	988	20,825
2010	254	0,115	492	1,979	192	2,753	33	1,069	971	5,916
2011	351	0,298	314	1,491	121	2,452	75	6,009	861	10,25
2012	229	0,092	217	0,778	67	0,856	25	0,99	538	2,716
2014/15	245	0,101	213	0,852	108	1,663	21	0,72	587	3,336
2018- 21	1216	0,085							1216	0,085

Tableau 10 : Nombre de tiges et volumes/ ha/classe de circonférence des steppes

Strate	Nbre tiges/ha	Volume/ha
Steppe arborée	88	4,438

- ✚ Densité et volumes/ha à l'échelle de la forêt/classe de circonférence toutes espèces confondues

Tableau 11 : Tableau récapitulatif des résultats globaux

Année de plantation	Volume/ha (m ³)	Nbre tiges/ha	Sup/strate (ha)	Nbre tiges total	Volume total (m ³)
2009	20,825	988	60,05	59 329	1250,541
2010	5,916	971	56,22	54 590	332,598
2011	10,25	861	78,12	67 261	800,73
2012	2,716	538	105,33	56 668	286,076
2014/15/17	3,336	587	107,8	63 279	359,621
2018-19-20-21	0,045	1216	255,35	310 506	11,491
TOTAUX		5 161	662,87	611 633	3 041

- ✚ Répartition du nombre de tiges et du volume à l'échelle de la forêt pour la steppe

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des résultats globaux

Steppe arborée /reliques	Volume/ha (m ³)	Nbre tiges/ha	Sup/strate (ha)	Nbre tiges total	Volume total (m ³)
	4,438	88	360,08	31 687	1598,035

- ✚ Estimation de la densité des tiges à CHP inférieure à 9 cm

Pour les plantations d'Eucalyptus

Elle concerne, les Eucalyptus de circonférence à hauteur de poitrine inférieure à 9 cm.

Tableau 13 : Densité tiges à CHP < à 9cm

Année	Nbre de tiges/ha	Superficie (ha)	Nbre de tiges total
2009	112	60,05	6 726
2010	125	56,22	7 028
2011	150	78,12	11 718
2012	148	105,33	15 589
2014	166	107,8	17 895
2018	870	255,35	222 155
TOTAUX		662,87	281 111

Pour les formations steppiques

Ces données concernent les tiges de circonférence à hauteur de poitrine (CHP) dénombrées dans les steppes.

Tableau 14 : Densité des tiges à CHP < à 9cm dans les steppes

Strate	Nbre de tiges/ha	Superficie (ha)	Nbre total de tiges
Steppe	20	360,08	7 202

✚ Estimation de la valeur potentielle de la biomasse ligneuse

Une simulation de l'estimation de la valeur actuelle du bois que renferment ces formations forestières, donne les résultats consignés dans le tableau ci – dessous.

Tableau 15 : Estimation de la valeur du bois des formations forestières

Formations forestières	Volume total (m ³)	Nbre de stères (st)		Quantité bois (kg)		Prix de vente (kg) (Kg)		Coût global (FCFA)
Plantation 2009	1250,541	1923,909		865759		100		86 575 915
Plantation 2010	332,598	511,689		230260		100		23 026 015
Plantation 2011	800,73	1231,892		554352		100		55 435 154
Plantation 2012	286,076	440,117		198053		100		19 805 262
Plantations 2014/15/17	359,621	553,263		248968		100		24 896 838
Plantations 2018-19-20-21	11,491	17,678		7955		100		795 531
Steppe arborée /reliques	1598,035	2458,515		1106332		100		110 633 192
TOTAUX		7 137		3211679		100		321 167 908

NB : La vente du bois brut donne une valeur de trois cent vingt un mille cent soixante-sept mille neuf cent huit francs cfa (**321 167 908**) FCFA.

5.4.1.2 Résultats par année de plantation

Les plantations d'Eucalyptus sont implantées au niveau des dunes jaunes continentales sur un relief assez accidenté composé de sommets, flancs et cuvettes, qui influencent la croissance des plants, présentant ainsi un peuplement avec plusieurs étages de développement. Ces plantations fixent les dunes pauvres en éléments organiques et permettent le développement d'un tapis herbacé, graminéen apprécié par le bétail et la culture maraichère dans les dépressions inter dunaires.

La fixation du front dunaire a empêché l'ensevelissement des reliques de végétation naturelle essentiellement composée de : *Prosopis africana*, *Voacanga africana*, *Faidherbia albida*, *Acacia raddiana*, *Ziziphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Annona senegalensis*, etc.

5.4.1.2.1 Résultats plantation 2009

✚ Inventaire des plantations d'Eucalyptus : Résultat à l'hectare

Tableau 16 : Tableau récapitulatif des résultats de l'inventaire/ha, plantation 2009

CLASSES DE CIRCONFERENCE								Nbre tiges total/ha	volume total/ha
3 - 9		10 - 19		20 - 29		>29			
Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume		
88	0,143	344	2,127	213	3,992	181	14,555	825	20,817

✚ Inventaire des plantations d'Eucalyptus : Résultat à l'échelle de la forêt

Tableau 17 : Tableau récapitulatif du volume de bois total d'Eucalyptus de la plantation 2009

Année de plantation	Volume/ha (m ³)	Sup/strate (ha)	Volume total (m ³)
2009	20,825	53,727	1118,86

Photo 2 : Plantation 2009



Figure 2 : Représentation graphique des tiges d'eucalyptus par classe de circonférence/2009

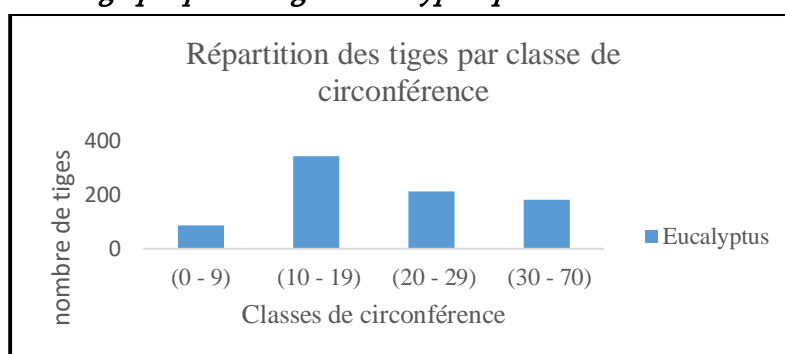
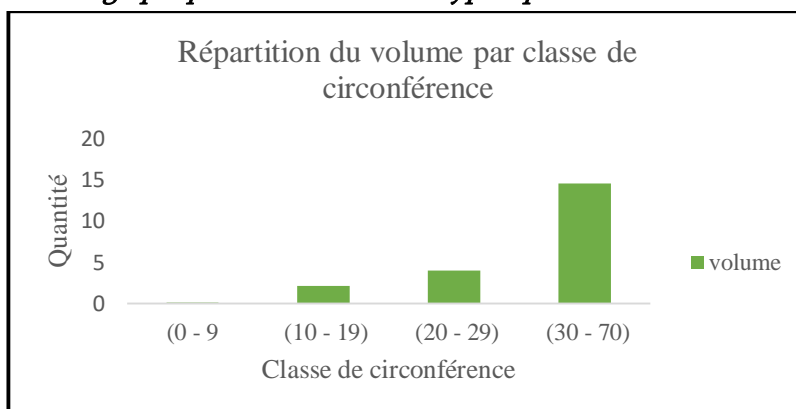


Figure 3 : Représentation graphique du volume d'eucalyptus par classe de circonférence 2009



5.4.1.2.2 Résultats plantation 2010

Inventaire des plantations d'Eucalyptus : Résultat à l'hectare

Tableau 18 : Tableau récapitulatif des résultats de l'inventaire/plantation 2010/ha

CLASSES DE CIRCONFERENCE								Nbre tiges total/ha	volume total/ha
3 - 9		10 - 19		20 - 29		>29			
Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume		
92	0,107	492	1,979	192	2,753	33	1,069	808	5,907

🚩 Inventaire des plantations d'Eucalyptus : Résultat à l'échelle de la forêt

Tableau 19 : Tableau récapitulatif du volume de bois total d'Eucalyptus de la plantation 2010

Année de plantation	Volume/ha (m ³)	Sup/strate (ha)	Volume total (m ³)
2010	5,916	42,178	249,52

Photo 3 : Plantation 2010



Figure 4 : Représentation graphique du nombre de tiges d'eucalyptus par classe de circonférence 2010

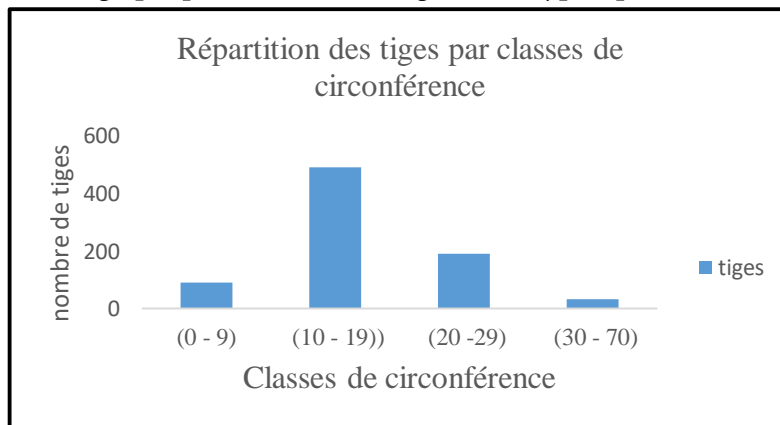
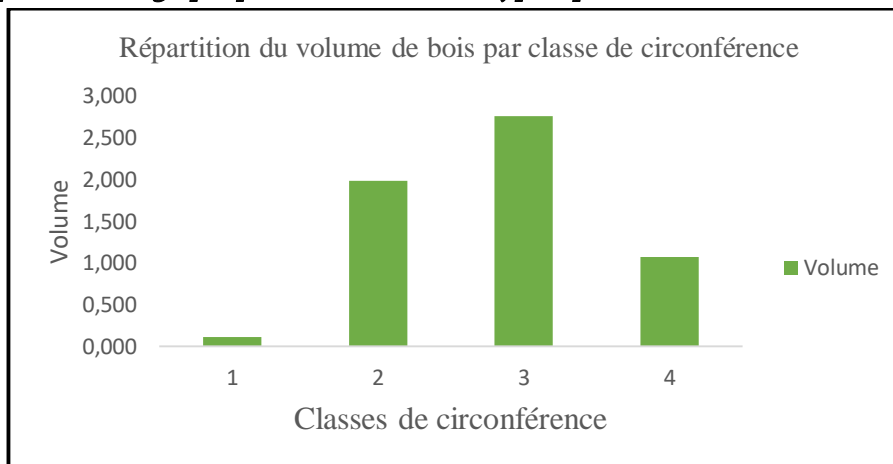


Figure 5 : Représentation graphique du volume d'eucalyptus par classe de circonférence 2010



5.4.1.2.3 Résultats plantation 2011

✚ Inventaire des plantations d'Eucalyptus : Résultat à l'hectare

Tableau 20 : Tableau récapitulatif des résultats de l'inventaire/plantation 2011/ha

CLASSES DE CIRCONFERENCE								Nbre tiges total/ha	volume total/ha
3 - 9		10 - 19		20 - 29		>29			
Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume		
189	0,290	314	1,491	121	2,452	75	6,009	700	10,242

✚ Inventaire des plantations d'Eucalyptus: Résultat à l'échelle de la forêt

Tableau 21 : Tableau récapitulatif du volume de bois total d'Eucalyptus de la plantation 2011

Année de plantation	Volume/ha (m ³)	Sup/strate (ha)	Volume total (m ³)
2011	10,25	78,120	800,73

Photo 4 : Plantation 2011



Figure 6 : Représentation graphique du nombre de tiges d'eucalyptus/classe de circonférence 2011

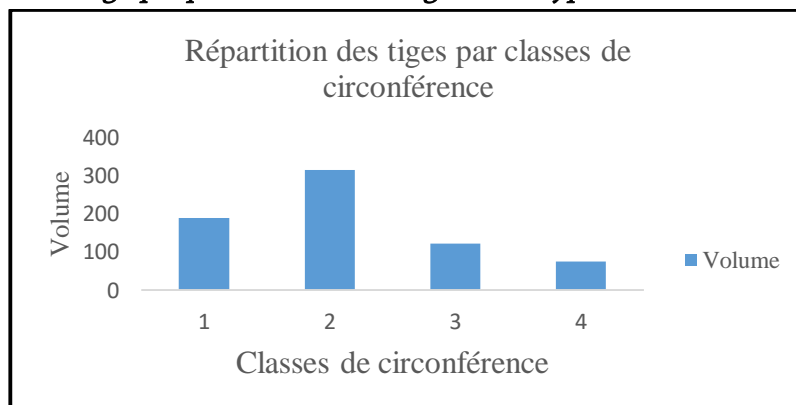
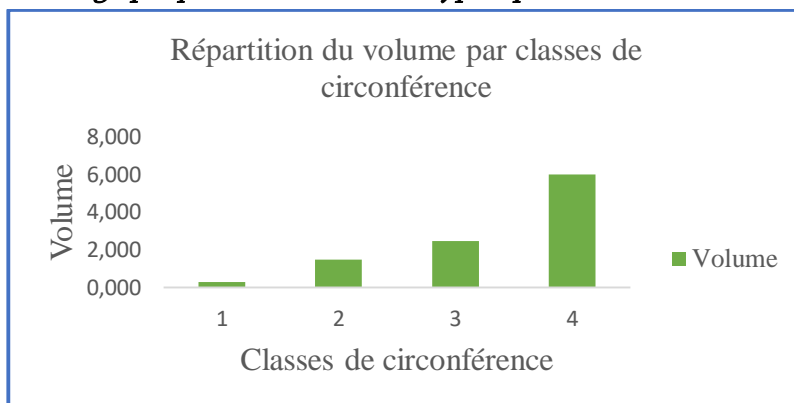


Figure 7 : Représentation graphique du volume d'eucalyptus par classe de circonférence 2011



5.4.1.2.4 Résultats plantation 2012

✚ Inventaire des plantations d'eucalyptus: Résultat à l'hectare

Tableau 22 : Tableau récapitulatif des résultats de l'inventaire/plantation 2012/ha

CLASSES DE CIRCONFERENCE								Nbre tiges total/ha	volume total/ha
3 - 9		10 - 19		20 - 29		>29			
Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume		
67	0,084	217	0,778	67	0,856	25	0,990	375	2,716

✚ Inventaire des plantations d'eucalyptus: Résultat à l'échelle de la forêt

Tableau 23 : Tableau récapitulatif du volume de bois total d'Eucalyptus de la plantation 2012

Année de plantation	Volume/ha (m³)	Sup/strate (ha)	Volume total (m³)
2012	2,716	98,992	268,86

Photo 5 : Plantation 2012



Figure 8 : Représentation graphique du nombre de tiges d'eucalyptus/classe de circonférence 2012

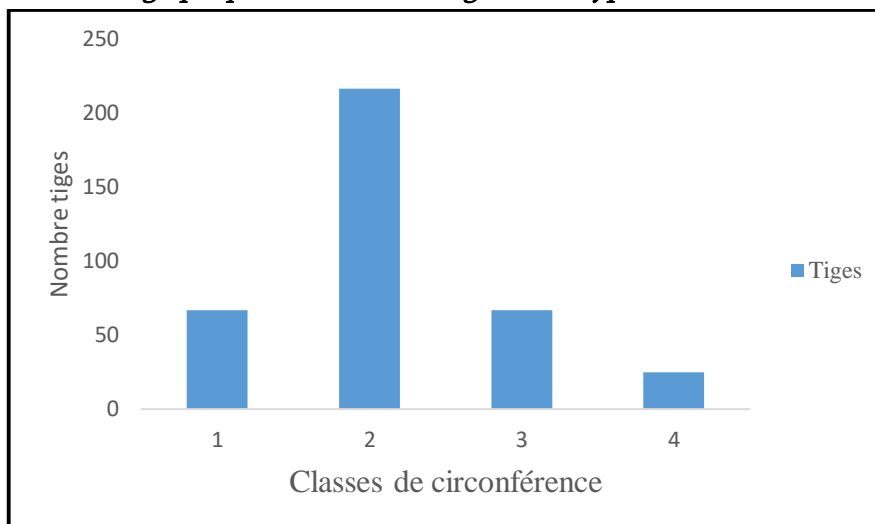
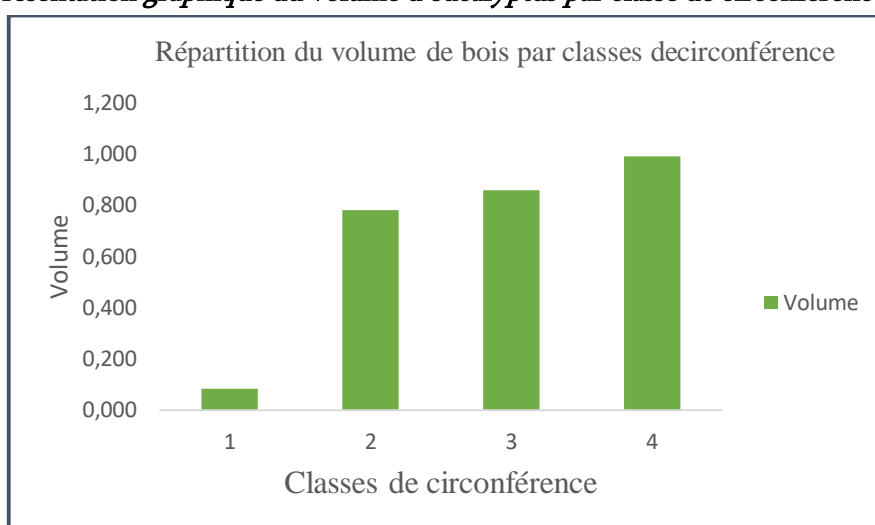


Figure 9 : Représentation graphique du volume d'eucalyptus par classe de circonférence 2012



5.4.1.2.5 Résultats plantations 2014 - 2015 – 2017

✚ Inventaire des plantations d'Eucalyptus: Résultat à l'hectare

Tableau 24 : Tableau récapitulatif des résultats de l'inventaire/plantation 2012/ha

CLASSES DE CIRCONFERENCE								Nbre tiges total/ha	volume total/ha
3 - 9		10 - 19		20 - 29		>29			
Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume		
71	0,093	182	0,852	93	1,663	18	0,720	364	3,329

✚ Inventaire des plantations d'Eucalyptus: Résultat à l'échelle de la forêt

Tableau 25 / Récapitulatif du volume de bois total d'Eucalyptus de la plantation 2014/15/17

Année de plantation	Volume/ha (m ³)	Sup/strate (ha)	Volume total (m ³)
2014/15/17	3,336	90	300,24

Photo 6 : Plantation 2014



5.4.1.2.6 Résultats plantation 2018 – 2019 – 2020 – 2021

+ *Inventaire des plantations d'Eucalyptus : Résultat à l'hectare*

Tableau 26 : Tableau récapitulatif des résultats de l'inventaire/plantation 2014/15/17/ha

CLASSES DE CIRCONFERENCE	
C <3	
Nbre tiges/ha	Volume/ha
1216	0,085

+ *Inventaire des plantations d'Eucalyptus : Résultat à l'échelle de la forêt*

Tableau 27 : Tableau récapitulatif du volume de bois d'Eucalyptus

Année de plantation	Volume/ha (m ³)	Sup/strate (ha)	Volume total (m ³)
2018-2019-2020-2021	0,045	255.35	9,33

Photo 7 : Plantation 2020



5.4.1.3 Résultats des formations steppiques

✚ Inventaire des formations steppiques : Résultat à l'hectare

Tableau 28 : Tableau récapitulatif des résultats de l'inventaire des steppes arborées/ha

CLASSES DE CIRCONFERENCE								Nbre tiges total/ha	volume total/ha
3 - 9		10 - 19		20 - 29		>29			
Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume	Nbre tiges	volume		
0	0	3	0,019	16	0,207	69	4,212	88	4,438

✚ Inventaire des formations steppiques : Résultat à l'échelle de la forêt

Tableau 29 : Tableau récapitulatif du volume total de bois dans les steppes arborées

Année de plantation	Volume/ha (m ³)	Sup/strate (ha)	Volume total (m ³)
Steppe arborée	4,438	391,33	1736,87

Figure 10 : Nombre de tiges d'eucalyptus par classe de circonférence 2012

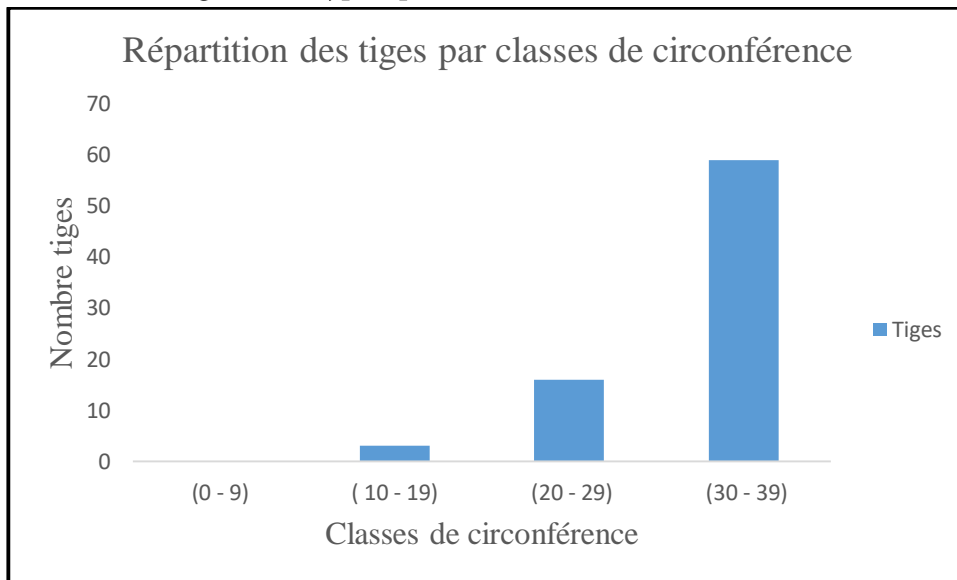
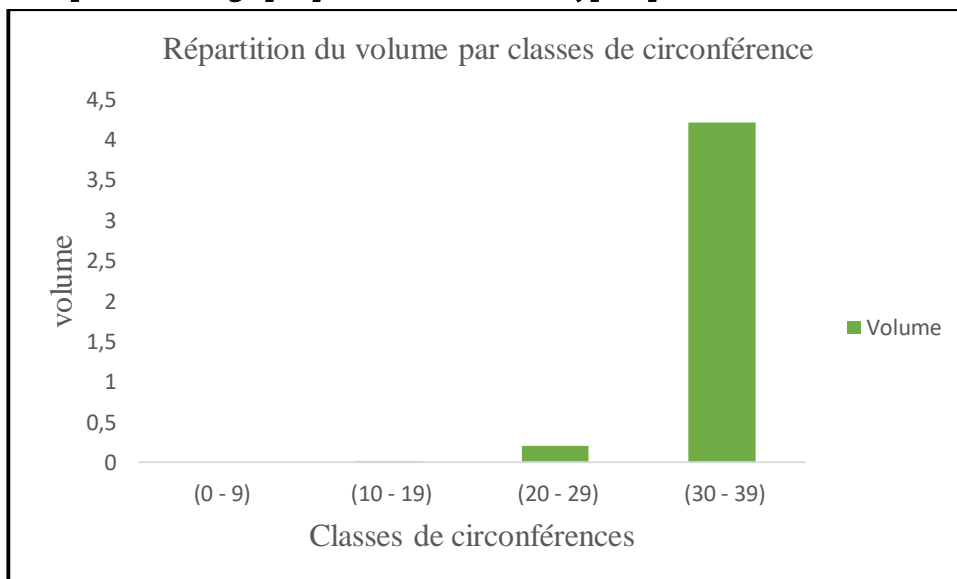


Figure 11 : Représentation graphique du volume d'eucalyptus par classe de circonférence 2012



5.5 De la valeur des services écosystémiques

Après une lecture transversale des sources, combinée à l'analyse des données utilisées pour cette étude, **20** services écosystémiques ont été sélectionnés pour une évaluation de leur valeur économique sur la zone d'étude (*cf tableau 5*).

5.5.1 Les services d'approvisionnement

Productions maraichères

La zone du projet est globalement agropastorale ; l'agriculture est pratiquée dans les dépressions inter dunaires appelées « *Ndiouki* » dans les dunes blanches et « *Khour* » dans les dunes continentales.

Comme le montre la carte d'occupation du sol, la zone couverte possède de grandes potentialités pour la production maraichère. Cette activité qui est localisée dans les dépressions (cuvettes) est rendue possible grâce aux actions de fixation des dunes en amont. Ce sont des zones très riches en matière organique avec une nappe d'eau très proche de la surface, tous facteurs qui les rendent propices à la culture maraichère.

Sur la base des résultats d'enquête et des données cartographiques, 72 cuvettes maraichères ont été identifiées dont 25 en cours d'exploitation pour une superficie de 37,57 ha et 47 laissées au repos sur 123,60 ha.

Les résultats d'enquête ont révélé que quasiment tous les ménages exploitent les cuvettes situées dans la zone d'étude où l'activité agricole dominante est le maraichage à l'exception de Lompoul situé dans la périphérie où seuls 29% des ménages ont des parcelles à exploiter dans les cuvettes situées à l'intérieur de la zone concernée. Les spéculations sont les mêmes qui sont cultivées dans toute la zone des Niayes. Celles qui sont les plus cultivées sont : l'oignon (100% des enquêtés), l'aubergine amère ou diakhatou (94%), la tomate et le chou (74%), le poivron (65%), la carotte (57%), l'aubergine douce (54%), suivent ensuite le piment (45%), la pomme de terre et le navet avec 40%, le poireau (34%), le gombo et le manioc (11%), la courge (8%), le concombre et la patate cultivés par 2,8% des personnes enquêtées.

Les chiffres d'affaires ont été calculés sur la base des données recueillies dans les fiches d'enquêtes. C'est ainsi que pour chaque spéculation les revenus moyens ont été calculés puis extrapolés à la population globale (291 ménages).

Les personnes enquêtées déclarent faire au cours de l'année 2 à 3 opérations donnant un chiffre d'affaire moyen de 21 390 881 FCFA par ménage et par année.

La valeur de ce service écosystémique a ainsi été évaluée à **6 224 746 226 F CFA** pour une année (*cf. tableau en annexe 4*).

Le pâturage post-récolte est aussi important dans l'alimentation du bétail. Après récolte dans les cuvettes maraichères, les animaux y sont laissés en libre pâture ce qui est une contribution inestimable dans les charges liées à l'alimentation du bétail.

Production pastorale

La zone des Niayes est majoritairement occupée par une population peulh, ethnie constituée d'agropasteurs. Ces populations thésaurisent en général leurs revenus par l'achat de bétail (bovins, ovins, caprins) qui est une forme d'épargne pour eux. Le milieu est également favorable à cette activité. C'est pourquoi une forte présence de bétail est notée dans la zone. La présence d'une biomasse herbacée et d'un fourrage aérien importants relève encore plus l'envie des populations d'investir davantage dans cette activité. Les résidus post récoltes dans les cuvettes maraichères constituent également une part importante de l'alimentation du bétail. Par sa physiographie et son type de sol assez varié, la zone offre par endroits des eaux stagnantes appelées « mares » qui assurent l'abreuvement du bétail durant l'hivernage et quelques mois dans la saison sèche.

Il ressort des résultats d'enquête que 97% de l'échantillon détient du bétail réparti comme suit :

- 58% des enquêtés détient des boeufs
- 78% des enquêtés détient des moutons
- 92% des enquêtés détient des chèvres
- 53% des enquêtés détient des ânes
- 44 % des enquêtés détient des chevaux



Figure 12 : Photo bétail en pâturage

L'élevage de la volaille occupe une place importante dans les activités des populations. Dans la partie échantillonnée 72% pratique de l'élevage de la volaille.

Les services offerts par cet écosystème en matière de fourrage sont inestimables selon les personnes enquêtées. La valeur économique de ces services a été calculée sur la base des coûts qui auraient été générés en l'absence de ce fourrage pour l'alimentation des effectifs existants dans la zone.

C'est ainsi que, avec cette méthode, les valeurs économiques des services écosystémiques relatifs à l'élevage ont été calculées sur la base des données recueillies sur les personnes enquêtées (*cf. tableau en annexe 3*). Ces données ont été extrapolées à la taille du total des ménages recensés dans la zone.

La valeur de ce service écosystémique a ainsi été évaluée à **1 941 896 050 F CFA**.

Les productions forestières

Le rôle économique que jouent les plantations d'eucalyptus et l'enrichissement des steppes arborées par une plantation d'espèces locales dans les Communes de Diokoul Ndiawrigne, Thièppe et Kab Gaye est justement apprécié par les populations. Les formations forestières en tant que système écologique mais aussi système de production vivrière, jouent un rôle important dans la vie économique de la population des villages des communes précitées à travers les biens et services qu'elles offrent aux populations. Elles jouent également un rôle appréciable dans :

- ☞ La sécurité alimentaire à travers les fruits forestiers des espèces comme : *Tamarindus indica*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana*, et la conservation des superficies cultivables par la fixation des dunes vives et celles ravivées.

Photo 8 : Pieds de Balanites aegyptiaca et ses fruits



Les forêts constituent également une source non négligeable de revenus. On peut citer dans ce cadre :

- ☞ La production d'énergie domestique avec les espèces comme : *Faidherbia albida*, *Guiera senegalensis*, *Acacia raddiana*.



- ☞ La production :
 - de racines, d'écorces, de gommes, de matériaux pour l'habitat, etc.
 - d'aliments bétail : le fourrage herbacé très diversifié, *Tephrosia purpurea*, *Digitaria longiflora*, *Zornia glochidiata*, *Eragrostis tremula*, *Andropogon gayanus*, *Dactyloctenium aegyptium*, offre une contribution spécifique quant à la production de lait et de la viande.
- ☞ Le fourrage aérien avec les feuilles et les gousses des *Acacia raddiana*, *Faidherbia albida*, *Balanites aegyptiaca*

Photo 9 : Zone de pâturage dans les dépressions interdunaires



Ces dépressions inter dunaires menacées d'ensablement renferment un potentiel fourrager aérien composé de *Faidherbia albida*, *Acacia raddiana* et *Prosopis africana* et herbacé très important qui contribuent à l'alimentation du bétail. L'ONG FADEC Nord a réalisé des plantations d'Eucalyptus autour de ces dépressions inter-dunaires et des enrichissements dans ces formations naturelles en espèces locales pour sauvegarder ce potentiel en ressources pastorales.

Photo 10 : Protection des cuvettes maraichères et pastorales menacées d'ensablement



Photo 11 : Protection des habitations contre l'ensablement



Le **capital naturel** fait référence aux ressources telles que minéraux, plantes, animaux, air, vus comme moyens de production de biens et services écologiques : production d'oxygène, purification de l'eau, prévention de l'érosion, pollinisation des cultures, et même fourniture de services récréatifs, y compris les « services de paysages ». Le capital naturel constitue une approche d'estimation de la valeur d'un écosystème, une alternative à la vision plus traditionnelle selon laquelle la nature et la vie non-humaine constituent des ressources naturelles passives sans production propre : le capital naturel s'adjoit donc au terme de capital productif.

Sous ce rapport ce capital naturel fournit plusieurs services aux populations qui vivent dans la zone d'étude soit pour leur utilisation personnelle soit dans l'alimentation du bétail. C'est ainsi que, en plus du **bois utilisé pour la cuisson des aliments et la construction des hangars**, les populations se servent des plantes comme **remède à différentes maladies** pour lesquelles elles n'ont pas d'autres alternatives. Le miel est également un produit fourni par la forêt même si son importance est moindre en terme de quantité. L'évaluation de la valeur bois de chauffe et de service a été faite sur la base de l'estimation des consommations annuelles de chaque ménage pour la cuisson des aliments et le renouvellement des étais et toiture pour leurs hangars. Les valeurs des quantités utilisées ont été obtenues avec les prix actuellement pratiqués sur le marché.

Le **fouillage aérien** est également une partie importante de l'alimentation du bétail. Il est essentiellement constitué des feuilles et fruits de *Prosopis africana*, *Acacia raddiana*, *Faidherbia albida*, *Maytenus senegalensis*. D'autres espèces non moins importantes fournissent ce type de fourrage. L'estimation de la valeur de ce fourrage est faite sur la base des *prix de remplacement*. Lors des travaux d'enquête, des questions ont été relatives au coût du fourrage aérien et à la nécessité d'alimentation des effectifs recensés si ce fourrage leur était privé. Les valeurs moyennes des données relevées ont été ramenées à la population ce qui donne pour la valeur économique des services écosystémiques relatifs au bois de chauffe/service, au fourrage et au miel un chiffre global de **3 289 026 943 FCFA**

La pharmacopée

De tout temps les populations rurales et même urbaines utilisent les plantes pour se soigner. Une grande partie de ces populations démunies, dépend de la médecine traditionnelle pour traiter certaines affections et maladies. La pharmacopée traditionnelle occupe une place prédominante dans le système de santé de ces populations enclavées. La zone des Niayes est d'une diversité spécifique exceptionnelle. Plusieurs espèces guinéennes s'y trouvent, ce qui lui confère un potentiel important en plantes médicinales.

En dehors des populations autochtones, plusieurs tradipraticiens y viennent pour prélever des parties de plantes de certaines espèces qui, hors de cette zone ne se retrouvent qu'en zone guinéenne (Casamance, Sénégal oriental).

Dans cette étude les espèces utilisées en pharmacopée traditionnelle ont été répertoriées suite aux résultats des enquêtes ainsi que les différentes maladies pour lesquelles elles sont utilisées comme remèdes.

L'évaluation économique de la valeur de ces plantes médicinales a été faite à partir du prix de leurs substituts marchands. Il s'agit de calculer la valeur des plantes médicinales sur la base du prix des médicaments vendus en pharmacie au cas où les populations, n'ayant plus accès à la zone de production, seraient obligées de faire cette option.

Les valeurs estimées des médicaments de substitution aux plantes médicinales pour le traitement des maladies recensées figurent en annexe 6.

Globalement les valeurs estimées s'élèvent à **111 025 230 FCFA**.

5.5.2 Les services de régulation et de soutien

Les plantations d'eucalyptus réalisées entre 2009 et 2021 contribuent au maintien des potentialités productives par la préservation des superficies cultivables, à travers les racines des arbres et leurs feuilles qui fixent les sols, luttent contre les érosions éolienne et hydrique.

La zone présente un climat côtier marqué par la présence de l'alizé maritime qui complète le déficit de saturation, conjuguée à une nappe affleurante ; ce qui permet le développement de la culture horticole sur douze (12) mois et un regain d'activités dans cette zone des Niayes d'où provient environ 80% de la production légumière du Sénégal.

Cette zone jouit d'un microclimat assez particulier caractérisé par des températures moyennes assez basses (25°C) et d'une humidité relative élevée (60-80%) du fait de la proximité de l'océan, ceci imprime globalement une situation de bien-être très appréciée par les populations.

La formation du sol est un soutien nécessaire à la production de tous les services éco systémiques. Ainsi les écosystèmes jouent un rôle dans les flux et le recyclage des nutriments par le biais des processus de décomposition et d'absorption ; Ex : la décomposition de la matière organique, qui contribue à la fertilité des sols. En plus, la formation de la biomasse est assurée par les plantations d'eucalyptus et les formations naturelles enrichies par Régénération assistée (RNA), par le biais de la photosynthèse et de l'assimilation des nutriments.

Les plantations en amont contribuent de façon certaine au maintien des fonctions écologiques dans les zones de dépression en favorisant l'existence d'un microclimat propice aux activités agricoles par le maintien de la couverture végétale et l'enrichissement du sol en matière organique. De ce point de vue, les plantations d'Eucalyptus ont joué un rôle évident dans la protection et la conservation de cet écosystème. En plus les actions de régénération naturelle assistée effectuées par la FADEC dans ces dépressions augmente la valeur de la biodiversité et de la fertilité des sols.

La méthode d'évaluation contingente (MEC) a donc été utilisée pour estimer la valeur économique des 4 services écosystémiques suivants : "Température", "niveau nappe", "fixation des dunes et protection de l'habitat", "augmentation de la fertilité".

Le consentement à payer (CAP) ou la disposition à payer (DAP) a été retenu pour l'estimation de ces valeurs compte tenu des facteurs évoqués plus haut.

Les valeurs estimées pour l'évaluation des services écosystémiques liés à la température, le niveau de la nappe d'eau, la fixation des dunes et la protection de l'habitat et l'augmentation de la fertilité des sols figurent en annexe 8. Le montant global de ces valeurs est estimé à **11 432 331 818 FCFA**.

La séquestration du carbone

Evaluation de la séquestration du carbone sur la base du volume et de la densité

Il a été signalé dans les études pantropicales de Brown (1997) que le carbone contenu dans la biomasse sèche d'un arbre est de 50 % alors que le GIEC (2006) a indiqué une valeur par défaut de 47%. Mais les travaux de Guendehou *et al.* (2012), réalisés localement (au Bénin), ont montré une valeur égale à 49,05% comme facteur de conversion de la biomasse au carbone. Ce qui signifie que l'utilisation de la valeur de Brown (1997) surestime le stock de carbone alors que la valeur par défaut du GIEC le sous-estime. Dans tous les cas, l'estimation de la biomasse devient une étape essentielle dans l'évaluation du stock de carbone et les approches utilisées varient en fonction de plusieurs facteurs : types de végétation, objectifs initiaux, méthodes statistiques d'échantillonnage, techniques de mesures, etc. (Mbow, 2009).

Les données de carbone de la biomasse ligneuse au niveau national étant parcellaires et donc incomplètes voire anciennes pour certaines zones comme celle de la FADEC, une réactualisation a été jugée nécessaire d'où la réalisation, entre autres activités, d'un nouvel inventaire forestier. Ce qui a permis avec les travaux récents en la matière dont ceux de Guendehou *et al.* (2012) d'évaluer ainsi les stocks de carbone avec l'application d'un facteur de conversion de 0,49

Il en ressort les résultats présentés ci-dessous :

Tableau 30 : Stock de carbone par année de plantation d'eucalyptus et au niveau de la steppe arborée

Année de plantation	Volume total (m3)	Biomasse Totale (t)	Quantité carbone séquestrée (t)	C sol (t)	Total C (t)	Eq CO ₂ (t)
2009	1250,541	945,409	463,25	587,289	1050,539	3844,97274
2010	332,598	251,444	123,208	549,832	673,04	2463,3264
2011	800,73	605,352	296,622	764,014	1060,636	3881,92776
2012	286,076	216,273	105,974	1054,284	1160,258	4246,54428
2014/15/17	359,621	271,873	133,218	1030,127	1163,345	4257,8427

2018-19-20-21	11,491	8,687	4,257	1200,145	1204,402	4408,11132
Steppe arborée /relique	1598,035	1409,467	690,639	4684,641	5375,28	19673,5248
TOTAUX	945,001	3708,506	1817,168	9870,332	11687,5	42 776,25

NB : les plantations et le sol forestier des plantations et des formations naturelles séquestrent **42 776,25** tonnes en équivalent de dioxyde de carbone (EqCO₂).

Evaluation de la séquestration du carbone par équation allométrique

Potentialités en séquestration de carbone des plantations et formations naturelles

La teneur en carbone est de plus en plus estimée via l'utilisation d'équation allométriques assez générales, qui jadis couvraient très peu les zones sahéliennes. Des efforts ont été faits pour compléter ces données. Au titre des contributions, on peut citer effectivement l'étude de Guendehou et al. (2012), réalisée localement (au Bénin), celles de Mbow et al. (2014) ainsi que Dayamba et al (2015). Cette dernière reprenant et appliquant l'équation préconisée pour les zones sèches par Chave et al. (2005). En zone sahélienne, notamment au Burkina Faso, cette équation a été réutilisée par des chercheurs dont Dayamba pour connaître les stocks de carbone d'une zone soudanienne du pays en question. De l'avis de beaucoup de spécialiste, les équations de ce genre intégrant la hauteur et la densité spécifique sont les plus adéquates. A titre de rappel, l'étude est intitulée « Biodiversity and carbon stocks in different land use types in the Sudanian Zone of Burkina Faso, West Africa » publiée et acceptée en septembre 2015). La formule qui y est préconisée est :

$AGB = 0,112 \times (pD^2H)^{0,916}$ où p (g/cm³) = densité spécifique ; D = diamètre de référence en centimètre et H = hauteur en mètre

Par convention on estime que la proportion de carbone dans la biomasse ligneuse est de 50 %. C'est ce facteur préconisé d'expansion et de conversion de la biomasse par défaut (0,5) que nous avons utilisé avec la biomasse aérienne ligneuse pour connaître les stocks de carbone correspondants. Puis dans un souci de valorisation (**option de ventes de crédits carbone**), le carbone est transformé en équivalent CO₂ en multipliant la quantité de carbone par 3,66 (valeur du rapport entre le dioxyde de carbone (CO₂) et le carbone (C) soit 44/12). De la même façon, le carbone racinaire a aussi été évalué par le biais de l'application d'une équation allométrique, en l'occurrence celle de Cairn et al. 1997 qui donne :

$BR (kg) = Exp (-1,0587 + 0,8836 \times \ln(BA))$ pour l'estimation de la biomasse racinaire. Les résultats de biomasse aérienne (BA) et de biomasse racinaire (BR) ont été combinés, synthétisés et consignés dans le tableau ci-dessous. Aux valeurs de carbone des ligneux qui en ont découlées, ont été ajoutées celles du sol par l'exploitation de la base de données constituée lors de l'exécution du **PREFER** (Projet de Réhabilitation des Forêts et Espaces Ruraux).

Pour rappel, l'équation allométrique préconisée pour l'estimation de la biomasse aérienne fait intervenir la densité spécifique d'où le recours également à la base de données « African Wood Density Database » qui nous donne une fourchette de valeur (minimale et maximale)

pour chaque espèce. Ainsi une moyenne a été calculée et intégrée à la formule. Ci-dessous la liste des densités pour les espèces inventoriées :

- *Eucalyptus camaldulensis* :..... 0,68 - 0,98
- *Acacia nilotica*0,65 - 0,83
- *Balanites aegyptiaca* :..... 0,73 - 0,80
- *Faidherbia albida* : 0,46 - 0,57
- *Acacia seyal* pour *Maytenus senegalensis* :.....0,65 - 0,80
- *Prosopis africana* :..... 0,91-1,04

Les résultats des calculs sont présentés ci-dessous :

- **Résultats issus de l'application de l'équation préconisée par Dayamba et al, 2015**

Le calcul du carbone a été fait avec l'adoption d'une densité pour l'Eucalyptus de 0,70 d'une part, et de l'autre de 0,85 qui est une moyenne issue des valeurs proposées par la base de données africaine "African Wood Density Database" (0,68- 0,98), les autres valeurs pour les espèces locales restant inchangées (voir liste ci-dessus).

Les deux tableaux ci-dessous donnent les résultats en séquestration de carbone en considérant les deux densités. (0,70 et 0,85)

Tableau 31 : répartition du carbone (densité Eucalyptus : 0,70)

Formations	C aérien et racinaire (t)	C sol (t)	Total C (t)	Eq CO ₂ (t)
Plantation 2009	807,872	587,289	1395,161	5106,288
Plantation 2010	212,365	549,832	762,197	2789,640
Plantation 2011	449,702	764,014	1213,715	4442,198
Plantation 2012	179,321	1054,284	1233,605	4514,993
Plantation 2014-2015	223,377	1030,127	1253,504	4587,826
Plantation 2018-2021	20,120	1200,145	1220,265	4466,171
TOTAL	1892,756	5185,691	7078,447	25907,116
Steppes	908,157	4684,641	5592,798	20469,640
TOTAL GENERAL				46376,756

Tableau 32 : Répartition du carbone (densité Eucalyptus : 0,85)

Formations	C aérien et racinaire (t)	C sol (t)	Total C (t)	Eq CO ₂ (t)
Plantation 2009	809,031	587,289	1396,320	5110,532
Plantation 2010	252,611	549,832	802,443	2936,941
Plantation 2011	535,137	764,014	1299,151	4754,892
Plantation 2012	213,314	1030,127	1243,441	4550,994
Plantation 2014-2015	265,767	1054,284	1320,051	4831,386
Plantation 2018-2021	16,953	1200,145	1217,098	4454,579
TOTAL	2092,813	5185,691	7278,504	26639,324
Steppes	908,157	4684,641	5592,798	20469,640
TOTAL GENERAL				47108,964

Evaluation du carbone du sol forestier

Des études ont été réalisées dans le cadre du **PREFFER** en 2006 dans cette zone des Niayes pour évaluer globalement le carbone des plantations et des formations naturelles autour de la dune de Saly. Ainsi en plus du carbone ligneux, le sol a fait l'objet de prélèvement dans chaque placette selon 2 classes de profondeur 0-20 cm et 20-40 cm. Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une base de données. A défaut d'avoir des données récentes, ces données ont été capitalisées pour une évaluation plus complète du carbone séquestré.

Ce travail d'échantillonnage et d'évaluation du carbone du sol est relativement lourd et cher (terrain et traitement notamment au laboratoire.) et n'a donc pas été envisagé dans cette étude mais les données disponibles mêmes si elles ne sont pas très récentes, donnent des indications qui permettent de ne pas négliger ce pool de carbone du sol, de mieux ajuster et compléter ainsi le coût global du carbone séquestré par les plantations et les autres formations. Pour ce faire et comme alternative, la base de données établie alors pour la circonstance a été mise à contribution. Elle donne la teneur en carbone des sols pour les dunes aménagées c'est-à-dire reboisées autour de Saly et les formations naturelles. Ces teneurs sont de **4,7 t** pour les jeunes plantations, **9,78 t/ha** en fixation des dunes pour les plantations plus âgées (moyenne entre la plus faible valeur et la plus élevée autour de Saly), **11,12 t/ha** pour les steppes arbustives, et **13,01t/ha** pour les steppes arborées.

Tableau 33 : Résultats de la séquestration du carbone (équation appliquée par Dayamba et al.)

Désignation	Quantité de C séquestrée (t)	Quantité de Eq CO ₂ (t)
Carbone des plantations et steppe arborée	7278,504	26639,324
Carbone du sol	5592,798	20469,640
TOTAUX	12871,302	47108,964

Evaluation financière de la séquestration du carbone par les plantations et le sol forestier

Le marché du carbone est un mécanisme permettant l'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre. Il fait partie des mesures incitatives prévues par le Protocole de Kyoto pour encourager les États à réduire leurs émissions et opter pour de nouvelles technologies à moindre coût.

Ce marché reste très timide en Afrique même si des initiatives intéressantes sont notées par exemple en Afrique du Sud qui a pu tarifier la tonne de carbone. Le Système d'Echanges de Quota d'Emissions (SEQE) et de taxe carbone qui constitue le socle du marché traditionnel n'est de ce fait pas très dynamique en Afrique et semble inapproprié. Cependant, quelques pays se positionnent déjà et anticipent pour pouvoir bénéficier à temps des retombées.

C'est le cas du Sénégal qui pense étendre cette initiative jusqu'ici limitée au secteur public à l'Etat au secteur privé comme l'a déclaré Abdoulaye Seck, chef du projet de développement des approches politiques dans le cadre de l'article 6 au niveau du Sénégal à l'occasion d'un atelier de formation initié par l'Institut mondial pour la croissance verte

(GGGI, sigle anglais) sur l'article 6 de l'accord de Paris sur le Climat « *Très prochainement, le secteur privé pourra utiliser le mécanisme 6.4 qui régit ce marché et qui est en cours de configuration pour vendre des crédits carbone* », (<https://apanews.net/pays/senegal/news/senegal-le-marche-du-carbone-bientot-accessible-au-secteur-prive>).

Néanmoins, le prix moyen mondial de la tonne de dioxyde de carbone séquestrée est assez faible environ 2 dollars ([Tarification du carbone en Afrique subsaharienne, Konrad-Adenauer-Stiftung e. V., 2020](#)); sur le marché libre et volontaire, il est aussi faible, tournant autour 3,2 dollars/tonne (Financing Emissions Reductions for the Future, State of the Voluntary Carbon Markets, 2019) soit environ environ 1980 FCFA (taux du dollar = 618,5 à la date du 25/12/2022). C'est ce marché, moins contraignant et plus accessible qui est préconisé, entre autres par beaucoup de spécialistes, pour les crédits de compensation notamment pour les projets de séquestration forestière du carbone comme les projets de reboisement en Afrique, notamment au Sénégal.

La commercialisation du carbone séquestré par les plantations et le sol forestier de la zone d'intervention de l'ONG FADEC NORD sur le marché libre du carbone donne les résultats ci- dessous :

Tableau 34 : Valeur financière de la séquestration du carbone sur le marché libre

Quantité de C séquestrée	Quantité EqCO ₂ (t)	valeur tonne Eq CO ₂ (dollar)	valeur tonne Eq CO ₂ (FCFA)	valeur totale (F CFA)
12871,302	47108,964	3,2	1980	93 275 748
	TOTAL (FCFA)			93 275 748

Valeur financière en perspective de la séquestration du carbone

Conscients de la progression du marché du carbone et résolus à se battre pour une tarification optimale, des Etats, acteurs de la société civile, des entreprises, ..., etc., s'organisent de plus en plus pour donner au carbone une meilleure valeur qui, contraindrait davantage les pollueurs à respecter leurs engagements et contribuerait à l'atteinte des objectifs de réduction globale des émissions de carbone. C'est dans ce cadre qu'il faut placer les alliances en cours comme celle autour du label *bas carbone* regroupant d'après la publication référencée ci- après « *prix-carbone_4p_DEF_Fr.pdf*», 74 pays et 1000 entreprises et qui a été formée en septembre 2014, lors du sommet sur les changements climatiques. L'ambition de cette coalition est d'alimenter un dialogue fructueux entre décideurs publics et privés sur les opportunités d'étendre les politiques de tarification du carbone. La France l'Allemagne, le Mexique, le Canada, le Chili, ou encore l'Ethiopie font partie de cette coalition, lancée officiellement le 30 novembre 2015 à l'ouverture de la Cop 21.

La démarche de cette coalition pour minimiser le coût de la transition *bas carbone* consiste en théorie à faire payer directement le prix du carbone aux pollueurs via un dispositif de taxe dont le produit peut être réutilisé pour réduire la fiscalité par ailleurs.

Ainsi il est prévu en France une trajectoire de taxe croissante : 56 euros en 2020 et enfin 100 euros en 2030 contre 14,50 euros la tonne en 2015 et 22 euros en 2016, ceci pour diviser par quatre les émissions de carbone au niveau national et contribuer à respecter l'objectif de limitation de la hausse de la température à 2 degrés à l'échelle planétaire.

L'Afrique n'est aussi pas en reste dans cette dynamique avec la formation d'alliances comme l'Alliance Ouest-Africaine sur les marchés du carbone et le financement climatique (WAA) et l'Alliance de l'Afrique de l'Est (EAA) dans le même domaine précité. C'est dire que le prix du carbone promet des lendemains meilleurs.

Dans cette perspective et en adoptant donc cette valeur **d'option**, une simulation avec les prix précités (valeur tutélaire du carbone), permettrait de rentabiliser davantage le carbone séquestré comme le traduit le tableau récapitulatif de la valeur financière ci-dessous présenté.

Tableau 35 : Valeur financière du carbone séquestré par les formations et le sol (Valeurs projetées)

Carbone séquestré (t)	EqCO2 (t)	Valeur minimale (Euro)	Valeur (FCFA)	Valeur totale minimale (FCFA)	Valeur maximale (Euro)	Valeur (FCFA)	Valeur totale maximale (FCFA)
12871,302	47108,964	56	36562,4	1 722 416 785	100	65290	3 075 744 260

1 EURO = **652,90** FCFA au 28/12/2022

5.5.3 Les services culturels

Les services culturels se résument par la valeur d'existence de la biodiversité avec la présence d'espèces diverses qui constituent l'habitat d'une faune assez diversifiée, intégralement et/ou partiellement protégées au niveau national.

La beauté paysagère de la zone est exploitée à des fins touristiques, ce qui explique la présence de campements pour la valorisation du paysage qui de par leur originalité constitue un aspect attractif de grande importance.

C'est une source non négligeable de création de richesse à travers les emplois créés et les activités connexes créatrices de chaînes de valeur notamment l'artisanat et les représentations artistiques exécutées par les jeunes dans les campements touristiques.

Photo 12 : Vues d'un campement touristique sur la dune de Saly



Photo 13 : Cantines de vente d'objets d'art à Lompoul



Le service écotouristique

Les enquêtes ont coïncidé avec la fin de la campagne touristique ; ainsi très peu de flux ont été enregistrés. Les données collectées sont très limitées en raison du facteur précité mais peuvent être valorisées pour estimer la valeur du tourisme par la méthode du coût de transport.

Notre enquête s'était orientée sur les réceptifs qui sont identifiés dans la zone à défaut d'avoir un échantillon suffisant de touristes pour les raisons évoquées plus haut. C'est ainsi que nous avons recensé sept (07) campements touristiques qui évoluent dans le secteur.

Il s'agit des campements ci-dessous :

- Ecolodge ;
- Horizon Lodge ;
- Camp du désert ;
- Africa roots du désert ;
- Campement Daaradji ;
- Lodge in Lompoul ;
- Badéa.

Notre évaluation s'est portée sur les coûts d'accès et de séjour, la fréquence de visite dans ces réceptifs diffère d'un campement à l'autre, le nombre de visiteur varie de 200 à 8000 par an suivant l'importance du campement. En moyenne la durée de séjour d'un touriste est d'un (01) jour. Les données recueillies nous ont permis d'évaluer la valeur économique du service écotouristique à **645 550 000 F CFA**/an non compris les activités connexes (vente objets d'art et animations artistiques) qui mobilisent 19 femmes qui tirent un revenu moyen journalier qui varie de 5000 à 20000 FCFA en basse campagne et 30000 en pleine campagne.

Tableau 36: *Recettes tirées des activités artisanales et artistiques*

Acteurs	Recettes campagne
19 femmes	22 500 000
Animations (groupes)	2 970 000
TOTAL	25 470 000

Le tableau ci-après fait ressortir les coûts d'accès et de séjour pour les touristes qui ont été enquêtés.

Tableau 37: *Évaluation des services écotouristiques*

Nom touriste	Fréquence	Durée séjour	Cout d'accès	Dépense de séjour	Total (FCFA)
Péjado Emanuel	1	10	14000 €	100 €	9 249 600
Jean Marc			17 000		11 152 000
Sara	1	15	12 000		7 872 000
Nathalie	2	6	11 000	90	7 275 040
Patrick			13 000	26 000	19 024 000
François	1	7	17 000		11 152 000
TOTAL					45 323 040

Des activités connexes se sont développées autour du tourisme notamment en terme de vente d'objets d'art et des services comme la tresse par les populations constituées en majorité de femmes ainsi que des prestations artistiques comme les animations effectuées par les jeunes dans les campements.

VI. Estimation de la valeur économique totale des services écosystémiques

La valeur économique totale constitue le cumul de l'ensemble des valeurs des services écosystémiques qui ont été identifiés et évalués. Le tableau ci-dessous fait la synthèse des valeurs qui ont été estimées pour tous ces services.

Tableau 38 : Représentation de la valeur économique totale des BSE

Services approvisionnement		Service régulation soutien		Services culturels	
Type service	Montant estimé	Type service	Montant estimé	Type service	Montant estimé
<i>Agriculture</i>	6 224 746 226	<i>Séquestration Carbone</i>	93 275 748	<i>Tourisme</i>	620 080 000
<i>Elevage</i>	1 941 896 050	<i>Température/nappe d'eau/fertilisation/Protection habitat et fixation dunes</i>	11 432 331 818	<i>Objets d'art</i>	22 500 000
<i>Bois</i>	281 923 569			<i>Animation</i>	2 970 000
<i>Fourrage</i>	3 002 588 717				
<i>Miel</i>	4 514 657				
<i>Pharmacopée</i>	111 025 230				
TOTAL	11 566 694 449		11 525 607 566		645 550 000
VALEUR ECONOMIQUE TOTALE =			23 737 852 015		

VII. Estimation des coûts de réhabilitation après exploitation

✚ Considérations particulières

La partie Nord-Ouest de la zone d'intervention de la FADEC-Nord est marquée par la menace que constitue l'avancée des dunes qui persiste encore malgré l'érection d'une bande de filaos (*Casuarina equisetifolia*) sur l'étendue des communes de Diokoul Diawrigne, Thiépp et Kab Gaye et des plantations d'Eucalyptus. Elle présente des contraintes élevées à l'aménagement de l'espace rural en raison de l'exposition aux vents et des enclaves dunaires.

Photo 14 : Vue d'une vive non fixée (situation de référence)



C'est pourquoi, dès maintenant, la FADEC-Nord devrait anticiper les impacts associés aux formes d'occupation plurielles (exploitation minière, infrastructures routières) en procédant à une évaluation du potentiel ligneux des plantations réalisées aux fins de tarifier l'investissement ayant permis leur réalisation de 2009 à 2019 ainsi que les coûts nécessaires à la mise en place des plantations compensatoires.

L'examen approfondi de ces différentes données nous a permis de nous rendre très vite compte que l'effort fourni pour réaliser la plantation de cette superficie est quelque peu ardu du fait de certaines imprécisions. Pour surmonter cet écueil, les données disponibles ont été confrontées à celles obtenues au cours des enquêtes et inventaires dans les unités programmées. Ceci a permis de corriger et d'actualiser les données de reboisement sur la base de l'exploitation d'une carte d'occupation du sol (*cf. carte n°4*) en ramenant la superficie totale plantée de 1 211,91 ha à 1022,96 ha (*cf. tableau n°4*).

Cette différence avec nos résultats pourrait s'expliquer par le fait que la FADEC-Nord dans le rapportage de ses réalisations annuelles physiques n'a pas fait de discernement entre les superficies regarnies pour substituer les plantes mortes après leur mise en terre de la campagne précédente qu'il ne faut pas comptabiliser dans les réalisations physiques nouvellement implantées.

Figure 13 : réalisations physiques en ha de 2009 à 2020



Pour mesurer les progrès réalisés dans la mise en œuvre de ce programme, les activités de reboisement entreprises ont fait l'objet d'une évaluation à mi-parcours qui considère que les résultats déjà obtenus répondent en partie à l'appréciation portée sur le niveau d'atteinte des objectifs poursuivis sur le plan de l'amélioration de l'environnement et de la gestion des ressources naturelles (*Photos 15*).

Photo 15 : Dune stabilisée après une plantation âgée d'un an



✚ Reboisement compensatoire

Le reboisement compensatoire se définit comme une compensation sous forme de plantations d'arbres à réaliser dans une portion de terroir aménagée qui plus est, impacte sur une superficie équivalente à celle convertie pour une cause d'utilité publique ou allouée à un organisme privé.

Dans la présente étude, une occupation des boisements de la FADEC-Nord est engagée dans le Secteur de Lompoul qui sera la prochaine étape de l'exploitation du Zircon. Cela aura pour incidence un changement dans les vocations initiales de ces espaces en leur faisant passer d'un milieu anthropisé où les pratiques agropastorales et forestières sont possibles à un milieu d'exploitation minière.

Ce processus va porter préjudice à une zone qui a été le siège d'importants programmes et de projets de reboisement, de conservation de la nature et de productions maraîchères dans les enclaves dunaires stabilisées. Dans ce contexte de transformation spatiale dictée par le prolongement des activités de la Société « Grande Côte Operations », la survie de ces espaces, en procédant à leur réhabilitation, est un enjeu majeur pour leur sauvegarde en raison du rôle qu'ils ont eu à jouer en un moment donné.

En conséquence, l'obligation de compensation qui doit profiter à la FADEC-Nord dépossédée de ses produits ligneux, portera sur l'étendue de l'emprise minière ayant impacté les implantations physiques.

L'estimation des coûts de réhabilitation se base sur les investissements qui ont été faits par la FADEC en vue de procéder à la fixation des dunes situées dans leur zone d'intervention. Ils intègrent toutes les dépenses nécessaires à la réalisation des plantations depuis la production de plants en pépinière jusqu'à la plantation sur le terrain en passant par la protection mécanique ainsi que l'entretien et le suivi/évaluation.

Avec les données mises à notre disposition par la FADEC complétées par celles collectées à partir des outils de cartographie, il a été possible d'avoir un aperçu général sur l'état des

réalisations physiques. L'exploitation de ces données a permis d'estimer de façon assez exhaustive le coût de reboisement à l'hectare dans ces conditions particulières.

Le cumul des dépenses effectuées de 2009 à 2021 pour les reboisements porte sur un chiffre de 474 109 057 F CFA. Ce chiffre a été majoré de 30% pour tenir compte de l'inflation pendant la période considérée. Ce qui ramène le coût à l'hectare reboisé à **602 508 F CFA** si on tient compte de toute la superficie reboisée (plantations et enrichissements) qui a été estimée à 1022,96 ha.

Tableau 39 : Récapitulatif des coûts à l'hectare de plantation par type d'activité

Rubrique	Coût à l'hectare
Production plants	190759
Matériel plantation et autres frais	3638
Fixation mécanique	221079
Fixation biologique	95541
Suivi et gardiennage	70251
Logistique, entretien, réparations	21240
TOTAL	602508

VIII. Conclusion

Aujourd'hui, la conservation et la restauration des écosystèmes naturels dans les zones périurbaines comme celle des Niayes, est une problématique majeure dans les schémas d'aménagement du territoire au Sénégal. Les utilisations diverses des terres telles que l'agriculture et les activités récréatives font peser des pressions importantes sur la biodiversité et l'écosystème des Niayes. Viennent s'y ajouter comme données récentes le développement résidentiel et industriel ainsi que le développement des infrastructures routières. La zone des Niayes, jadis zone de production horticole par excellence, voit ainsi sa vocation disparaître au fil du temps avec des conséquences lourdes sur l'économie locale et surtout sur la sécurité alimentaire au niveau national.

Force est de constater que cette zone est aujourd'hui menacée par des aménagements dans un but de construction d'habitation ou des projets d'extraction minière. Le rôle écologique et agronomique de cette zone risque d'être perdu à jamais et les conséquences seront importantes à plusieurs égards, notamment sur le plan de la sécurité alimentaire (la zone produit 80% de la production légumière du pays) et ses répercussions sur les populations, déjà en proie à une psychose notable avec l'arrivée et l'extension de l'exploitation du zircon par la GCO.

Même si dans le cadre de la continuité de l'Etat un contrat de cession a été signé en son temps avec GCO, il est nécessaire aujourd'hui au vu de la situation anxiogène et délétère d'anticiper sur d'éventuels difficultés qui pourraient survenir et consolider la paix et la stabilité qui sont les véritables gages de développement. En effet, dans l'exécution du travail qui nous était assigné par la FADEC consistant à évaluer les investissements et les pertes induites par l'exploitation du minerai en question dans leur zone d'intervention notamment au plan environnemental, financier et socio-économique, il nous été donné de noter une véritable stupeur. En conséquence, les populations en particulier ne semblent pas du tout résignées à accepter cet état de fait d'où une invite envers les pouvoirs publics à prendre le problème à bras le corps en vue de trouver une solution idoine face à cette situation.

Au demeurant, l'Etat qui est signataire du contrat de cession a le devoir, compte tenu de ce qui précède, de faire prévaloir son intérêt qui est intrinsèquement lié à celui des populations. Dans ce cadre, il pourrait s'appuyer sur toutes les conventions qu'il a ratifiées et qui visent en définitive le bien-être sinon le mieux-être des populations dans sa globalité à savoir la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification, la Convention sur la diversité biologique pour ne citer que celles-ci, pour s'entourer de garanties suffisantes aptes à contribuer à inverser la tendance, si ce n'est déjà tard. A défaut, et conformément à sa politique visant l'émergence et qui inclut de ce fait la souveraineté alimentaire pour laquelle la zone en

question joue un rôle prépondérant (forte production maraichère et arboricole entre autres activités), les pertes doivent être dument compensées.

Pour le seul volet maraichage, l'étude que nous avons menée fait ressortir un chiffre d'affaires de 6 224 746 226 FCFA pour les communes ciblées telles que Thieppe, Diokoul Diawrigne principalement. Dans cet ordre d'idée l'élevage n'est pas en reste. Il en va de même pour le tourisme sans compter les services environnementaux pour lesquels l'évaluation, loin d'être exhaustive, n'a pas mis en évidence toute leur valeur étant donné la complexité et la difficulté à leur trouver un juste prix, un prix irréfutable. Pour étayer ce propos la DAP, notamment par rapport à certains aspects comme la protection de l'habitat, la fourniture d'eau, l'amélioration de la température ...etc., fait enregistrer des réponses avec des montants faramineux ou à la limite une absence de réponse due à l'impossibilité d'évaluer ses services que certains enquêtés jugent inestimables.

La FADEC fait aussi les frais de l'exploitation du zircon. En effet, elle a investi des milliards, avec plus de 700 millions dans le domaine du reboisement pour contribuer à l'effort de fixation des dunes dont les effets positifs ne sont plus à démontrer. Elle a également investi dans des infrastructures (magasin, forage), mis à disposition des motopompes aux populations, offert de la logistique, des formations, contribué à promouvoir l'autonomisation des femmes (Elevage), accompagné le processus de développement local avec un système de financement de proximité, etc.

Si le projet d'exploitation du zircon devrait être maintenu, tous les investissements de la FADEC et les effets induits doivent impérativement être pris en considération (*Cf. tableau n°38*) et compensés. A ce titre les reboisements, au-delà de leur rôle protecteur, génèrent entre autres produits, du carbone qui, ne cesse de prendre de l'importance surtout dans le contexte des Changements Climatiques et qui peut à terme être bien valorisé.

Il faut cependant noter que si des résultats intéressants ont été obtenus dans le cadre de cette étude, il n'en demeure pas moins que des limites ont été notées notamment le manque de préparation des populations pour les enquêtes, n'ayant pas été informées à temps de notre passage, les difficultés d'estimation des superficies emblavées par les exploitants, la faiblesse de l'échantillon sur les enquêtes concernant le tourisme et la réticence des hôteliers à livrer certaines informations. Il faut souligner également que les enquêtes ont coïncidé avec la fin de la campagne touristique où les visiteurs étaient très rares. Le biais d'attente concernant les enquêtes compte tenu des rumeurs persistantes sur l'extension du périmètre d'exploitation de GCO dans la zone de Lompoul a influencé certainement quelques réponses.

Le Sénégal, notre pays, est à la croisée des chemins et à une période charnière où surgissent de son sol des « richesses » comme des minerais, du pétrole, du gaz, etc.. Pour autant, la protection de son environnement et de ses populations doit être plus que jamais invoquée et mise au premier plan pour tirer profit de manière optimale des ressources présentes et futures.

BIBLIOGRAPHIE

- Hamed Daly-Hassen. 2013. Guide méthodologique d'Évaluation économique des biens et services des écosystèmes : Cas de la subéraie et des nappes alfatières en Tunisie, 42p.
- Oumou Kalsoum LY, M. Djibril COULIBALY., 1998. Proposition d'un cadre méthodologique pour l'évaluation économique des ressources sauvages au senegal- Rapport final, 142p
- Jérôme Dupras, 2014. Évaluation économique des services écosystémiques dans la région de Montréal : analyse spatiale et préférences exprimées. 339p.
- Guillaume Lescuyer, 2005. Evaluation économique et gestion viable de la forêt tropicale. THESE pour l'obtention du titre de DOCTEUR DE L'E.H.E.S.S. Spécialité : Socio-Economie du Développement. 417p.
- Luchini Stéphane. De la singularité de la méthode d'évaluation contingente. In: Economie et statistique, n°357-358, 2002. pp. 141-152 ;
- Jacques Somda et Al. 2013. L'évaluation économiques des fonctions et services écologiques des écosystèmes naturels : guide d'utilisation des méthodes simples. UICN.36p.
- Katharine Bolt et Al, 2005. Evaluer les coûts de la dégradation de l'environnement. Banque Mondiale ;91p.
- Stephen Donofrio et Al. 2019. Financing emissions reductions for the future, state of the voluntary carbon markets 2019. Ecosystem marketplace.9p.
- Sidzabda Djibril Dayamba et Al.2016. Biodiversity and carbon stocks in different land use types in the Sudanian Zone of Burkina Faso, West Africa.ELSEVIER, Agriculture, Ecosystems and Environment. P 61-72.
- CSE, 2002. Etude des changements de l'occupation-utilisation des sols dans la zone des Niayes (1989-2000) ; 32p
- PROGEDE 2, 2016. Rapport d'évaluation des stocks de carbone dans les massifs forestiers de la zone d'intervention du PROGEDE 2. 73 p.
- Robert Costanza et Al, 2014. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change n)26; Elsevier. P152-158.
- Secteur Eaux et Forêts Kébémér. Rapports d'activités des Eaux et Forêts sur les réalisations de la FADEC Années 2009 à 2018.
- PROJET FADEC/NESI, 2021. Plantations massives dans les Niayes septentrionales. 9p.
- CSE, 2006. Evaluation de la dynamique du carbone dans les zones d'intervention du PREFER, rapport d'étape.26p.
- CSE, 2010. Evaluation des conditions et tendances des écosystèmes forestiers et de leurs services au Sénégal. Rapport final PASEF. 244p.
- TROPICA, 2005. Etude d'impact environnemental et social. Rapport final provisoire, Projet Zircon de la Grande Côte. 197p.

ANNEXES

Annexe 1 : Estimation coût de remplacement espèces pharmacopée

	Maladies /Affections	Plantes utilisées	Traitement pharmaceutique	Coût
1	Rhume,toux	Guiera senegalensis, Combretum micranthum, citrus sp, Eucalyptus sp, Faidherbia albida	drill rhume mucomyst sachet+antibiotique	6 600
2	Goitre	Piliostigma reticulata	carbigen5mg	1 250
3	Enflures, gonflement des pieds, œdème	Coccolus pendulus	vélitencmpb/30renouveler+cyclo 3fortgel	7 714
4	Constipation	Jatropha chevalierii ; Balanites aegyptiaca	Duphalac sachet+débridatcmp	7 516
5	Démangeaison	Maytenus senegalensis	ataraxcmp+prurexcrème	4 083
6	Plaies(Cicatrisation)	Piliostigma reticulata ; Jatropha chevalierii ; Sclerocarya birrea	Biafine crème+pansementalcoolisé	5 025
7	Hémorroïdes	Detarium microcarpum	hemorexkittube+cpmb/3+daflon 1000mg	17 413
8	Dysenterie	Acacia nilotica ; Piliostigma reticulata	flagyl500+imodiumgellule	4 638
9	Diarrhée simple	Adansonia digitata	imodiumgelgellule+4sachetosm ules	3 675
10	Maux de dents	Neocarya macrophylla ; Piliostigma reticulata ; Securidaca longipedunculata ; Calotropis procera	brustancmpb/20+buccothymol baindebouche	3 577
11	Asthénie /Fatigue	Ficus iteophylla ; Prosopis juliflora ; Aphania senegalensis ; Grewia bicolor	revitaloseampoule	4609
12	Contusions	Maytenus senegalensis ; Ficus iteophylla	voltareneemulgelpommade+ibu molcmpb/30	4 733
13	Tétanos	Mangifera indica ; Chrisobalanus orbicularis	tétanéa	3600
14	Syphilis	Terminalia avicennoïdes ; Prosopis africa ; Maytenus senegalensis ; Detarium microcarpum	dicacilline2,4+érythromycine+m inocyne100mg	13 849
15	Paludisme	Acacia nilotica ; Guiera senegalensis ; Cassia occidentalis	co- arinateCMPFDCb/3+cac1000+D oliprane1geff	6 866
16	Dermatoses	Jatropha chevalierii ; Prosopis africana ; Momordica balsamina	grisefuline500mg+pevarylcrème	6 500
17	Maux de tête	Azadirachta indica	efferalgn500mg	1300

18	Faiblesse sexuelle /Impuissance	Maytenus senegalensis ; Cassia occidentalis	ajantastamina+juvamineginseng Tonus+sutramaxcmpb/30	17 038
19	Fièvre	Cassia occidentalis ; Guiera senegalensis ; Citrus sp	doliprane1	1 125
20	Grippe	Cassia occidentalis ; Prosopis juliflora	Gripex sachet+ cac1000+Doliprane1geff	2 600
21	Hypertension	Prosopis africana ; Ziziphus mauritiana ;	ramithiazide10mg/25	5 675
	Diabète	Chrisobalanus orbicularis ; Neocarya macrophylla ;	metformindenk	3200
22	Ulcère et/ou autres maux de ventre	Sclerocarya birrea ; Jatropha chevalierii ; Leptadenia hastata ; Acacia nilotica, Securidaca longipedunculata	nupenta-DSR+ Gavisconstick	10 667
24	Parasitose intestinale	Cassia sieberiana ; Sclerocarya birrea ; Anacardium occidentale	2 helmintox sachet	2 900
	Fièvre jaune	Euphorbia balsamifera		
	Hyper et hypoglycémie	Moringa oleifera		

Annexe 2 : Evaluation services écosystémiques liés à l'élevage

Nom	Village/hameau	Commune	Chiffres d'affaire
Pape Ndiaye	Bègne Penda	Diokoul diawrigne	7 630 000
Mbaye Ka	Bègne Penda	Diokoul diawrigne	4 129 000
Gallo NDIAYE	Bègne Penda	Diokoul diawrigne	4 871 000
Djiby KA	Bègne Penda	Diokoul diawrigne	4 465 000
Mbargou BA	Lompoul village	Diokoul diawrigne	5 920 000
Aly SOW	Lompoul village	Diokoul diawrigne	2 495 000
Daouda Diémé	Lompoul village	Diokoul diawrigne	600 000
Sira Sow	Lompoul village	Diokoul diawrigne	2 717 000
Ablaye NDIAYE	Sélingué	Diokoul diawrigne	5 520 000
Amaou BA	Tounde Maley	Diokoul diawrigne	5 948 750
Maguette Ba	Tounde Malèye	Diokoul diawrigne	7 875 000
Galo Ba	Tounde Malèye	Diokoul diawrigne	9 025 000
Elh Salif Ba	Tounde Malèye	Diokoul diawrigne	29 238 100
Alassane BA	Tounde malèye	Diokoul diawrigne	10 667 333

Maodo BA	Tounde malèye EL Sal	Diokoul diawrigne	7 166 667
Yoro BA	Tounde malèye EL Sal	Diokoul diawrigne	8 403 333
Sala Sow	Lompoul sur mer	Kab gaye	4 400 000
Papa KA	Bayâkh	Thiepp	4 066 500
Assane Ba	Bayakh kharam peul	Thiepp	436 000
Mamadou Oumou Ka	Khinine Alassane	Thiepp	17 194 000
Idrissa Sow Lay Aida	Khinine Alassane	Thiepp	7 910 000
Malick Sow	Khinine Alassane	Thiepp	3 450 000
Moctar SOW	Khinine Alassane	Thiepp	1 439 000
Abdoul SOW	Khinine Alassane	Thiepp	745 000
Ousmane Sow	Pagar	Thiepp	1 100 000
Magatte SOW	PAGAR	Thiepp	10 355 000
Boubou SOW	PAGAR	Thiepp	9 380 000
Ndiaw Ka	Roni Deug	Thiepp	10 080 000
Mamadou Sow	Roni Deug	Thiepp	10 625 000
Mamadou KA	Rony Deug	Thiepp	7 795 000
Oumar KA	Rony Deug Keur Ab.KA	Thiepp	10 333 333
Ardo SOW	Saly	Thiepp	1 560 000
Aidara Cherif Bèye	Sélingué	Diokoul diawrigne	2 675 000
TOTAL			1 941 896 050
Moyenne			6 673 182
Ecartype			3 853 335
CV			0,58

TOTAL Valeur BSE estimée pour la population : 1 941 896 050 FCFA

Annexe 3 : Résultats de l'enquête sur l'effectif du cheptel

	bovin	ovin	caprin	asin	equin	volaille
Ardo SOW	0	15	0	0	1	15
Alassane BA	30	100	200	0	2	10
Amadou BA	0	60	80	0	0	10
Maguette BA	10	20	30	1	1	15
Aidara Cherif	0	20	30	1	0	20
Gallo NDIAYE	10	20	30	3	2	10
Mamadou O.KA	32	25	120	3	1	11
Malick SOW	0	7	50	0	1	15
Assane BA	0	4	1	0	0	2
Mamadou SOW	3	30	20	1	1	10
Boubou SOW	5	6	10	3	0	0
Daouda DIEME	0	5	0	0	0	0

Oumar KA	55	20	50	3	2	150
EL Salif BA	70	20	260	2	6	20
Pape NDIAYE	10	6	15	2	1	20
Aly SOW	0	0	10	0	0	0
Galo BA	5	20	60	1	1	20
Idrissa LAYE	9	4	35	0	0	0
Sala SOW	11	0	12	0	0	0
Ousmane SOW	2	3	4	1	0	10
Ndiaw KA	20	0	30	0	1	0
Sira SOW	0	10	5	1	1	12
Ousmane SOW jr	0	5	10	1	0	1
Mbaye KA	6	5	15	1	1	6
Moussa SOW	0	1	3	0	0	5
magatte SOW	4	10	20	1	0	0
Maodo BA	30	5	10	1	1	3
Yoro BA	30	0	35	0	0	4
Ablaye NDIAYE	2	20	40	0	1	30
Djiby KA	0	0	15	0	0	5
Moctar SOW	0	0	10	0	0	6
Abdoul SOW	0	0	10	0	0	5
Pape KA	3	5	12	1	0	0
Mamadou KA	10	4	15	1	0	10
Mbargou BA	0	10	13	1	0	0
Ibrahima KA	0	0	0	0	0	0
TOTAL	357	460	1260	29	24	425
MOYENNE	10	13	35	1	1	12
ECARTYPE	11	12	32	1	1	11
CV	1	1	1	1	1	1
Cheptel population	2797	3603	9870	227	188	3329

Annexe 4 : Evaluation services écosystémiques liés à l'agriculture (maraichage)

Nom	Hameau/Village	Commune	Chiffre d'affaire (F CFA)
Daouda Diémé	Lompoul village	Diokoul diawrigne	3408750
Sira Sow	Lompoul village	Diokoul diawrigne	26115000
Maguette Ba	Tound Malèye	Diokoul diawrigne	57850000
Galo Ba	Tound Malèye	Diokoul diawrigne	24010500
Elh Salif Ba	Tound Malèye	Diokoul diawrigne	51490000
Pape Ndiaye	Bègne Penda	Diokoul diawrigne	53576500
Mbaye Ka	Bègne Penda	Diokoul diawrigne	14975000
Mbargou BA	Lompoul VG	Diokoul diawrigne	11119450
Aly SOW	Lompoul VG	Diokoul diawrigne	1785000
Alassane BA	Tounde malèye	Diokoul diawrigne	46437500
Maodo BA	Tounde malèye EL Sal	Diokoul diawrigne	14667100
Yoro BA	Tounde malèye EL Sal	Diokoul diawrigne	9696560

Amadou BA	Toundè Maley	Diokoul diawrigne	28360000
Ablaye NDIAYE	Sélingué	Diokoul diawrigne	8635000
Aidara Cherif Bèye	Sélingué	Diokoul diawrigne	25865000
Gallo NDIAYE	Mbègne Penda	Diokoul diawrigne	68125000
Djiby KA	Mbègne Penda	Diokoul diawrigne	3282500
Sala Sow	Lompoul sur mer	Kab gaye	4366000
Mamadou Oumou Ka	Khinine Alassane	Thiepp	12582500
Ousmane Sow	Pagar	Thiepp	10860000
Ndiaw Ka	Roni Deug	Thiepp	9309500
Idrissa Sow Lay Aida	Khinine Alassane	Thiepp	12672000
Malick Sow	Khinine Alassane	Thiepp	35565000
Assane Ba	Bayakh kharam peul	Thiepp	14385750
Mamadou Sow	Roni Deug	Thiepp	20832000
Moctar SOW	Khinine Alassane	Thiepp	7396500
Abdoul SOW	Khinine Alassane	Thiepp	2513700
Mamadou KA	Rony deuk	Thiepp	5018125
Oumar KA	Rony deuk Keur Ab.KA	Thiepp	70075000
Papa KA	Bayâkh	Thiepp	4394877
Ardo SOW	Saly	Thiepp	9650000
Magatte SOW	PAGAR	Thiepp	12565875
Boubou SOW	PAGAR	Thiepp	28145000
Moussa Sow	Lompoul village	Diokoul Dawrigne	17559250
Moyenne			21 390 881
Ecartype			15230819,65
CV			0,71
Valeur totale estimée des services écosystémiques sur l'agriculture : 6 224 746 226 FCFA			

Annexe 5 : Fréquence des spéculations

Spéculaton	Fréquence absolue	Fréquence relative
Oignon	35	100%
Jaxatou	33	94%
Tomate	26	74%
Chou	26	74%
Poivron	23	65%
Carotte	20	57%
Aubergine douce	19	54%
Piment	16	45%
Pomme de terre	14	40%
Navet	14	40%
Poireau	12	34%
Gombo	4	11%
Manioc	4	11%
Courge	3	8%

Concombre	1	2,80%
Patate	1	2,80%

Annexe 6 : Pharmacopée

Nom	Village/hameau	Commune	Valeur
Mbargou BA	Lompoul VG	Diokoul diawrigne	606 000
Aly SOW	Lompoul VG	Diokoul diawrigne	127 254
Alassane BA	Tounde malèye	Diokoul diawrigne	649 337
Maodo BA	Tounde malèye EL Sal	Diokoul diawrigne	240 245
Yoro BA	Tounde malèye EL Sal	Diokoul diawrigne	210 639
Amaou BA	Toundè Maley	Diokoul diawrigne	760 577
Ablaye NDIAYE	Sélingué	Diokoul diawrigne	427 225
Gallo NDIAYE	Mbègne Penda	Diokoul diawrigne	815 482
Djiby KA	Mbègne Penda	Diokoul diawrigne	556 550
Moctar SOW	Khinine Alassane	Thiepp	53 098
Abdoul SOW	Khinine Alassane	Thiepp	174 391
Mamadou KA	Rony deuk	Thiepp	220 333
Oumar KA	Rony deuk Keur Ab.KA	Thiepp	422 496
Papa KA	Bayâkh	Thiepp	62 130
Ardo SOW	Saly	Thiepp	898 670
Magatte SOW	Pagar	Thiepp	108 624
Boubou SOW	Pagar	Thiepp	153 000
MOYENNE			381530
ECARTYPE			245186
CV			0,64
TOTAL valeur estimée des services liés à la pharmacopée : 111 025 230 FCFA			

Annexe 7 : Tableau de synthèse (Espèces médicinales)

N°ordre	Espèce	Nom vernaculaire	Fréquence	fréquence relative
1	Guiera senegalensis	Nguer	23	13,77
2	Cassia sieberiana	Sendiegne	11	6,59
3	Aphania senegalensis	Khéwar	9	5,39
4	Acacia nilotica	Nep nep	8	4,79
5	Jatropha chevalerii	Wintènou beut	13	7,78
6	Sclerocarya birrea	Beer	10	5,99
7	Leptadenia hastata	Thiakhat	5	2,99
8	Maytenus senegalensis	Guena gui deg	4	2,40
9	Piliostigma reticulata	Nguiguiss	6	3,59
10	Prosopis africana	Yir	6	3,59

11	Prosopis juliflora	Dakhaarou toubab	10	5,99
12	Calotropis procera	Poftane	5	2,99
13	Detarium microcarpum	Dankh	4	2,40
14	Combretum glutinosum	Ratt	3	1,80
15	Eucalyptus sp	Khotou boutèle	4	2,40
16	Faidherbia albida	kad	4	2,40
17	Ficus iteophylla	Loro	4	2,40
18	Grewia bicolor	Kel	4	2,40
19	Neocarya macrophylla	New	2	1,20
20	Securidaca longipedunculata	Fouf	2	1,20
21	Balanites aegyptiaca	Soump	2	1,20
22	Annona senegalensis	Dougou	2	1,20
23	Cassia occidentalis	Mbantmaaré	4	2,40
24	Chrysobalanus orbicularis	Wourathie	2	1,20
25	Citron	Limong	2	1,20
26	Manguier	Mango	4	2,40
27	Tamarindus indica	Dakhaar	1	0,60
28	Tapinanthus sp	Top	1	0,60
29	Terminalia avicennoides	Reub reub	1	0,60
30	Ziziphus mauritiana	Sidème	1	0,60
31	Cocculus pendulus	Sangol	1	0,60
32	Casuarina equisetifolia	Filao	1	0,60
33	Euphorbia balsamifera	Salaane	1	0,60
34	Acacia raddiana	Seung	1	0,60
35	Anacardium occidentale	Darcassé	1	0,60
36	Ekebergia senegalensis	Khakh thioy	1	0,60
37	Lannea acida	Son	1	0,60
39	Momordica balsamina	Mbeurbef	1	0,60
40	Moringa oleifera	Nebedaay	1	0,60
41	Azadirachta indica	Neem	1	0,60

Annexe 8 : Estimation valeurs services écosystémiques (température, nappe d'eau, protection habitat et du sol, fertilité) par la méthode d'évaluation contingente (MEC).

Nom	Village/hameau	Commune	DAP
Pape Ndiaye	Bègne Penda	Diokoul diawrigne	10 000 000
Mbaye Ka	Bègne Penda	Diokoul diawrigne	35 000 000
Mbargou BA	Lompoul VG	Diokoul diawrigne	500 000
Aly SOW	Lompoul VG	Diokoul diawrigne	20 000 000
Daouda Diémé	Lompoul village	Diokoul diawrigne	41 000 000
Sira Sow	Lompoul village	Diokoul diawrigne	70 000 000
Gallo NDIAYE	Mbègne Penda	Diokoul diawrigne	11 000 000
Djiby KA	Mbègne Penda	Diokoul diawrigne	60 000 000
Ablaye NDIAYE	Sélinguéré	Diokoul diawrigne	56 000 000
Aidara Cherif Bèye	Sélinguéré	Diokoul diawrigne	54 500 000
Maguette Ba	Tound Malèye	Diokoul diawrigne	34 000 000

Galo Ba	Tound Malèye	Diokoul diawrigne	14 000 000
Elh Salif Ba	Tound Malèye	Diokoul diawrigne	60 450 000
Amaou BA	Toundè Maley	Diokoul diawrigne	50 000 000
Alassane BA	Tounde malèye	Diokoul diawrigne	40 000 000
Maodo BA	Tounde malèye EL Sal	Diokoul diawrigne	40 000 000
Yoro BA	Tounde malèye EL Sal	Diokoul diawrigne	20 000 000
Sala Sow	Lompoul sur mer	Kab gaye	30 000 000
Papa KA	Bayâkh	Thiepp	10 000 000
Assane Ba	Bayakh kharam peul	Thiepp	50 000 000
Mamadou Oumou Ka	Khinine Alassane	Thiepp	46 000 000
Idrissa Sow Lay Aida	Khinine Alassane	Thiepp	80 000 000
Malick Sow	Khinine Alassane	Thiepp	70 000 000
Moctar SOW	Khinine Alassane	Thiepp	10 000 000
Abdoul SOW	Khinine Alassane	Thiepp	30 000 000
Ousmane Sow	Pagar	Thiepp	50 000 000
Magatte SOW	PAGAR	Thiepp	3 000 000
Boubou SOW	PAGAR	Thiepp	6 000 000
Ndiaw Ka	Roni Deug	Thiepp	70 000 000
Mamadou Sow	Roni Deug	Thiepp	80 000 000
Mamadou KA	Rony Deug	Thiepp	25 000 000
Oumar KA	Rony Deug Keur Ab.KA	Thiepp	90 000 000
Ardo SOW	Saly	Thiepp	50 000 000
Moussa Sow			30 000 000
MOYENNE			39 286 364
ECARTYPE			20 611 019
CV			0,52
DAP GLOBAL (estimation pour la population) : 11 432 331 818 FCFA			

Annexe 9 : Estimation coûts de réhabilitation du milieu

<i>Estimation réhabilitation</i>		
Coût/ha	Superficie (ha)	Montant (FCFA)
602508	1227,19	738789285

Annexe 10 : Valeur service écosystémique des produits forestiers

Nom	Village/hameau	Commune	Valeur bois	Valeur fourrage aérien	Miel	TOTAL
Pape Ndiaye	Bègne Penda	Diokoul diawrigne	50 000	12 522 000	0	12 572 000
Mbaye Ka	Bègne Penda	Diokoul diawrigne	860 000	1 486 800	0	2 346 800
Mbargou BA	Lompoul village	Diokoul diawrigne	930 000	2 700 000	0	3 630 000
Aly SOW	Lompoul village	Diokoul diawrigne	1 945 000	810 000	0	2 755 000
Daouda Diémé	Lompoul village	Diokoul diawrigne	0	172 800	0	172 800
Sira Sow	Lompoul village	Diokoul diawrigne	0	300 000	0	300 000
Gallo NDIAYE	Mbègne Penda	Diokoul diawrigne	880 000	2 400 000	0	3 280 000
Djiby KA	Mbègne Penda	Diokoul diawrigne	1 710 000	8 640 000	0	10 350 000
Ablaye NDIAYE	Sélinguéré	Diokoul diawrigne	1 130 000	6 750 000	0	7 880 000
Maguette Ba	Tound Malèye	Diokoul diawrigne	1 155 000	19 477 000	0	20 632 000
Galo Ba	Tound Malèye	Diokoul diawrigne	1 205 000	10 704 000	0	11 909 000
Elh Salif Ba	Tound Malèye	Diokoul diawrigne	1 460 000	147 340 000	0	148 800 000
Amaou BA	Toundè Maley	Diokoul diawrigne	2 340 000	4 980 000	0	7 320 000
Alassane BA	Tounde malèye	Diokoul diawrigne	1 030 000	0	0	1 030 000
Maodo BA	Tounde malèye EL Sal	Diokoul diawrigne	1 255 000	3 510 000	150 000	4 915 000
Yoro BA	Tounde malèye EL Sal	Diokoul diawrigne	1 012 500	720 000	0	1 732 500
Sala Sow	Lompoul sur mer	Kab gaye	144 000	1 422 000	0	1 566 000
Papa KA	Bayâkh	Thiepp	871 250	202 500	8000	1 081 750
Assane Ba	Bayakh kharam peul	Thiepp	180 000	420 000	0	600 000
Mamadou Oumou Ka	Khinine Alassane	Thiepp	427 500	84 139 000	0	84 566 500
Idrissa Sow Lay Aida	Khinine Alassane	Thiepp	630 000	240 000	0	870 000
Malick Sow	Khinine Alassane	Thiepp	192 000	2 000 000	0	2 192 000
Moctar SOW	Khinine Alassane	Thiepp	866 250	2 680 000	100 000	3 646 250

Abdoul SOW	Khinine Alassane	Thiepp	730 000	1 980 000	0	2 710 000
Ousmane Sow	Pagar	Thiepp	1 809 000	4 248 000	0	6 057 000
Magatte SOW	PAGAR	Thiepp	1 032 500	1 080 000	60 000	2 172 500
Boubou SOW	PAGAR	Thiepp	1 620 000	4 320 000	30 000	5 970 000
Ndiaw Ka	Roni Deug	Thiepp	740 000	6 000 000	0	6 740 000
Mamadou Sow	Roni Deug	Thiepp	1 515 000	10 565 000	0	12 080 000
Mamadou KA	Rony Deug	Thiepp	1 012 500	2 700 000	0	3 712 500
Oumar KA	Rony Deug Keur Ab.KA	Thiepp	2 120 833	2 484 000	15 000	4 619 833
Ardo SOW	Saly	Thiepp	880 000	1 620 000	0	2 500 000
Aidara Cherif Bèye	SéllInguéré	Thiepp	510 000	890 000	0	1 400 000
Moussa Sow	lompoul village	Diokoul diawrigne	195 000	468 000		
MOYENNE			954 069	10 293 268	11 000	11 579 074
ECARTYPE			475 720			
CV			0,50			
		DONNEES GLOBALES	277 633 971	2 995 340 885	3 201 000	3 369 510 458