



République du Sénégal

Un Peuple – Un But- Une Foi



Niveau de Référence pour les Forêts (NRF) du Sénégal

Janvier 2025

CONTRIBUTEURS

- Pour Cfrn

| Prénom et nom | Structure | Fonction | Email |
|-------------------|---|--------------------------|--|
| Alphonse Bizimana | Coalition for Rainforest Nations (CfRN) | Expert en IGES et REDD+ | alphonse@cfrn.org |
| Eloïse Guidi | CfRN | Experte en IGES et REDD+ | eloise@cfrn.org |
| Javier Fernández | CfRN | Directeur du MNV | javier@cfrn.org |
| Jonathan López | CfRN | Développeur de Logiciels | jonathan@cfrn.org |
| Lucila Balam | CfRN | Experte en IGES et REDD+ | lucila@cfrn.org |
| Marcial Arias | CfRN | Expert en IGES et REDD+ | marcial@cfrn.org |
| Milena Niño, | CfRN | Experte en IGES et REDD+ | milena@cfrn.org |
| Tosi Mpanu Mpanu, | CfRN | Directeur Régional | tosi@cfrn.org |

- Pour Sénégal

| Prénom et nom | Structure | Fonction | Email |
|----------------------|--|---|--|
| Madeleine Diouf SARR | Direction du Changement climatique de la Transition écologique et des Financements verts (DCCTEFV) | Directrice | rosemediouf@gmail.com |
| Babacar DIONE | Direction des Eaux et Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols (DEFCCS) | Directeur | babacardione395sn@gmail.com |
| Mamadou KORA | DEFCCS | Point Focal national REDD+, Coordonnateur du projet du NRF de Sénégal | mamadou.kora@outlook.fr |
| Modou Moustapha SARR | DEFCCS | Chef de Division Aménagement des Forêts, Spécialiste Télédétection et SIG | sarrtapha@hotmail.com |
| Lamane DIATTA | DCCTEFV | Chef de l'Unité de Rapportage et de Vérification | l.diatta@hotmail.com |

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|------|
| CONTRIBUTEUR..... | ii |
| REMERCIEMENTS..... | viii |
| ACRONYMES ET ABREVIATIONS..... | ix |
| LISTE DES FIGURES..... | xi |
| LISTE DES TABLEAUX..... | xii |
| LISTE DES ANNEXES..... | xiv |
| RESUME EXECUTIF..... | 1 |
| Contexte..... | 1 |
| Méthodologie..... | 1 |
| Résultats obtenus..... | 2 |
| Conversion de forêts en d’autres utilisations des terres..... | 2 |
| Gains de forêts..... | 3 |
| Emissions/absorptions sur la période de 2005-2023..... | 4 |
| Flexibilités et perspectives..... | 5 |
| 1. INTRODUCTION..... | 7 |
| 1.1 Contexte national..... | 7 |
| 1.2 Cadre institutionnel et législatif..... | 7 |
| 2. DEFINITIONS OFFICIELLES..... | 9 |
| 2.1 Forêt..... | 9 |
| 2.2 Déforestation et dégradation forestière..... | 9 |
| 2.3 Renforcement des stocks de carbone forestiers..... | 9 |
| 2.4 Niveau d’Emission de Référence pour les Forêts (NERF) / Niveau de Référence pour les Forêts (NRF)..... | 10 |
| 3. APPROCHES METHODOLOGIQUES ET PROCEDURES..... | 10 |
| 3.1 Informations utilisées par la Partie pour construire le NERF..... | 10 |
| 3.1.1 Échelle..... | 10 |
| 3.1.2 Période de référence..... | 10 |
| 3.1.3 Réservoirs..... | 11 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.1.4 | Gaz inclus | 11 |
| 3.2 | Activités REDD+ | 12 |
| 3.3 | Suivi de la dynamique des ressources forestières | 13 |
| 3.3.1 | Contexte | 13 |
| 3.3.2 | Dispositif national : distribution, variables mesurées | 15 |
| 3.3.3 | Estimation de la biomasse aérienne et souterraine | 16 |
| 3.3.4 | Estimation du bois mort | 17 |
| 3.3.5 | Evaluation de l'accroissement annuel de la biomasse | 17 |
| 3.4 | Estimation des superficies forestières brûlées | 17 |
| 3.5 | Données d'activité et dynamique d'affectation des terres | 18 |
| 3.5.1 | Plan d'échantillonnage | 18 |
| 3.5.2 | Représentation des terres et définitions | 20 |
| 3.5.2.1 | Les six catégories du GIEC | 20 |
| 3.5.2.2 | Définition d'une nomenclature et classes nationales pour la représentation des terres..... | 21 |
| 3.5.3 | Conversions possibles et impossibles | 26 |
| 3.5.4 | Classification des placettes multi-affectation | 27 |
| 3.5.4.1 | Hiérarchie pour la classification de l'utilisation des terres | 27 |
| 3.5.4.2 | Cas de superposition d'utilisations des terres | 29 |
| 3.5.5 | Perturbations et émissions dues aux feux de brousse | 31 |
| 3.5.6 | Clés pour l'identification des objets et l'interprétation des images..... | 32 |
| - | Caractéristiques d'interprétation des images..... | 32 |
| | Couleurs (teintes)..... | 32 |
| - | Forme | 33 |
| - | Taille | 34 |
| - | Texture | 35 |
| - | Contexte | 36 |
| • | Terres forestières..... | 36 |
| | Plantations forestières | 39 |
| | Mangrove | 40 |

| | |
|--|----|
| • Terres cultivées | 41 |
| Cultures annuelles-riziculture irriguée..... | 41 |
| Cultures annuelles- Autres cultures annuelles..... | 41 |
| Cultures pérennes | 43 |
| • Prairies | 44 |
| • Terres humides..... | 45 |
| Zones humides | 45 |
| • Etablissements | 46 |
| Zones habitées | 46 |
| • Autres établissements..... | 47 |
| • Autres terres | 47 |
| - Exemples d’interprétation..... | 51 |
| Changement d’affectation | 51 |
| Forêt naturelle convertie en terre cultivée..... | 51 |
| Forêt naturelle convertie à autre terre..... | 51 |
| Prairie convertie en établissement | 51 |
| Terres cultivées converties à Terres forestières | 52 |
| Terres cultivées converties à Forêts naturelles..... | 52 |
| Terres cultivées converties à Plantations | 54 |
| Formations pédologiques particulière..... | 55 |
| Dynamique des feux de brousse dans les terres forestières..... | 56 |
| Résilience aux feux de brousse | 56 |
| Capacité de récupération (reconstitution) des forêts..... | 57 |
| Exemples de la dynamique des incendies au Sénégal..... | 57 |
| Dynamique de l’exploitation des forêts au Sénégal | 58 |
| 3.6 Organisation de la collecte | 60 |
| 3.6.1 Organisation de l’atelier des experts collecteurs | 60 |
| 3.6.1.1 Rôles et tâches..... | 61 |
| 3.6.1.2 Durée de la collecte de données..... | 61 |
| 3.6.2 Collecte de données sur un projet | 61 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.6.2.1 | Identification de la parcelle échantillon et ses informations | 61 |
| 3.6.2.2 | Identification de l'utilisation de la parcelle-échantillon au cours de la dernière année | |
| | 63 | |
| 3.7. | Analyse des parcelles | 64 |
| 3.7.1 | Analyse des parcelles (Superficies) | 64 |
| 3.7.2 | Contrôle de qualité et estimation des incertitudes..... | 66 |
| 3.7.2.1 | Contrôle de qualité | 66 |
| 3.7.2.2. | Estimation des incertitudes | 69 |
| 3.8. | Estimation des facteurs d'émission et d'absorption..... | 69 |
| 3.8.1 | Variations annuelles des Stocks de carbone pour la totalité du secteur..... | 69 |
| 2.8.2 | Variations annuelles des Stocks de carbone pour une catégorie d'affectation des terres | 70 |
| 2.8.3 | Variations annuelles des Stocks de carbone pour une strate de catégorie d'affectation des terres..... | 70 |
| 3.7.1. | Variations annuelles des Stocks de carbone pour un pool particulier | 70 |
| 2.8.4 | Variations annuelles des Stocks de carbone de la biomasse des terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres (méthode gains-pertes)..... | 71 |
| • | Variations annuelles des Stocks de carbone de la biomasse des terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres (méthode de différence de stocks)..... | 71 |
| • | Augmentation annuelle des Stocks de carbone de la biomasse due à la croissance de la biomasse dans les terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres | 72 |
| • | Gains annuels moyens de biomasse | 73 |
| • | Diminutions annuelles des stocks de carbone dues aux pertes de biomasse dans les terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres | 73 |
| • | Pertes annuelles de la biomasse dues à l'extraction de bois | 74 |
| • | Pertes annuelles de la biomasse dues à l'extraction de bois de chauffage | 74 |
| • | Pertes annuelles de la biomasse dues à des perturbations | 75 |
| • | Estimation des émissions de gaz à effet de serre non-CO2..... | 75 |
| 2.8.5 | Matière organique morte | 76 |
| 4 | PRESENTATION DES RESULTATS..... | 78 |
| 4.1 | Outil de calculs | 78 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.2 | Dynamique globale de l'occupation des terres de 2005-2023 | 80 |
| 4.3 | Dynamique spatiotemporelle des étendues des forêts..... | 80 |
| 4.3.1 | Terres forestières converties par types d'autres occupations | 80 |
| 4.3.2 | Conversion d'autres occupations en terres forestières..... | 82 |
| 4.4 | Accroissement de la biomasse et estimation de la disponibilité dans les terres forestières..... | 83 |
| 4.4.1 | Potentialités en biomasse des terres forestières par zone écogéographique..... | 83 |
| 4.4.2 | Accroissement de la biomasse dans terres forestières..... | 84 |
| 4.5 | Absorptions des gaz dans les terres forestières restant terres forestières non perturbées | 84 |
| 4.5.1 | Fraction de carbone..... | 84 |
| 4.5.2 | Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne..... | 85 |
| 4.6 | Emissions des gaz dans les terres forestières restant terres forestières perturbées.... | 85 |
| 4.6.1 | Superficies forestières brûlées | 85 |
| 4.6.2 | Superficies forestières exploitées | 86 |
| 4.6.3 | Fraction de biomasse perdue en raison de la perturbation..... | 86 |
| 4.6.4 | Emissions dans les terres forestières restant terres forestières perturbées | 87 |
| 4.7 | Absorptions des gaz dues à la conversion des autres affectations des terres en terres forestières..... | 89 |
| 4.7.1 | Dynamique des conversions des terres sur la période 2005-2023 | 89 |
| 4.7.2 | Absorptions dues à des conversions en terres forestières | 93 |
| 4.8 | Absorptions des gaz dues à la conversion des terres forestières vers les autres affectations..... | 93 |
| 4.8.1 | Emissions dues à des conversions des terres forestières vers les autres affectations | 93 |
| 4.9 | Estimations des émissions/absorptions et le niveau d'émissions de référence des forêts | 94 |
| 5. | FLEXIBILITES ET DOMAINES A AMELIORER | 97 |
| 6. | CONCLUSION | 98 |
| | REFERENCES..... | 100 |
| | ANNEXES..... | 102 |

REMERCIEMENTS

L'élaboration de ce document, portant Niveau d'Emission des Référence pour les Forêts (NRF), au titre du mécanisme « Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des Forêts, de la Conservation, de la Gestion durable des forêts et du Renforcement des stocks de carbone forestiers » (REDD+), entre dans le cadre de la préparation du Sénégal à ladite initiative de la communauté internationale pour mettre les forêts au cœur des politiques de lutte contre le changement climatique.

Sous la coordination technique de la Direction des Eaux et Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols (DEFCCS) en étroite collaboration avec la Direction du Changement climatique, de la Transition écologique et des Financements verts (DCCTEFV), le processus a été conduit dans une parfaite inclusion des principales parties prenantes à la gestion des forêts.

La réalisation a été possible avec l'assistance technique et financière de la *Coalition for Rainforest Nations* (CfRN). Le Sénégal exprime toute sa gratitude à son égard pour cette collaboration qui lui ouvre grandement les portes du cercle restreint des pays REDD+.

Dans cette dynamique, les remerciements vont également à l'endroit de la coopération allemande (GIZ) à travers sa contribution dans la mise en œuvre de ce projet.

Ils sont nombreux, les experts nationaux ayant consenti d'énormes sacrifices pour la réussite de cette étude, le ministère de l'Environnement et de la Transition écologique, dépositaire de la politique de l'Etat du Sénégal, en matière de forêt et changement climatique, est reconnaissant en leur égard.

ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ACUA : Autres cultures annuelles

AFAT: Agriculture, Foresterie et autres Affectations des Terres

AT : Autres terres

BUR : Biennial update report

CCNUCC : Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques

CDN : Contribution déterminée au Niveau national

Centre FoReT : Centre forestier de Recyclage à Thiès

CfRN : *Coalition for Rainforest Nations*

CfRN LUA APP : *Coalition for Rainforest Nations Land Uses Assessment Application*

CL : *Cropland*

CN : Communication nationale

COS : Carbone organique du Sol

DEEC : Direction de l'Environnement et des Établissement Classés

DEFCCS : Direction des Eaux et Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols

DCCTEFV : Direction des Changement climatique de la Transition écologique et des Financements verts

DIAPOL: Dialogue Politique pour la Gestion des connaissances à faibles émissions

EHAB : Zones habitées

FL : Forest land

TF : Terre Forestière

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

FAT : Forêts et Autres Affectations des Terres

FMAN : Forêts de Mangroves

FNAT : Forêt naturelle

FPLA : Plantation forestière

GES : Gaz à effet de serre

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

GSOCmap : Global soil organic carbon map

GIZ : Coopération technique allemande

IFN : Inventaire forestier national

IGES : inventaire de gaz à effet de serre

MOM : Matière organique morte

NBR : taux de combustion normalisé

NDFI : Normalized Difference Fraction Index

NDMI : Indice d'humidité par différence normalisée

NDVI : Indice de végétation par différence normalisée

NERF/ NRF : Niveau d'Emission de référence pour les forêts / Niveau de Référence pour les Forêts

NIR : *Near infra red* (proche infrarouge)

OL : Others Lands

P : Prairies

PGFVSE : Projet de Gestion durable des Forêts et de Valorisation des Services écosystémiques

PNNK : Parc national de Niokolo Koba

PRG : Potentiels de réchauffement global

REED+ : Réduction des émissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des forêts, et de la Conservation, de la gestion des forêts et du Renforcement des stocks de carbone des forêts

SIG : Système d'information géographique

SOC : Soil organic carbon

t.ms.ha⁻¹ : taux de matière sèche par hectare

Nha⁻¹ : nombre d'individus par hectare

TC : Terres cultivées

TCAN : Terres de Cultures annuelles

TCPE : Terres de Cultures pérennes

TH : Terres humides

THRS : Très haute résolution spatiale

WL : Wetlands

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 | 3 |
| Figure 2 | 4 |
| Figure 3: tendance baissière du potentiel d'absorption | 5 |
| Figure 4 : Dispositif des placettes permanentes | 15 |
| Figure 5 : Signes de traces de feux de brousse sur la plateforme CfRN LUA App | 17 |
| Figure 6 : Localisation des sites expérimentaux (pré-inventaire)..... | 19 |
| Figure 7 : Placette-échantillon et les sous-parcelles | 20 |
| Figure 8 : Système de classification utilisé dans l'inventaire des gaz à effet de serre au Sénégal dans le secteur de la foresterie de la première communication à la CDN..... | 21 |
| Figure 9 : Classes nationales d'affectation des terres | 22 |
| Figure 10 : Exemples de classification selon la hiérarchie..... | 29 |
| Figure 11 : Exemples de classification- Cas de superposition d'utilisation des terres | 30 |
| Figure 12 : Différence de ton sur une image Map Box..... | 33 |
| Figure 13 : Description de la caractéristique "forme" sur des images Bing Maps..... | 34 |
| Figure 14 : Différence entre une forêt sur terre ferme et sur sol hydromorphe sur des images Bing Maps. | 34 |
| Figure 15 : Description de la caractéristique "superficie/taille" sur une image Bing Maps | 35 |
| Figure 16 : Différence entre les textures lisses et rugueuses sur une image Bing Maps | 35 |
| Figure 17 : Illustration d'une formation de formation de forêt claire..... | 36 |
| Figure 18 : Forêt galerie dans le Parc national de Niokolo-Koba (droite) - Sénégal | 37 |
| Figure 19 : Description des principales formations de savanes | 37 |
| Figure 20 : Forêts naturelles vues dans les images satellitaires..... | 39 |
| Figure 21 : Plantations forestières vues dans les images satellitaires | 39 |
| Figure 22 : Mangrove vue dans les images satellitaires..... | 40 |
| Figure 23 : Riziculture vue dans les images satellitaires..... | 41 |
| Figure 24 : Autres cultures annuelles vues dans les images satellitaires..... | 42 |
| Figure 25 : Cultures pérennes vues dans les images satellitaires..... | 44 |
| Figure 26 : Représentation des savanes herbeuses et steppes..... | 44 |
| Figure 27 : Prairies vues dans les images satellitaires | 45 |
| Figure 28 : Terres humides vues dans les images satellitaires..... | 46 |
| Figure 29 : Zones habitées vues dans les images satellitaires | 46 |
| Figure 30 : Autres établissements vus dans les images satellitaires | 47 |
| Figure 31 : Autres terres vues dans les images satellitaires | 50 |
| Figure 32 : Exemple d'interprétation-forêt naturelle convertie à terre cultivée | 51 |
| Figure 33 : Exemple d'interprétation-forêt naturelle convertie à autre terre | 51 |
| Figure 34 : Exemple d'interprétation-prairie convertie en établissement | 52 |
| Figure 35 : Exemple d'interprétation-terre cultivée convertie a prairie ou forêt | 55 |

| | |
|---|----|
| Figure 36 : Formation pédologique particulière | 56 |
| Figure 37 : Exemples de la dynamique des incendies au Sénégal | 57 |
| Figure 38 : Carte de situation des forêts aménagées du Sénégal | 59 |
| Figure 39 : Exemple de l'exploitation des forêts au Sénégal (Parcelle SEN_8221)..... | 60 |
| Figure 40 : Indicateur des projets ouverts sur LUA App et leur localisation | 62 |
| Figure 41 : Boutons de navigation sur LUA App..... | 63 |
| Figure 42 : Plot KML et autres options d'imagerie sur LUA App | 64 |
| Figure 43 : Matrice de changement d'affectation des sols en 2023 | 80 |
| Figure 44 : Principaux secteurs responsables de la déforestation au Sénégal..... | 81 |
| Figure 45 : Conversion d'autres catégories de terres vers les terres forestières | 82 |
| Figure 46 : Trajectoire des émissions/absorptions du secteur des forêts entre 2005-2023 | 96 |
| Figure 47 : Emissions et absorptions dans les terres forestières | 97 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1 | 2 |
| Tableau 2 : Résumé | 6 |
| Tableau 3 : Réservoirs inclus dans le NRF..... | 11 |
| Tableau 4 : Gaz inclus dans le NRF | 12 |
| Tableau 5 : Activités REDD+ par catégories d'affectation des terres | 12 |
| Tableau 6 : Distribution des unités d'échantillonnage à l'échelle des zones écogéographiques | 14 |
| Tableau 7 : Synthèse des modèles allométriques utilisés pour l'estimation de la biomasse..... | 16 |
| Tableau 8 : Types de formations végétales de savanes et de forêts claires définies à Yangambi | 23 |

| | |
|---|----|
| Tableau 9 : Classes nationales d'affectation des terres | 26 |
| Tableau 10 : Transitions possibles et impossibles..... | 26 |
| Tableau 11 : Hiérarchie..... | 27 |
| Tableau 12 : Eléments clés pour les affectations | 28 |
| Tableau 13 : Potentielles perturbations auxquelles les forêts sont soumises | 31 |
| Tableau 14 : Caractéristiques d'interprétation pour les forêts naturelles | 38 |
| Tableau 16: Caractéristiques d'interprétation pour les plantations forestières | 39 |
| Tableau 17 : Caractéristiques d'interprétation pour la mangrove..... | 40 |
| Tableau 18 : Caractéristiques d'interprétation pour la riziculture | 41 |
| Tableau 19 : Caractéristiques d'interprétation pour les autres cultures annuelles | 42 |
| Tableau 20 : Caractéristiques d'interprétation pour les cultures pérennes | 43 |
| Tableau 21 : Caractéristiques d'interprétation pour les prairies | 44 |
| Tableau 22 : Caractéristiques d'interprétation pour les terres humides | 45 |
| Tableau 23 : Caractéristiques d'interprétation pour les zones habitées..... | 46 |
| Tableau 24 : Caractéristiques d'interprétation pour les autres établissements | 47 |
| Tableau 25 : Caractéristiques d'interprétation pour les autres terres..... | 48 |
| Tableau 25 : Contrôle de qualité pendant la collecte de données | 67 |
| Tableau 26 : Contrôle de qualité après la collecte de données | 68 |
| Tableau 27 : Erreur d'interprétation (incertitude basée sur l'erreur systématique) | 69 |
| Tableau 28 : Outil de calculs..... | 78 |
| Tableau 29 : Dynamique de l'occupation des sols de 2005 à 2023..... | 80 |
| Tableau 30 : Les principales classes de conversion des forêts | 80 |
| Tableau 31 : Potentialités en biomasse des terres forestières | 83 |
| Tableau 32 : Accroissement annuel de la biomasse dans les terres forestières par zones écogéographique | 84 |
| Tableau 33 : Fraction de carbone par catégorie de terres forestières | 85 |
| Tableau 34 : Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne | 85 |
| Tableau 35 : Superficie brûlée et exploitée par type de terre forestière sur la période 2005-2023 | 86 |
| Tableau 36 : Fraction de biomasse perdue en raison de la perturbation | 86 |
| Tableau 37 : Emissions des gaz par les terres forestières restant terres forestières perturbées | 88 |
| Tableau 38 : Matrices annuelles d'utilisation et de changement d'affectation des terres 2005 - 2023 [superficie en Ha] | 89 |
| Tableau 39 : Emissions dues à des conversions en terres forestières | 93 |
| Tableau 40 : Emissions dues à des conversions des terres forestières vers les autres affectations | 94 |
| Tableau 41 : Equations du GIEC utilisées pour estimer les émissions/absorptions sur les terres forestières | 94 |

| | |
|---|----|
| Tableau 42 : Emissions/absorptions (2005-2023) en t de CO ₂ par an | 95 |
|---|----|

LISTE DES ANNEXES

| | |
|--|-----|
| Annexe 1. Outil LUA App | 102 |
| Annexe 2. FEU - image de MODIS..... | 106 |
| Annexe 3. Hauteur des arbres – CANOPY HEIGHT 0-45m | 107 |
| Annexe 4. Google earth engine [06.03.204 EN PANNE] | 108 |
| Annexe 5. Google earth | 109 |
| Annexe 6. LandTrendr GUI..... | 110 |
| Annexe 7. Liste des experts ayant participé à l’atelier de formation sur CfRN LUA APPI | 113 |
| Annexe 8. Liste des experts nationaux ayant participé aux opérations de collecte de données | 114 |
| Annexe 9. Contenu du 1 ^{er} atelier de collecte de données..... | 115 |
| Annexe 10. Contenu du 2 nd atelier de collecte de données | 116 |

RESUME EXECUTIF

Contexte

Conformément à la décisions 1/CP.16, les pays en développement, Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), sont encouragées à mettre en place un système de gouvernance forestière pour prétendre développer et mettre en œuvre de projets de réduction d'émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des forêts.

A ce titre, le mécanisme de Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la dégradation forestière, de la Conservation, de la Gestion durable des forêts et du renforcement des stocks de carbone forestiers (REDD+), est formalisé comme une initiative incitative pour la protection, valorisation et la gestion durable des forêts dans un contexte de lutte contre les changements climatiques.

Toutefois, l'admission au mécanisme REDD+ est assujettie à la satisfaction d'exigences minimales dont l'élaboration du Niveau d'Emission de Référence pour les Forêts et/ou Niveau de Référence pour les forêts (NERF/NRF).

Le Sénégal, eu égard au potentiel d'atténuation de ses forêts pour la mise en œuvre de sa Contribution déterminée au Niveau national (CDN), accorde une importance toute particulière à ce mécanisme novateur pour une gestion durable des forêts au profit du climat, de la biodiversité et des populations locales. C'est dans ce contexte, et avec l'assistance technique de la **Coalition for Rainforest Nations (CfRN)**, que le processus d'élaboration du premier NERF/NRF fut enclenché en 2023.

Méthodologie

L'étude a été conduite sous l'encadrement technique des Experts de la **CfRN** dans un cadre inclusif et participatif de toutes les parties prenantes à la gestion des forêts et des terres.

Pour cette première soumission, trois (03) activités REDD+ ont été sélectionnées. Il s'agit de :

- 1) déforestation ;
- 2) dégradation forestière ;
- 3) renforcement des stocks de carbone forestier.

Ce NERF/NRF a été conduit à l'échelle nationale sur la série temporelle allant de 2005 à 2023. Les réservoirs de carbone analysés ont porté sur la biomasse aérienne et souterraine. Le CO2 est le seul gaz à effet de serre étudié dans cette soumission.

Du point de vue technique, une campagne de collecte de données a été organisée d'octobre 2023 à avril 2024. A travers quatre (04) ateliers dont un (01) sur la formation des experts nationaux à l'utilisation de la plateforme « *CfRN LUA APP* », l'outil dédié à l'interprétation des images et l'évaluation de la dynamique d'occupation des sols sur la période d'analyse. A ce propos, un système de représentation nationale des terres conçue à partir des six (06) classes du Groupe

d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) a été stabilisé. Ainsi, un échantillonnage systématique a permis de générer et de répartir 12 278 placettes sur toute l'étendue du territoire national en tenant compte des six (06) classes. Avec une distance de quatre (04) kilomètres, la quasi-totalité de toutes les classes d'occupations ont été représentées dans le dispositif.

Les estimations de gaz à effet de serre ont été faites suivant, exclusivement, les recommandations et méthodologies des lignes directrices 2006 du GIEC.

Les données d'activités (superficies des classes, changement d'affectation des terres, superficies des feux de brousse) ont été obtenues à partir des données issues de la collecte et de l'analyse des données de base. Les facteurs d'émissions (matière organique morte et quantité de biomasse sèche des forêts par zone écologique) ont été estimés à l'aide des données de l'inventaire forestier national (IFN) de 2023 et 2024. L'accroissement annuel de la biomasse par type de forêts et par zone écologique à l'aide des données historiques des deux derniers IFN.

Résultats obtenus

Les terres forestières restant dans la même catégorie, ont été estimées en 2005 à 9 270 512 hectares contre à 9 135 925 ha en 2023, soit une réduction de 1,5%. Toutefois, la dynamique est notée dans les deux sens (gain et pertes de forêts).

Conversion de forêts en d'autres utilisations des terres

En effet, sur la période d'analyse, 339 673,1 ha de terres forestières ont été converties aux principales classes d'utilisations soit un ratio de 17 034,3 ha.an⁻¹.

Tableau 1

| Strates | Pertes cumulées des terres forestières pour autres classes (ha) | Perte annuelle (ha.an ⁻¹) | Ecart-type |
|---------------------|---|---------------------------------------|------------|
| Cultures annuelles | 230 721,4 | 12 143,2 | 6 741,1 |
| Cultures pérennes | 9 613,4 | 506,0 | 1 075,2 |
| Terres de pâturages | 83 316,0 | 4 385,1 | 4 165,9 |
| Zones Habitées | 16 022,3 | 843,3 | 1 347,8 |
| Total | 339 673,1 | 17 034,3 | - |

L'analyse approfondie de la série temporelle permet de caler les pertes de forêts sur 3 périodes :

- 2005-2009 : 6 408,9 (± 2 533,35) ha.an⁻¹ ;
- 2010-2020 : 23 450 (± 7 246,36) ha.an⁻¹ ;
- 2021-2023 : 16 556,39 (4 032,19) ha.an⁻¹.

Le secteur de l'agriculture et la migration des forêts en terres de cultures sont les principaux facteurs de perte comme l'atteste la figure ci-dessous.

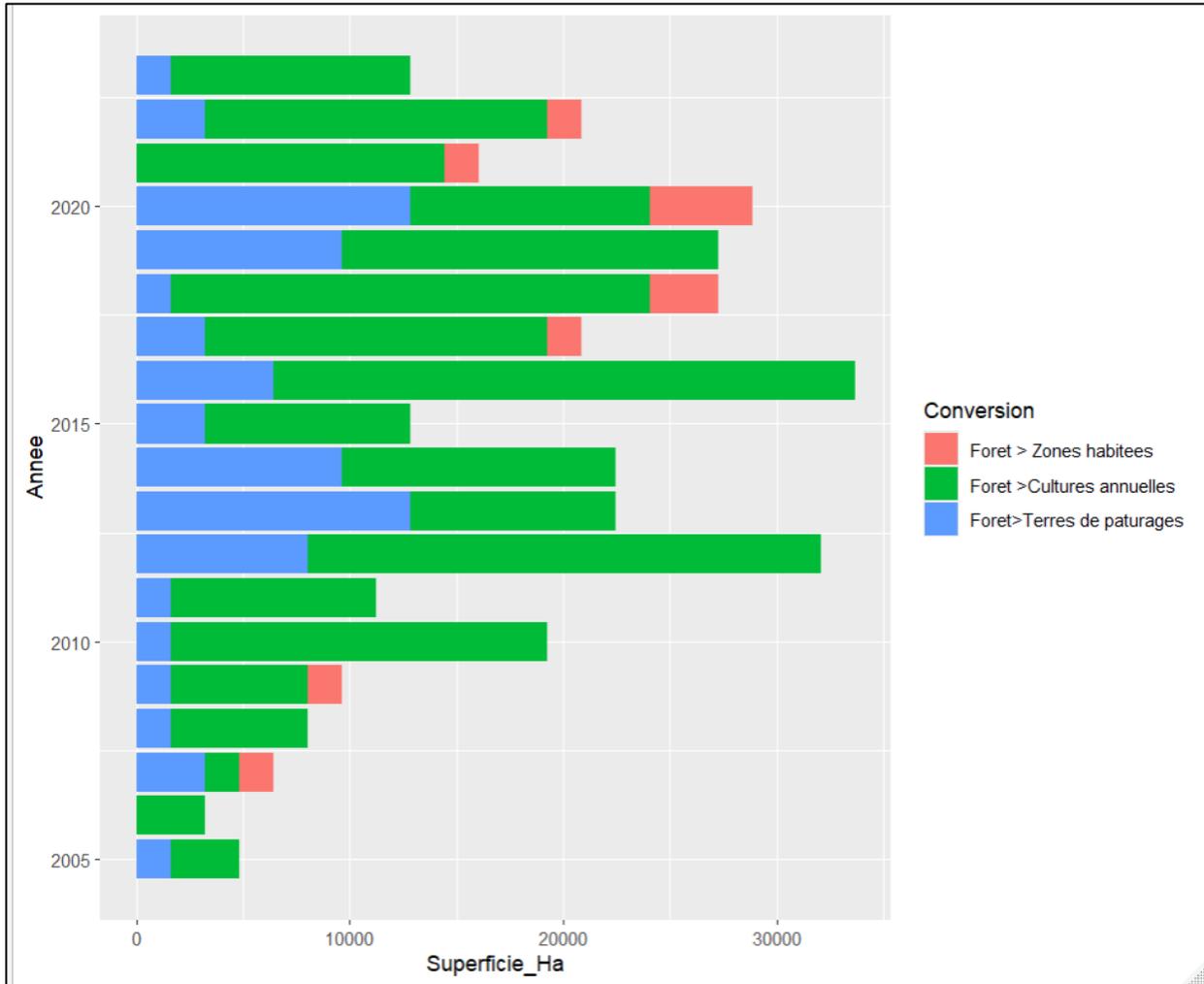


Figure 1 : conversion de forêts à d'autres utilisation

Gains de forêts

Les gains de superficies forestières sont issus des migrations des terres de pâturages et des terres de cultures vers les terres forestières. Il s'agit durant la série temporelle de 136 186,69 ha de terres de pâturages, de 7 167,88 ($\pm 3517,15$) ha.an⁻¹ et 3 373,11 ($\pm 2664,76$) ha.an⁻¹ de terres de cultures (Cf. figure 2 ci-dessous).

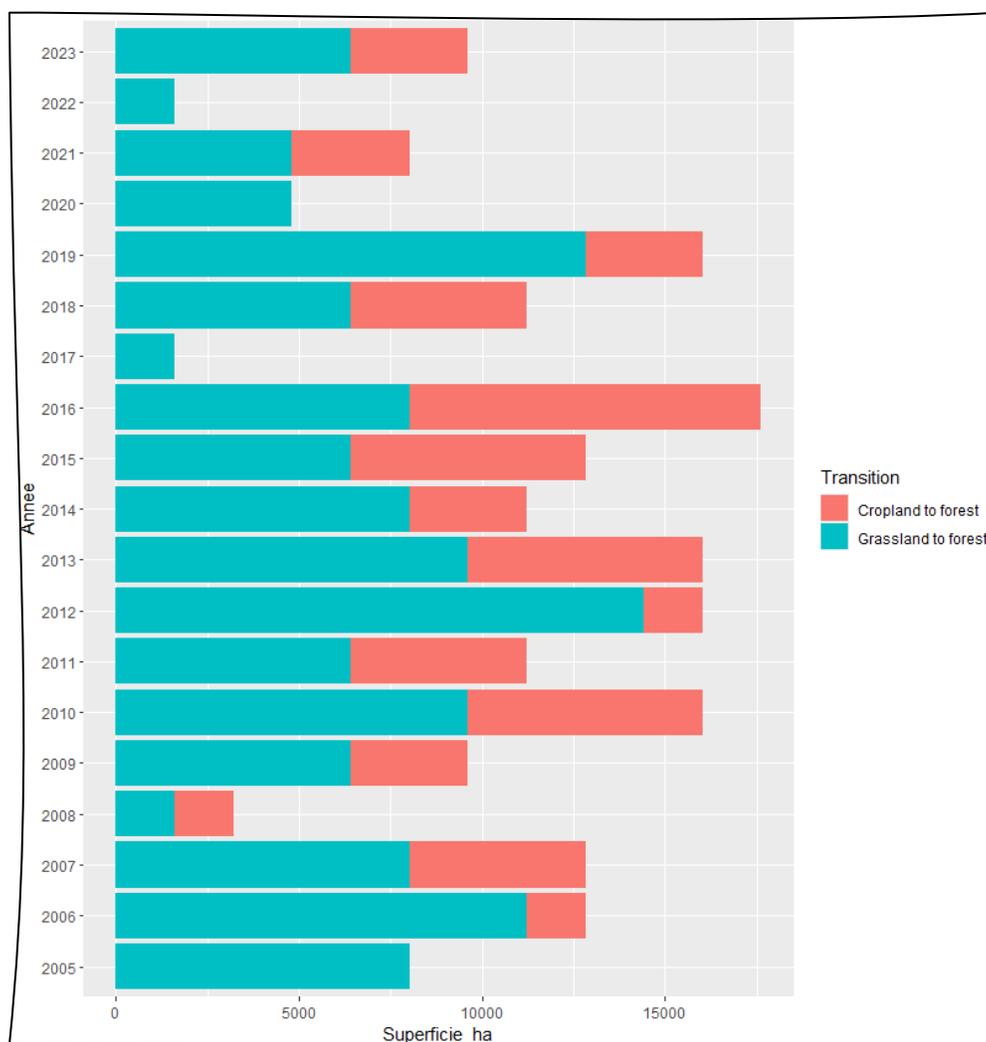


Figure 2 : version vers les forêts

Emissions/absorptions sur la période de 2005-2023

Les émissions/absorptions estimées sur la période 2005-2023 sont regroupées en quatre catégories :

- Terres forestières restant Terres forestières (non perturbées) ;
- Terres forestières restant Terres forestières (perturbées) ;
- Terres converties en Terres forestières ;
- Terres forestières converties en d'autres affectations.

La combinaison des absorptions par les sources et des émissions par les sources confirme le secteur de forêts du Sénégal comme un « puits important de carbone » avec notamment une tendance baissière du potentiel d'absorption (figure 3 ci-dessous). En effet, entre 2005 et 2023, ce potentiel d'absorption a diminué de 45,94%.

Il est passé de -17,8 tCO₂ eq à -8,1 tCO₂ eq., soit une réduction de 535 046,01 tCO₂ eq.an⁻¹, quantité quasi équivalente aux émissions cumulées dues à la déforestation en 2005.

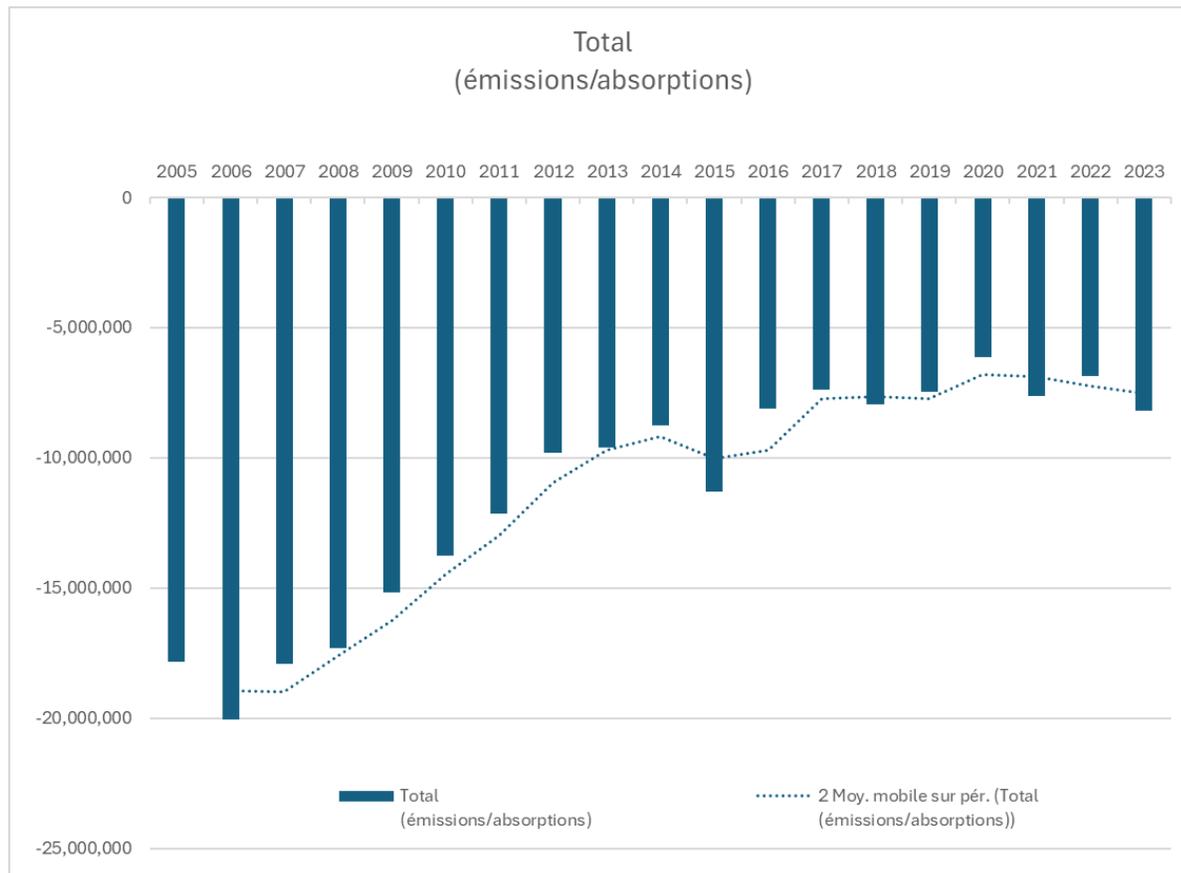


Figure 3: tendance baissière du potentiel d'absorption

Perspectives

En perspectives des prochaines soumissions, des besoins en renforcement de capacités sont nécessaires pour améliorer les estimations des émissions/absorptions dans les axes récapitulés ci-après :

- Estimer les potentialités en carbone organique des sols à l'échelle nationale ;
- Elaborer un dispositif rigoureux d'évaluation de la matière organique morte (bois mort et litière) des forêts ;
- Collecter les données d'activités nécessaires pour une estimation complète des émissions non-CO₂ (CH₄ et N₂O) ;
- Evaluer l'impact réel des perturbations dans les absorptions/émissions de CO₂ dans les forêts :
- Renforcer la gouvernance des forêts pour une gestion durable des forêts ;
- Améliorer les techniques et méthodes pour l'estimation des superficies brûlées ;

- Améliorer les techniques de collecte et de quantification de données sur l'extraction de bois issus de forêts l'exploitation forestière ;
- Elaborer les facteurs d'émissions par types de formations forestières dans le pays.

Tableau 2 : Résumé

| | |
|---------------------------------|---|
| Date de soumission | 20 janvier 2025 |
| Réservoirs | Biomasse <i>Biomasse aérienne</i> <i>Biomasse souterraine</i> |
| Gaz | CO ₂ |
| Activités REDD+ | Réduction des émissions liées à la dégradation des forêts Réduction des émissions liées à la déforestation Renforcement des stocks de carbone forestier |
| Echelle | Nationale |
| Période de référence historique | 2005-2030 |

1. INTRODUCTION

1.1 Contexte national

Le Sénégal continue de faire face à la dégradation de ses ressources forestières et partant à une intensification d'émissions de carbone. Les changements climatiques constituent la cinquième composante de la Politique forestière révisée en 2014. La mise en œuvre de cette thématique doit se concrétiser par un immense effort de reboisement, de préservation des forêts et de leur biodiversité et de gestion durable des biens et services forestiers.

L'engagement de l'État du Sénégal se traduit par la volonté d'adhérer au mécanisme de Réduction des Emissions dues à la Déforestation et de la Dégradation des Forêts ; de la Conservation des stocks de carbones forestiers, de la gestion durable des forêts et du renforcement des Stocks de carbone forestiers (REDD+) en vue de préserver et de valoriser ses massifs forestiers.

La soumission de ce document intervient dans un contexte politique marqué par l'adoption d'un nouveau référentiel des politiques publiques dénommée « **Vision Sénégal 2050** », **Agenda national de transformation** ». Articulé autour de quatre (04) axes, « l'Aménagement et le Développement durable du territoire » en constitue l'axe 2. Ce référentiel a pour ambition de garantir une souveraineté environnementale dans un contexte de changement climatique.

En matière de réalisation des engagements sur les changements climatiques, le Sénégal a soumis trois (03) communications nationales auprès du Secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques (CCNUCC), respectivement en 1997, 2010 et 2015 ; de même qu'une contribution déterminée au niveau national (CDN), en 2020. Ces différents rapports traduisent, jusqu'ici, les efforts du pays en termes de politiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique. Aussi, le premier rapport biennal actualisé (BUR-1) du Sénégal, qui a couvert la période de 1994 à- 2018, est en cours de soumission au Secrétariat de la Convention sur le climat.

Le présent rapport, portant élaboration du Niveau de Référence des Forêts (NRF) conformément aux directives de la CCNUCCC décisions 1/CP.16 et 12/CP.17 paragraphes 13, est élaboré pour inscrire définitivement le Sénégal dans la phase de préparation du mécanisme REDD+. Il garde une cohérence dans sa démarche et s'appuie sur des données disponibles et mises à jour dans la transparence.

1.2 Cadre institutionnel et législatif

La Lettre de Politique du Secteur de l'Environnement, du Développement durable et de la Transition écologique (2022-2026) s'adosse à un ensemble de référentiels internationaux parmi lesquels l'Agenda 2063 de l'Union africaine, la Politique environnementale et Stratégie régionale Climat de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest, la Politique commune

d'Amélioration de l'Environnement de l'Union économique et monétaire ouest-africaine. Son objectif général est d'asseoir les bases d'un « développement durable qui intègre une résilience écologique et climatique. Sa mise en œuvre est axée sur des orientations stratégiques déclinées en programmes que sont entre autres : « 1. Lutte contre la déforestation et la dégradation des terres ; 2. Conservation de la biodiversité et gestion des aires protégées ; 3. Lutte contre les pollutions, les nuisances et les effets néfastes des changements climatiques ».

Ainsi, sous la coordination de la Direction des Changements climatiques, de la Transition écologique et des Financements verts, dépositaire de la Politique de l'Etat du Sénégal en matière de lutte contre le changement climatique, les directions techniques sectorielles sont davantage responsabilisées et encouragées pour une meilleure intégration du changement climatique dans leurs activités, et systèmes de suivi-évaluation respectifs, notamment en ce qui concerne la collecte et l'archivage des données relatives aux inventaires des gaz à effet de serre et au suivi des progrès en matière de stratégies d'atténuation et de mesures d'adaptation. C'est dans ce contexte que la Direction des Eaux et Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols (DEFCCS) est Point focal du mécanisme REDD+ et du suivi des indicateurs de performances de la CDN du secteur de la foresterie.

La CDN du Sénégal, articulée autour d'axes dont le secteur des forêts et des terres, nécessite une mobilisation d'importantes ressources pour sa mise en œuvre. Outre la mise en place de fonds spéciaux prévus par la loi notamment le Fonds spécial pour la protection de l'environnement (**Loi n°2023-15 du 02 août 2023 portant Code de l'Environnement**) et le *Fonds National d'Intervention pour la valorisation du patrimoine forestier* (Loi 2018-25 du 12 novembre 2019 portant Code forestier), des options supplémentaires de financement sont prospectées.

A ce titre, le Sénégal est profondément engagé à combattre les causes profondes de la dégradation des forêts et de l'environnement. Sous ce postulat, le Sénégal est également intéressé pour d'autres mécanismes de financements innovants tels que l'initiative REDD+ pour davantage consolider le cadre de gouvernance des forêts dans un contexte mondial de lutte contre le changement climatique.

Voilà pourquoi, le pays accorde une importance capitale au renforcement des capacités techniques des principales parties prenantes engagées à la gestion des forêts, de la biodiversité et des terres sur les processus de Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et sur l'Accord de Paris pour une meilleure appropriation de la REDD+ au niveau national.

Le Sénégal souhaite également s'engager dans la REDD+ sous la CCNUCC et présenter les différentes exigences minimales requises, notamment le Niveau de Référence pour les Forêts ainsi que la stratégie nationale REDD+ assortie d'un Plan d'actions. Pour cela de nouvelles données doivent être collectées afin de produire un rapport de qualité qui influencera les décisions politiques nationales futures.

2. DEFINITIONS OFFICIELLES

2.1 Forêt

Conformément à la loi 2018-25 du 12 novembre 2018 portant Code forestier en vigueur au Sénégal, la forêt est définie comme étant : « un terrain recouvert à 10% d'une formation d'arbres pouvant atteindre au moins deux (02) mètres à maturité, d'arbustes ou de broussailles d'une superficie minimale d'un demi-hectare d'un seul tenant. Continue d'être considérée comme forêt, durant une période de dix ans, à compter du jour où est constatée la destruction, les formations forestières ayant subi une coupe, des fouilles ou explorations, un incendie ou autres agressions entraînant leur destruction totale.

Sont également considérés comme forêt, les terres à vocation forestière :

- les terrains qui étaient couverts de forêts récemment coupées ou incendiées, mais qui sont soumis à la régénération naturelle ou au reboisement ;
- les terres en friche destinées à être boisées ;
- les terrains de culture affectés par le propriétaire ou l'usufruitier aux actions forestières ;
- toute terre dégradée impropre à l'agriculture et nécessitant une action de restauration ;
- les terres destinées à être reboisées pour les loisirs.

Sont exclues des terres forestières, les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante (FAO, 2023).

2.2 Déforestation et dégradation forestière

En l'absence d'une définition nationale de la déforestation et de la dégradation forestière, la documentation technique et scientifique a été exploitée. A ce titre :

- La déforestation renvoie à la conversion de la forêt à d'autres utilisations des terres indépendamment du fait qu'elle soit anthropique ou pas (FAO, 2025).
- La dégradation est un processus qui conduit à la réduction de la capacité d'une forêt de fournir des biens et services (FAO, 2002). En d'autres termes, la dégradation entraîne des changements au sein de la forêt et affecte négativement la structure ou la fonction du peuplement ou du site et qui, par conséquent, diminue sa capacité de fournir des produits et/ou des services (FAO, 2001).

2.3 Renforcement des stocks de carbone forestiers

Le renforcement des stocks de carbone forestiers intervient après mise en œuvre réussie d'initiatives telle le reboisement/boisement, les mise en défens, ou toute initiative qui contribue à la restauration des terres dégradées et/ou des forêts dans le but de renforcer leur capacité de production.

2.4 Niveau d'Emission de Référence pour les Forêts (NERF) / Niveau de Référence pour les Forêts (NRF)

Le NRF englobe les cinq (05) activités REDD+ (déforestation, dégradation forestière, la conservation des stocks de carbone forestiers, gestion durable des forêts et le renforcement des stocks de carbone forestiers (Herold et al., 2015 ; ONU-REDD et UNITAR, 2018). Les deux concepts se distinguent l'un de l'autre comme suit :

- NERF : Point de référence pour la mesure des émissions dues au déboisement et à la dégradation des forêts. Il concerne uniquement des émissions provenant des activités REDD (déforestation et dégradation des forêts) ;
- NRF : Point de référence pour la mesure des émissions dues au déboisement et à la dégradation des forêts et des absorptions attribuables à la conservation des stocks de carbone forestiers, à la gestion durable des forêts et au renforcement des stocks de carbone forestiers.

3. APPROCHES METHODOLOGIQUES ET PROCEDURES

3.1 Informations utilisées par la Partie pour construire le NERF

3.1.1 Échelle

L'échelle du NERF/NRF est nationale. La superficie totale du territoire est de 196 722 kilomètres carrés (196,722 km²), c'est-à-dire 19,672,200 ha. Une grille d'échantillonnage systématique de 12 278 parcelles a été utilisée pour permettre une analyse de la couverture nationale.

3.1.2 Période de référence

La série historique analysée couvre la période historique 2005-2023. Le choix du Sénégal d'analyser les mutations forestières sur une période relativement importante s'explique par les effets des politiques de développement économiques et sociales enclenchées au début des années 2000, date de la survenue de la première alternance politique à la tête de l'Etat. Ce contexte politique a encouragé et favorisé d'importants investissements notamment dans le secteur de l'agriculture. D'importants projets et programmes dont le célèbre plan REVA (Retour vers l'Agriculture) a conduit à une remontée du front de la déforestation. Au-delà, des filières classiques (mil, arachide, riz, ...), d'importantes superficies forestières ont été impactées par les cultures pérennes arboricoles (anacarde, jatropha, ...).

Aussi, l'année 2005, considérée comme l'année de référence du premier NERF/NR, a quasiment coïncidé avec la fin l'installation complète du dispositif de placettes permanentes pour le suivi de la dynamique des ressources forestières à l'échelle nationale.

3.1.3 Réservoirs

Ce premier NERF/NRF du Sénégal comprend les réservoirs de carbone ci-après :

- biomasse aérienne,
- biomasse souterraine,

Tableau 3 : Réservoirs inclus dans le NRF

| Catégorie | Affectation | Biomasse | | Matière organique morte | | Sol | |
|--------------------|---|-------------------|----------------------|-------------------------|---------|---------|-----------|
| | | Biomasse aérienne | Biomasse souterraine | Bois mort | Litière | Minéral | Organique |
| Terres forestières | Terres forestières restant Terres forestières | Oui | Oui | Non | Non | Non | Non |
| | Terres converties en Terres forestières | Oui | Oui | Non | Non | Non | Non |
| Terres cultivées | Terres forestières converties en Terres cultivées | Oui | Oui | Non | Non | Non | Non |
| Prairies | Terres forestières converties en Prairies | Oui | Oui | Non | Non | Non | Non |
| Terres humides | Terres forestières converties en Terres humides | Oui | Oui | Non | Non | Non | Non |
| Etablissements | Terres forestières converties en Etablissements | Oui | Oui | Non | Non | Non | Non |
| Autres terres | Terres forestières converties en Autres terres | Oui | Oui | Non | Non | Non | Non |

La matière organique morte (MOM) n'est pas retenue parmi les réservoirs de carbone analysés en raison de l'absence de données cohérentes et exhaustives couvrant sur la période de référence et toute l'étendue du territoire national.

En effet, la récurrence des feux de brousse constitue une contrainte majeure à la permanence de la litière dans les terres forestières. Dans les plantations de filao, le long du littoral Nord du Sénégal, la litière est régulièrement collectée pour améliorer les propriétés agronomiques des terres horticoles.

Dans ce pool, le bois mort (BM) contient les débris ligneux grossiers, des racines grossières mortes, des arbres morts sur pied et autre matériel mort (GIEC, 2006). Cependant, seules les données sur les arbres morts sur pieds ont été mesurées à travers le dispositif des placettes permanentes.

Aussi, le réservoir de carbone organique du sol ne sera pas, non plus, retenu, dans ce premier NERF/NRF.

Des mesures nécessaires seront prises pour la prise en compte de ces importants pools de carbone pour les prochaines soumissions.

3.1.4 Gaz inclus

Outre les émissions et absorptions de dioxyde de carbone (CO₂), le NERF/NRF inclut les émissions de méthane (CH₄) et d'oxyde nitreux (N₂O) provenant de la combustion de biomasse dans les terres forestières. Les émissions en équivalents dioxyde de carbone (CO₂e) sont rapportées à

l'aide des potentiels de réchauffement global (PRG) sur 100 ans contenus dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC (AR 5).

Tableau 4 : Gaz inclus dans le NRF

| Catégorie | Affectation | CO ₂ | Non CO ₂ | |
|--------------------|---|-----------------|---------------------|------------------|
| | | | CH ₄ | N ₂ O |
| Terres forestières | Terres forestières restant Terres forestières | Oui | Non | Non |
| | Terres converties en Terres forestières | Oui | Non | Non |
| Terres cultivées | Terres forestières converties en Terres cultivées | Oui | Non | Non |
| Prairies | Terres forestières converties en Prairies | Oui | Non | Non |
| Terres humides | Terres forestières converties en Terres humides | Oui | Non | Non |
| Etablissements | Terres forestières converties en Etablissements | Oui | Non | Non |
| Autres terres | Terres forestières converties en Autres terres | Oui | Non | Non |

3.2 Activités REDD+

Les décisions de la CCNUCC sur la REDD+ encouragent les pays en développement à contribuer à la mise en œuvre de mesures d'atténuation, en entreprenant à titre volontaire, des activités aptes à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et à renforcer les puits de carbone dans le secteur forestier. Les cinq activités comprises dans la REDD+ sont :

1. La réduction des émissions liées à la déforestation ;
2. La réduction des émissions liées à la dégradation des forêts ;
3. Le renforcement des stocks de carbone forestier.

Le tableau 5 résume l'organisation de la déclaration des émissions/absorptions par activité REDD+.

Tableau 5 : Activités REDD+ par catégories d'affectation des terres

| | Terres forestières | Autres affectations |
|---------------------|---|--|
| Terres forestières | Réduction des émissions liées à la dégradation des forêts | Réduction des émissions liées à la déforestation |
| Autres affectations | Renforcement des stocks de carbone forestier | |

3.3 Suivi de la dynamique des ressources forestières

3.3.1 Contexte

Dans sa politique de mise en valeur des ressources forestières, le Sénégal s'est très tôt lancé dans une dynamique de gestion durable de son patrimoine naturel notamment les forêts, les eaux, les terres, etc. La première génération de projets de développement forestier avait mis l'accent sur le reboisement, la restauration des écosystèmes, l'aménagement forestier et la protection des forêts.

Avec l'avènement du Programme de gestion durable et participative des énergies traditionnelles et de substitution (PROGEDE), un progrès substantiel fut réalisé avec la mise en place du Système d'Information écologique, forestier et pastoral (SIEF) pour faire face au manque de données sur les ressources forestières. Dans cette dynamique, 208 placettes permanentes, réparties sur toute l'étendue du territoire national ont été installées entre 2002 et 2004. La finalité de l'initiative est de réaliser des évaluations périodiques des ressources forestières afin de suivre leur dynamique.

Ce dispositif a ainsi fait l'objet d'inventaire en 2004, 2007 et 2023 en vue de mieux appréhender la trajectoire de croissance des forêts du Sénégal. Parallèlement à ce dispositif, le Projet de Gestion intégré des Ecosystèmes du Sénégal (PGIES) avait également installé un dispositif similaire de 142 placettes permanentes, dans les Réserves naturelles communautaires (RNC) situées dans la périphérie des principaux parcs nationaux et réserves du pays.

A l'issue de l'inventaire forestier national de 2023, des recommandations ont été faites pour l'extension du réseau des placettes permanentes dans les zones qui en sont dépourvues, d'une part, et d'intégrer le dispositif du PGIES à celui géré jusqu'ici au niveau national.

Ainsi, de nouvelles placettes permanentes (Tableau 5) ont été installées suivant les zones ci-après :

- Basse Casamance :
- Moyenne Casamance ;
- Parc national de Niokolo-Koba (PNNK) ;
- Bassin arachidier Nord (principalement les parcs agroforestiers de « *kadd* » et « *dimb* ») ;
- Ferlo/Zone sylvo pastorale Ouest et Sud ;
- Le Bassin de la Falémé.

A l'issue de ce processus d'extension, le dispositif national de suivi de la dynamique des forêts et des terres est constitué de 532 placettes (Tableau 6) et (Figure 4).

Tableau 6 : Distribution des unités d'échantillonnage à l'échelle des zones écogéographiques

| Zone écogéographique | Sous-zone écogéographique | Nombre |
|--------------------------|--|--------|
| Casamance | Basse Casamance | 20 |
| Casamance | Haute Casamance | 58 |
| Casamance | Moyenne Casamance | 40 |
| Bassin arachidier | Bassin arachidier Sud | 56 |
| Bassin arachidier | Bassin arachidier Sud – Zone Parc agroforestier à « <i>Dimb</i> » | 34 |
| Bassin arachidier | Bassin arachidier Nord – Zone Parc agroforestier à « <i>Faidherbia</i> » | 20 |
| Ferlo | Ferlo cuirassé | 44 |
| Ferlo | Ferlo sablonneux | 27 |
| Niayes | Niayes continentales | 51 |
| Niayes | Niayes littorales | 12 |
| Sénégal oriental | Sénégal oriental Sud | 31 |
| Sénégal oriental | Sénégal oriental Nord | 62 |
| Sénégal oriental | Bassin de la Falémé | 15 |
| Sénégal oriental | Parc national de Niokolo-Koba | 30 |
| Vallée du Fleuve Sénégal | Walo | 16 |
| Vallée du Fleuve Sénégal | Diéri | 16 |
| TOTAL | | 532 |

3.3.2 Dispositif national : distribution, variables mesurées

La distribution des unités d'échantillonnages a été faite en tenant compte de la zone écologique directement liée aux types de formations forestières (Figure 1).

Le dispositif est constitué de grappes de quatre (04) placettes circulaires chacune. Du centre de la grappe, les placettes sont installées suivant les directions cardinales, à 1 kilomètre, pour la grande majorité, et à 200 mètres pour la bande de filao et les forêts galeries. Les placettes sont ainsi réparties de telle sorte à couvrir l'hétérogénéité de la distribution des strates et de la ressource forestière à l'échelle de l'étendue de la grappe.

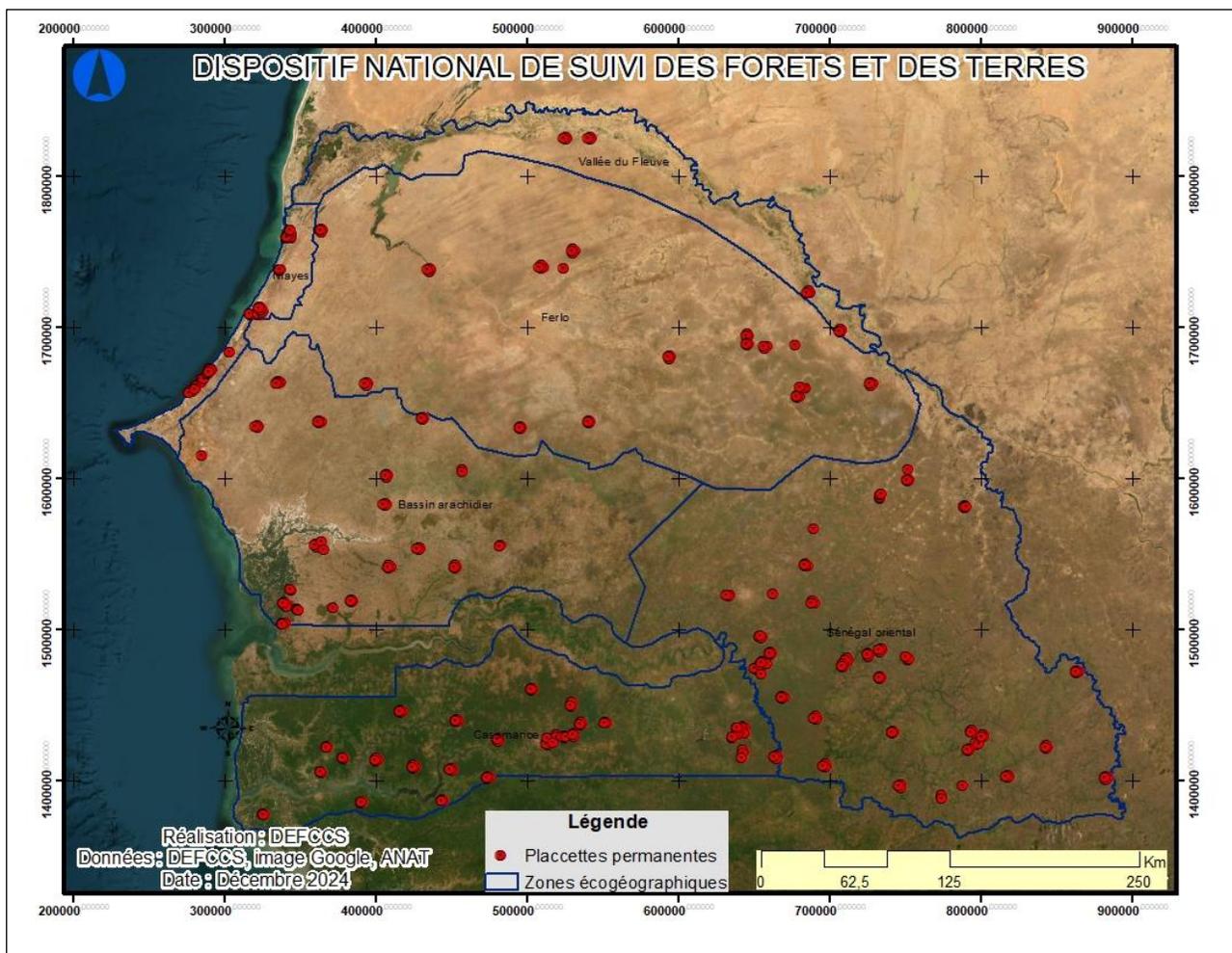


Figure 4 : Dispositif des placettes permanentes

Ce dispositif de suivi couvre les formations forestières naturelles, en terre ferme, et les plantations forestières. Elle ne couvre pas, pour le moment, les peuplements de mangrove.

L'ensemble des placettes inventoriées sont de forme circulaire et de rayon 16 m soit une superficie d'environ 803,84 m².

Les variables mesurées sont :

- Le diamètre à 1,30 m ;
- La hauteur totale de l'arbre (m) ;
- Le bois mort debout ;
- La largeur moyenne de la couronne ;
- Le carbone organique du sol à une profondeur de 30 cm ;
- La régénération naturelle ;
- Les indicateurs de biodiversité (traces, crottes, nids d'oiseaux, etc.)
- Facteurs de dégradation (feux de brousse, pâturages, coupes et extraction illégales de bois, etc.).

3.3.3 Estimation de la biomasse aérienne et souterraine

La biomasse aérienne a été estimée à l'aide des modèles allométriques renseignés dans le tableau 7. Le choix des dites équations allométriques s'inscrit dans le but de contribuer à la précision dans l'estimation et de minimiser les incertitudes.

Tableau 7 : Synthèse des modèles allométriques utilisés pour l'estimation de la biomasse

| Espèce | modèle allométrique | Plage de DBH (cm) | Référence |
|--|---|-------------------|---------------------|
| <i>Casuarina equisetifolia</i> | $AGB = 0,19 * DBH^{1,81} * Ht^{0,61}$ | 3-44 | Kora, 2016 |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | $AGB = 0,035 (DBH^2 * Ht)^{0,953}$ | 4-44 | Ounban et al 2013 |
| <i>Adansonia digitata</i> | $AGB = 2,234966 * DBH^{1,4354}$ | 51-293 | Masota et al., 2018 |
| Autres espèces sahéliennes et soudaniennes | $AGB = 1,929 * DBH + 0,116 * DBH^2 + 0,013 * DBH^3$ | 3-45 | Mbow et al, 2013 |

AGB = Biomasse aérienne ; DBH : Diamètre à 1,30 m du sol ; Ht = Hauteur totale de l'arbre.

En l'absence de modèles d'estimations adaptées pour la biomasse souterraine, le ratio Biomasse souterraine/biomasse aérienne pour nos forêts est équivalente à 0,28 (Mokany, 2006 ; GIEC, 2006).

3.3.4 Estimation du bois mort

Les arbres morts sur pieds, représentant la principale composante du pool de bois mort, ont été mesurés et la biomasse correspondante a été évaluée, au même titre, à l'aide des modèles allométriques utilisés dans cette présente étude.

3.3.5 Evaluation de l'accroissement annuel de la biomasse

L'accroissement annuel moyen de la biomasse est estimé suivant la différence de stocks obtenue des deux derniers inventaires et rapporté à la longueur de la série temporelle.

$$AAB = \frac{\text{Biomasse}_{a_2} - \text{Biomasse}_{a_1}}{a_2 - a_1}$$

$$AAB = \frac{\text{Biomasse.a2} - \text{Biomasse.a1}}{a2 - a1}$$

- ~~AAB~~ AAB : accroissement annuel de la biomasse
- ~~A1~~ a_1 : année 1 (année du dernier inventaire forestier)
- ~~A2~~ a_2 : année 2 (année du récent inventaire forestier).

3.4 Estimation des superficies forestières brûlées

La plateforme **CfRN LUA APP**, utilisée pour la collecte de données et l'évaluation de l'utilisation des terres permet également de détecter les terres parcourues par les feux de brousse (Figure 5).

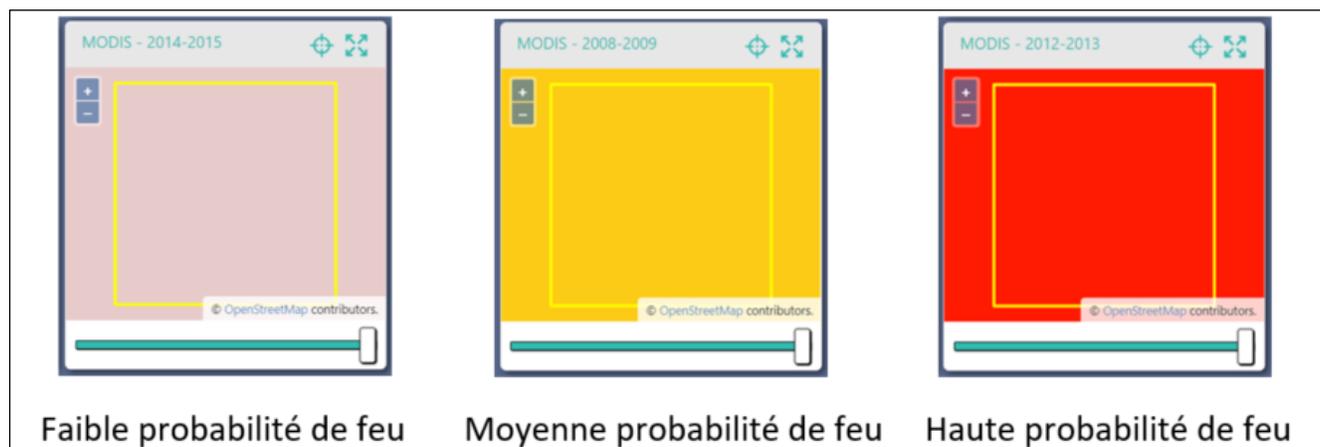


Figure 5 : Signes de traces de feux de brousse sur la plateforme CfRN LUA App

3.5 Données d'activité et dynamique d'affectation des terres

3.5.1 Plan d'échantillonnage

En prélude à la définition de la taille de l'échantillon pour la collecte de données sur la série temporelle 2005-2023, un atelier de trois (03) jours, financé par le Projet de Gestion durable des forêts et de Valorisation des Services écosystémiques (PGFVSE), a réuni les experts nationaux (annexe 7) identifiés et formés pour la collecte de données à travers la plateforme *CfRN LUA APP*. A cette occasion, un pré-inventaire a été conduit à travers des sites témoins (Figure 6). La sélection des sites tests a été faite sur la base des considérations ci-après :

- La présence des six (06) classes du GIEC ;
- Zones affectées par le phénomène de déforestation et dégradation des forêts et des terres ;
- Concentration et dynamique de l'activité humaine et économique ;
- Prise en compte de sous-catégories importantes des certaines classes du GIEC. A ce titre, pour les « Terres forestières », la sélection a été faite de telle sorte que les « forêts naturelles », les « plantations forestières », la « mangrove » soient intégrées ;
- Terres de cultures (cultures pérennes, cultures annuelles).

Sur les dix (10) sites sélectionnés, 622 placettes ont été générées suivant un échantillonnage systématique avec un écartement de 2km entre deux placettes.

Après la collecte des données, les analyses ont été conduites pour comparer les résultats entre deux scénarii :

- Ecartement de 2 km entre deux placettes successives ;
- Ecartement de 4 km entre deux placettes successives.

Les résultats des analyses statistiques effectués ont montré une différence non significative entre les écartements de 2km et 4km à l'échelle nationale. Sur cette base, une grille a été finalement générée à l'échelle nationale avec un écartement de 4km entre deux placettes.

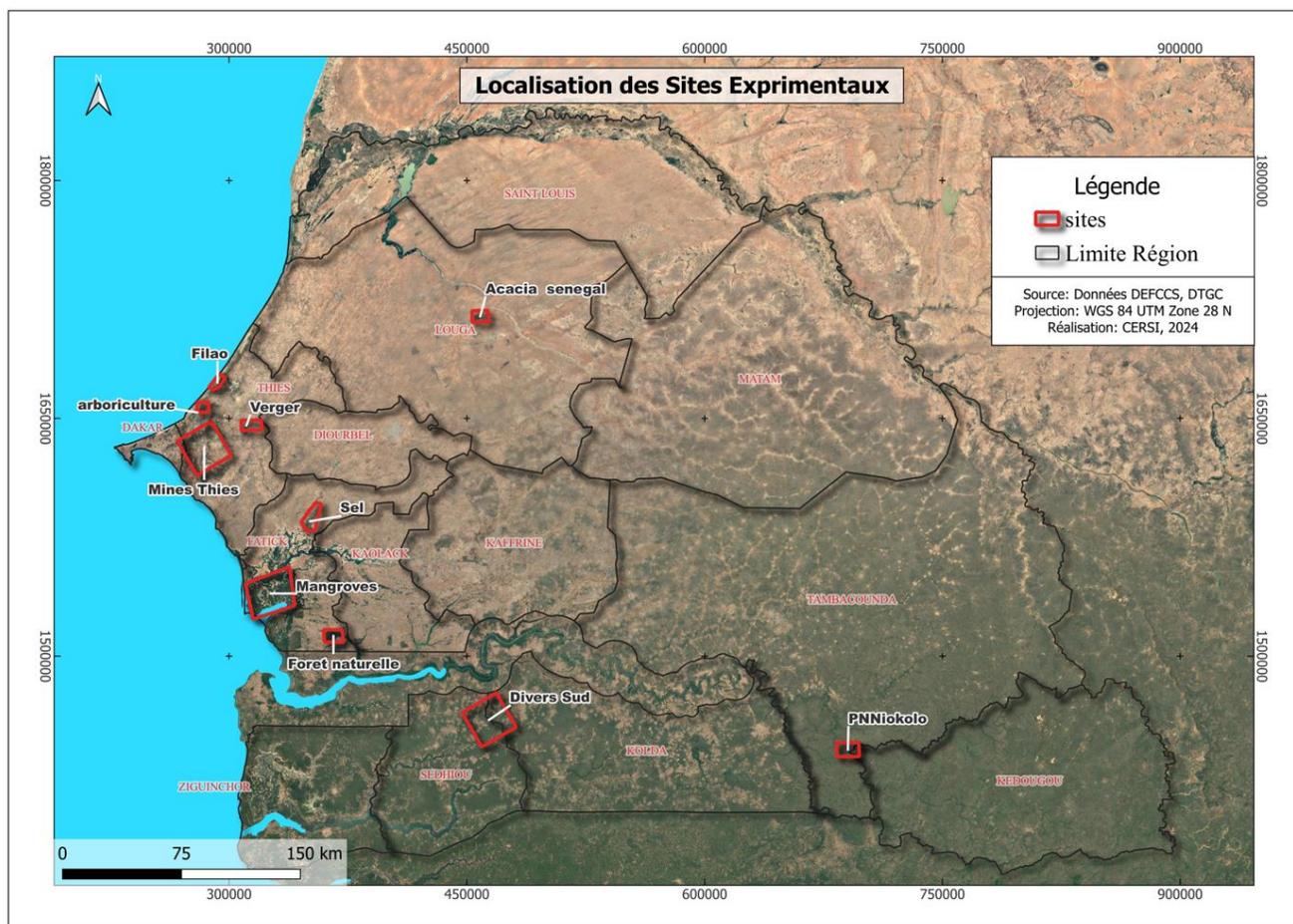


Figure 6 : Localisation des sites expérimentaux (pré-inventaire)

Le dispositif d'échantillonnage est ainsi constitué de 12 278 placettes couvrant toutes les classes d'occupations du sol. Chaque placette est de forme carrée et étendue sur 0,5 hectare. La distance entre deux placettes successives est de quatre (04) kilomètres.

Les caractéristiques de la placette, notamment, ses dimensions (carré de 71m de côté soit 0,5ha), ont été conçues de telle sorte à correspondre à la définition nationale de la forêt pour le Sénégal. La placette-échantillon est subdivisée en quarante-neuf (49) points espacés de 10 m.

La figure 7 illustre comment une placette a été visualisée dans chacune des plateformes intégrées avec l'outil **CfRN LUA App**.

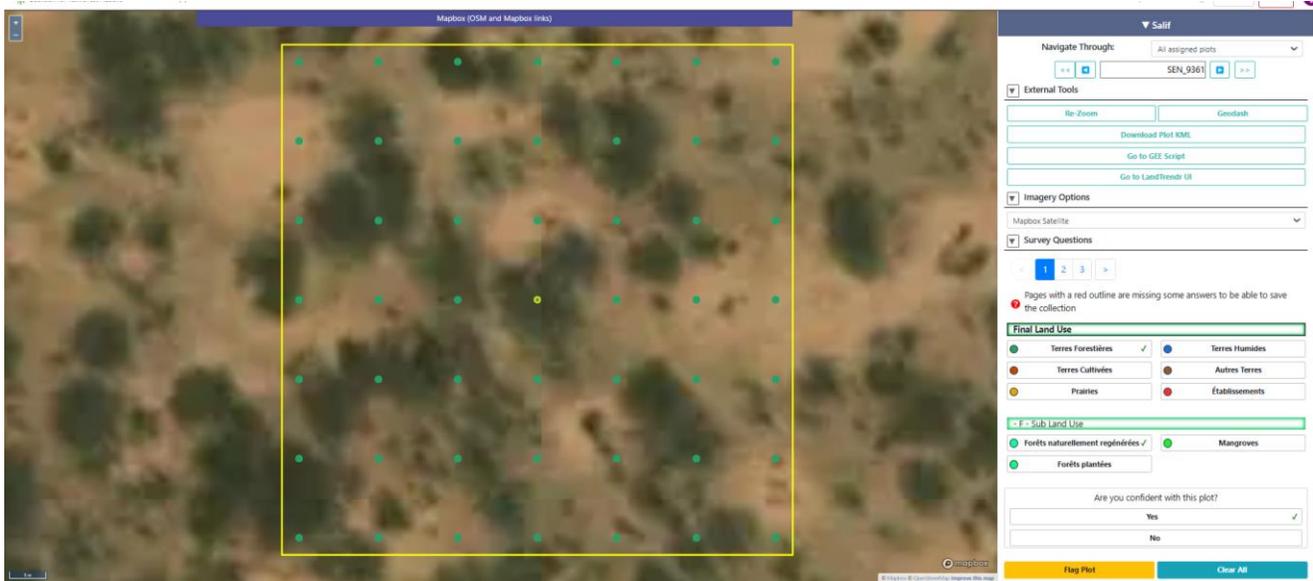


Figure 7 : Placette-échantillon et les sous-parcelles

3.5.2 Représentation des terres et définitions

3.5.2.1 Les six catégories du GIEC

Les catégories du GIEC sont définies comme suit :

- Terres forestières : Cette catégorie inclut toutes les terres à végétation ligneuse correspondant aux seuils utilisés dans la définition des terres forestières dans l'inventaire national des gaz à effet de serre. Elle inclut également les systèmes dont la structure végétale est actuellement inférieure aux seuils de la catégorie des terres forestières utilisés par le pays, mais qui pourrait potentiellement les atteindre ou les dépasser.

Pour rappel, la définition nationale : « Étendue constituée d'arbres dont la superficie minimum de 0.5ha est recouverte d'une canopée égale ou supérieure à 10%, avec une hauteur atteignant au minimum 2m ».

- Terres de cultures : Cette catégorie inclut les terres cultivées, y compris les rizières et les systèmes agro-forestiers dont la structure végétale n'atteint pas les seuils utilisés pour la catégorie de terres forestières.

Les terres de cultures, dans ce document, sont subdivisées en deux principales classes : les cultures annuelles et les cultures pérennes.

- Prairies : Cette catégorie inclut les parcours et les pâturages qui ne sont pas considérés comme des terres cultivées. Elle inclut également des systèmes à végétation ligneuse et

autre végétation non herbacée telle que les herbes et les broussailles dont le seuil est inférieur aux valeurs utilisées pour la catégorie « Terres forestières ». Elle inclut également toutes les prairies, depuis les terrains en friche jusqu’aux espaces récréatifs, ainsi que les systèmes agricoles et sylvopastoraux, conformément aux définitions nationales.

- Terres humides : Cette catégorie inclut les zones d’extraction de la tourbe et les terres couvertes ou saturées d’eau pendant la totalité ou une partie de l’année (par exemple, tourbières) et qui n’entrent pas dans les catégories des terres forestières, terres cultivées, prairies ou établissements. Elle inclut les réservoirs en tant que subdivision exploitée et les lacs et rivières naturels en tant que subdivisions non exploitées.
- Établissements : Cette catégorie inclut toutes les terres artificialisées, y compris les infrastructures des transports et les établissements humains de toutes dimensions, sauf s’ils sont déjà inclus dans d’autres catégories.

Autres terres : Cette catégorie inclut les sols dénudés, les roches, les glaces et toutes les superficies terrestres qui ne figurent pas dans une des cinq autres catégories. Elle permet de faire correspondre la totalité des superficies terrestres identifiées à la superficie nationale, lorsque des données sont disponibles.

3.5.2.2 Définition d’une nomenclature et classes nationales pour la représentation des terres

De la première communication nationale (CN), au titre de la convention sur le climat, à la Contribution déterminée au Niveau national (CDN), le système de représentation des terres dans le secteur de la foresterie a connu une évolution constante (Figure 5).

| CN1 | CN 2 | CN 3 | CDN |
|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plantations ▪ Forêts claires ▪ Savane arborée ▪ Savane arbustive | <ul style="list-style-type: none"> ▪ F. à Potentiel Faible ▪ F. Potentiel Peu riche ▪ Forêt à Potentiel Riche ▪ F. Potentiel très riche ▪ Filao ▪ Mangrove ▪ Zone agricole | <ul style="list-style-type: none"> ▪ F. à Potentiel Faible ▪ F. Potentiel Peu riche ▪ Forêt à Potentiel Riche ▪ F. Potentiel très riche ▪ Filao ▪ Mangrove ▪ Zone agricole | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Forêts claires ▪ Savanes arborées ▪ Savane arbustives ▪ Plantations ▪ Pâturages (savanes) ▪ Pâturages (RSP) ▪ Mangrove adulte à jeune ▪ Mangrove jeune ▪ Bande de filao |

Figure 8 : Système de classification utilisé dans l’inventaire des gaz à effet de serre au Sénégal dans le secteur de la foresterie de la première communication à la CDN

Cette irrégularité de la nomenclature ne garantit pas à la collecte et à la gestion de données de qualité dans le secteur de la foresterie et du changement d’utilisations des terres.

Il est important de noter que les terminologies liées « *Forêts à Potentiel très Riche à Forêt à Potentiel faible* » ont été employées au Sénégal dans le cadre de l'aménagement des forêts et l'exploitation du bois d'œuvre et de service. Face aux difficultés souvent rencontrées par certains lecteurs pour la concordance de cette nomenclature à la classification de Yangambi, des correctifs ont été apportés. D'après FAO (2020) à travers le rapport FRA de 2020, ces termes sont relativement équivalents à :

- Forêts à potentiel très riches : forêts denses, forêts galeries et forêts claires
- Forêt à potentiel riche : savane boisée et savane arborée ;
- Forêt à potentiel peu riche : Savane arbustive
- Forêt à potentiel faible : Steppes arborées, steppes boisées, steppes arbustives ou savanes herbeuses.

Face à tous ces manquements, l'un des objectifs phares de mission d'élaboration du NERF/NRF est de proposer une nomenclature stabilisée en termes de représentation des terres au Sénégal, eu égard aux recommandations du GIEC.

A ce titre, lors de l'atelier national du 09-13 octobre 2023, portant sur la collecte de données, les experts du Sénégal, avec l'assistance technique de ceux de la CfrN ont validé la classification suivante (Figure 6).

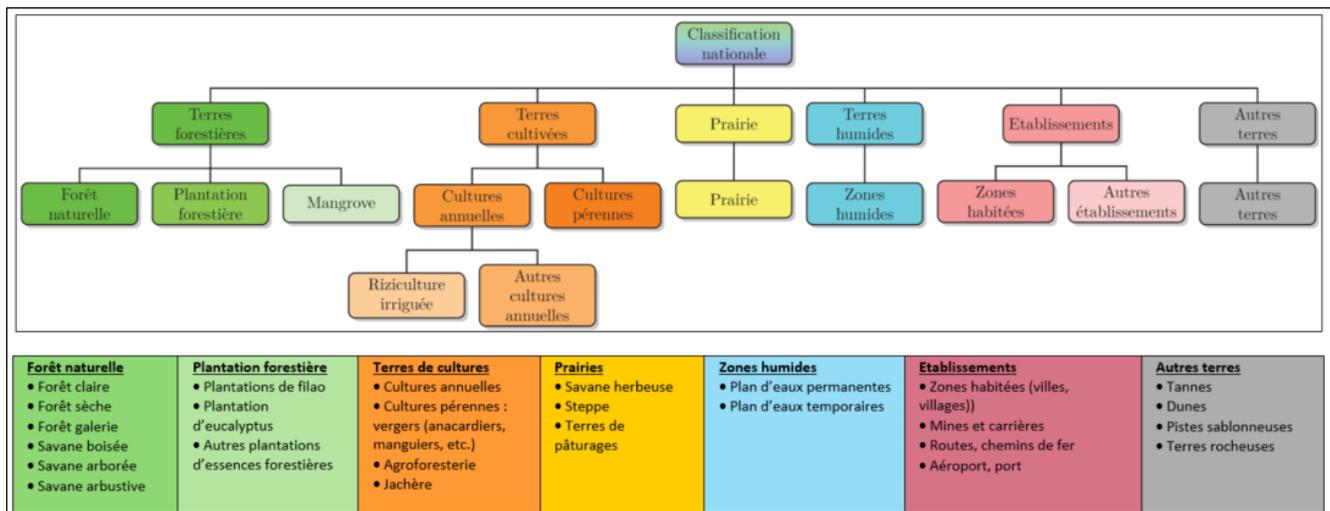


Figure 9 : Classes nationales d'affectation des terres

Dans la conduite du processus d'élaboration de la nomenclature, les objectifs ont été calibrés en fonction de la capacité à pouvoir reconnaître une classe quelconque à travers l'imagerie très haute résolution spatiale (THRS). En effet, et compte tenu de l'absence de données cartographiques récentes dans plusieurs zones du pays, il n'était pas évident de pouvoir distinguer les types de faciès de végétation à l'aide de la seule exploration de l'imagerie satellitaire.

Ainsi, certaines classes du GIEC, ont connu une désagrégation compte tenu des circonstances nationales.

- Terres forestières

Cette catégorie, dans ce présent document est structurée autour de trois principales sous-classes :

- Forêt naturellement régénérée (Forêt naturelle) ;-
- Plantation forestière et
- Mangrove.
 - Forêt naturellement régénérée (Forêt naturelle)

Elle concerne l'ensemble des terres forestières dont le mode de régénération est naturel et n'a subi aucune influence anthropique. Elle est subdivisée en strates qui se différencient les unes des autres par la taille des arbres et le taux de couverture comme l'atteste le tableau 8.

Tableau 8 : Types de formations végétales de savanes et de forêts claires définies à Yangambi

| Formation | Hauteur (m) | Recouvrement (%) |
|----------------------------|-------------|------------------|
| Forêt claire / forêt sèche | >8 | 70 à 90% |
| Savane boisée | >8 | 20 à 70% |
| Savane arborée | >8 | 2 à 20% |
| Savane arbustive | <8 | 2 à 70% |
| Savane herbeuse | <8 | 0 à 2% |

Source : Classification de Yangambi sur les formations végétales en Afrique

La forêt galerie pour sa part renvoie à la strate de végétation longeant les cours d'eau. Les arbres, sous l'influence de régime hydrologique, y sont, généralement, de grandes tailles (+ 8m) avec une canopée fermée, par endroits.

- Plantation forestière

Les plantations forestières sont parties intégrantes des terres forestières. Elles sont issues, pour la plupart du processus de restauration des terres dégradées par le biais de plusieurs techniques dont le reboisement. Il s'agit, dans le contexte sénégalais des plantations de filao, le long du littoral nord du Sénégal, de Teck et de *Gmelina* en Casamance (au sud du pays), d'eucalyptus, un peu partout dans le pays et de gomme arabique dans la zone sylvopastorale.

- Mangroves

Les mangroves au Sénégal sont localisées dans les régions naturelles du Sine-Saloum et de la Casamance. Il est signalé une relique dans le nord du pays dans la région de Saint-Louis. D'après les dernières estimations de la FAO (2020), à travers le rapport sur l'évaluation des ressources forestières, les forêts de mangroves sont étendues sur 229 910 ha.

- Terres de cultures

La catégorie « Terres de cultures » est constituée de deux grandes classes : les cultures annuelles et les cultures pérennes.

Les cultures annuelles regroupent toutes les catégories dont le cycle de production ne dépasse pas l'année. Elles regroupent en leur sein les cultures maraichères, l'arachide, le riz, le maïs, etc. Ils s'y ajoutent les terres où les cultures et les plantes sont associés et dont le seuil de couvert ligneux est inférieur à 10%,. Cette catégorie de terres cultures est rencontrée dans plusieurs régions du pays notamment dans les parcs agroforestiers à *Faidherbia albida* et *Cordyla pinnata* dans le Bassin arachidier et de palmier à huile en Casamance.

La terres sous jachères sont également incluses dans la catégorie « Terres de cultures ». Pour rappel, les jachères sont considérées comme des pratiques agronomiques favorisant la reconstitution du niveau de fertilité des terres.

Les cultures pérennes sont celles dont les productions (cycles de productions) ont lieu sur plusieurs années. Il s'agit à titre d'exemple, des plantations d'anacardier, de manguiers, d'orangers,

- Prairie

Sont classées dans cette catégorie, les terres de pâturages (les parcours de bétail), la steppe et la savane herbeuse. Ce sont des terres majoritairement occupées par la strate herbacée qui, dans certaines circonstances, pourrait être associée à la végétation ligneuse dont le degré de couvert est inférieur à 10%.

- Zones humides

Elles sont subdivisées en deux catégories : les plans d'eau permanents et les plans d'eau temporaires.

Les plans d'eaux permanents sont toutes les eaux continentales constituées de fleuve, de rivières et de lacs dont la durée de présence dépasse, au moins, une année.

Les plans d'eaux temporaires sont constitués de mares et autres catégories alimentées principalement par les eaux pluviales. Dans les circonstances nationales, leur présence dépasse rarement six (06) mois.

- Etablissements

Les établissements sont scindés en deux groupes : les zones habitées et «Autres Etablissements ». Le vocable « Autres Etablissements » renvoie également aux carrières et mines, voies de communications, port, aéroport, etc.

- Autres Terres

Ce sont des terres caractérisées par leur infertilité. Il s'agit des tannes, des dunes, des terres rocheuses

Tableau 9 : Classes nationales d'affectation des terres

| Catégories du GIEC | Classes nationales/Niveau 1 | Abréviations | Classe nationales/Niveau 2 | Abréviations | Classes nationales/Niveau 3 | Abréviations |
|--------------------|-----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|
| Terres forestières | Terres forestières | F | Forêt naturelle | FNAT | | |
| | | | Plantation forestière | FPLA | | |
| | | | Mangrove | FMAN | | |
| Terres cultivées | Terres de cultures | TC | Cultures annuelles | TCAN | Riziculture irriguée | RIZ |
| | | | | | Autres cultures annuelles | ACUA |
| | | | Cultures pérennes | TCPE | | |
| Prairies | Prairies | P | Prairies | P | | |
| Terres humides | Zone humides | TH | Zones humides | TH | | |
| Etablissements | Etablissements | E | Zones habitées | EHAB | | |
| | | | Autres établissements | EAUT | | |
| Autres terres | Autres terres | AT | Autres terres | AT | | |

3.5.3 Conversions possibles et impossibles

Dans le but de définir clairement et de normaliser des critères pour améliorer l'interprétation, les discussions en ligne et présentielle lors des ateliers ont eu lieu. Ces discussions visaient à comprendre les changements et transitions complexes qui se produisent au sein de diverses catégories d'utilisation des terres. Le tableau 10 a été dérivé pour illustrer les transitions réalisables et irréalisables d'une catégorie d'utilisation des terres à une autre.

Tableau 10 : Transitions possibles et impossibles

| | | Après | | | | | | | | | |
|---------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------|--------------------|-------------------|----------|----------------|----------------|---------------|
| | | GIEC | Terres forestières | | | Terres cultivées | | Prairies | Terres humides | Etablissements | Autres terres |
| | | Niveau 1 | Forêt naturelle | Plantation forestière | Mangrove | Cultures annuelles | Cultures pérennes | Prairies | Zones humides | Etablissements | Autres terres |
| Avant | Terres forestières | Forêt naturelle | | | | | | | | | |
| | | Plantation forestière | | | | | | | | | |
| | | Mangrove | | | | | | | | | |
| | Terres cultivées | Cultures annuelles | | | | | | | | | |
| | | Cultures pérennes | | | | | | | | | |
| | Prairies | Prairies | | | | | | | | | |
| | Terres humides | Zones humides | | | | | | | | | |
| | Etablissements | Etablissements | | | | | | | | | |
| Autres terres | Autres terres | | | | | | | | | | |

| | |
|-----------------------|--|
| Conversion possible | |
| Conversion impossible | |
| NA | |

3.5.4 Classification des placettes multi-affectation

3.5.4.1 Hiérarchie pour la classification de l'utilisation des terres

Dans la définition de la terre forestière au Sénégal, le pourcentage du couvert forestier est fondamental pour déterminer l'utilisation. Cela a conduit à l'établissement d'une hiérarchie pour les catégories d'utilisation des terres (Tableau 11) afin de faciliter l'interprétation visuelle des parcelles échantillonnées à l'aide de l'application LUA.

Tableau 11 : Hiérarchie

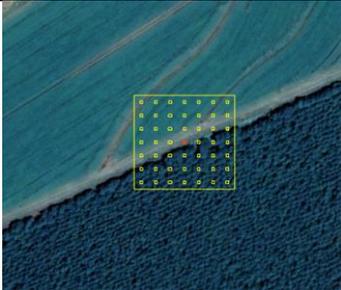
| Classification selon le compte d'échantillons | Seuil (%) |
|---|--------------|
| Terre forestière | Au moins 10% |
| Prairie | 20% |
| Terre de culture | 20% |
| Etablissement | 20% |
| Zone humide | 20% |
| Autre terre | 20% |

Le seuil de 20% d'une placette est atteint lorsqu'au minimum 10 points d'échantillon tombent sur un élément qualifiant l'affectation. Il y a 49 points d'échantillon dans la placette, chaque point équivaut à 2% de la placette. Eléments clés pour chaque affectation (Tableau 12).

Tableau 12 : Eléments clés pour les affectations

| Classe | Eléments aidant à classifier l'affectation |
|------------------|---|
| Terre forestière | Arbres sur pied, arbres récoltés |
| Terre de culture | Culture sur pied ou culture récoltée Champs avec une végétation homogène Lignes des cultures Barrières/séparations entre chaque champs |
| Prairie | Végétation herbeuse, arbustes |
| Etablissements | Bâtiment, route pavée, jardin/parc, chemin de fer |
| Zone humide | Superficie inondée, eau, herbes |
| Autre terre | Sable, dune, roche, tanne |

| Exemple 1 | |
|--|--|
| <p>25-29 Points (50%) de la placette est Terres Forestières (plantation) et 25-29 Points (50%) est Prairies.</p> <p>Par conséquent, cette placette est classifiée comme Terres Forestières.</p> |  |

| Exemple 2 | |
|--|--|
| <p>25-29 Points (50%) de la placette est Terre Forestière (plantation) et 25-29 Points (50%) est Terre Cultivée.</p> <p>La placette sera donc classifiée comme Terre Forestière</p> |  |

| Exemple 3 | |
|---|--|
| <p>20-24 Points (40%) de la placette est Terres Agricoles et 25-29 Points (60%) est Etablissements (y compris les arbres qui appartiennent aux établissements).</p> <p>L'utilisation des terres assignée à la placette sera celle occupant la majorité de la superficie au sein de la placette.</p> <p>Dans ce cas : UT-Etablissements (%) > UT- Terres Agricoles (%) ☑ Catégorie UT = Etablissements</p> |  |

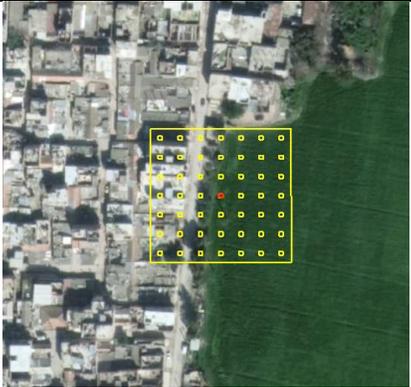
| Exemple 4 | |
|--|---|
| <p>25-29 Points (50%) de la placette est Terres Agricoles et 25-29 Points (50%) est Etablissements (y compris les arbres qui appartiennent aux établissements).</p> <p>L'utilisation des terres assignée à la placette sera celle occupant la majorité de la superficie au sein de la placette, sauf lorsque des établissements sont présents : dans ce cas si dans l'onglet Description (couverture du sol) bâti/logements (%) + les infrastructures (%) donnent plus de 20% de la placettes ☑ UT = Prairie, indépendamment de la majorité relative.</p> |  |

Figure 10 : Exemples de classification selon la hiérarchie

3.5.4.2 Cas de superposition d'utilisations des terres

Lorsque les utilisations des terres sont superposées, c'est-à-dire qu'une parcelle a deux ou plusieurs utilisations des terres, où aucune d'elles ne dépasse 50% de la parcelle, l'utilisation dans la classification finale de la placette est définie par la hiérarchie.

| Exemple 1 | |
|--|--|
| <p>Lorsque les utilisations des terres sont superposées, l'utilisation dans la classification finale de la placette est définie par la hiérarchie du GIEC.</p> <p>Dans cette placette, la pelouse appartient à un aéroport, donc l'utilisation est 100% prairie et 100% établissements. Dans la classification, la placette sera classifiée comme Etablissements (Infrastructures).</p> <p>Veuillez noter que dans l'onglet Description, il faut spécifier également 100% d'herbe.</p> |  |

| | |
|--|--|
| <p>Exemple 2</p> | |
| <p>Lorsque les utilisations des terres sont superposées, l'utilisation dans la classification finale de la placette est définie par la hiérarchie du GIEC.</p> <p>Dans cette placette, la pelouse appartient à une zone de cultures (cultures associées aux arbres), donc l'utilisation est 100% prairie et 100% Zone de cultures annuelles. Dans la classification, la placette sera classifiée comme Prairie (règle hiérarchique).</p> |  |
| <p>Exemple 3</p> | |
| <p>Arbres forestiers clairsemés sur un fond d'herbe : Distribution de l'utilisation des terres HOMOGENE (une seule catégorie à choisir en fonction de la couverture des arbres).</p> <p>Compter les points de contrôle sur la canopée des arbres ;</p> <p>Catégorie d'utilisation des terres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si points de contrôle < 5 : Prairie. • Si points de contrôle \geq 5 : Terre forestière. |  |
| <p>Exemple 4</p> | |
| <p>Arbres forestiers ou arbres hors forêt dans un champ.</p> <p>Compter les points de contrôle sur la canopée des arbres et spécifiez la même valeur pour l'utilisation des terres <i>Terres forestières</i> ;</p> <p>Compter les points de contrôle sur les cultures : même valeur pour l'utilisation des terres <i>Terres cultivées</i>.</p> <p>La catégorie finale sera déterminée par l'algorithme suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si points de contrôle Terres cultivées \geq 10 : la parcelle sera classifiée comme Terres agricoles • Autrement : Terres forestières. |  |

Figure 11 : Exemples de classification- Cas de superposition d'utilisation des terres

3.5.5 Perturbations et émissions dues aux feux de brousse

Les principales perturbations ou effets sur les forêts et autres utilisations des terres ont été identifiés. Les perturbations font référence à la survenue de tout phénomène qui entraîne la perte de carbone lors d'un événement ponctuel qui peut être anthropique ou naturel. Ces événements causent une perte de biomasse et autres réservoirs de carbone peuvent être affectés.

Les perturbations suivantes ont été identifiées :

- Feu de brousse : Superficie brûlée, toutes les affectations peuvent être touché par le feu.
- Empiètement / extraction illégale de bois : ce sont des actions qui entraînent la perte de biomasse forestière sans pour autant que la strate change de vocation. Il s'agit le plus souvent les prélèvements de matériaux de bois pour la construction d'habitations dans zone.
- Inondations : il s'agit des cas exceptionnels et inhabituels d'inondations des formations forestières qui peuvent entraîner la mortalité simultanée ou progressive de populations d'arbres. Il est important de noter que des crues de fleuves qui affectent les peuplements de gonakiers ou autres formations de galeries forestières ne sont pas considérées comme étant des perturbations liées aux inondations.
- Salinisation : est survenue par suite de la remontée de la languée salée entraînant par la même occasion la dégradation des terres et de la strate arborée.
- Exploitation : extraction visible et illégale de bois dans les terres forestières n'ayant pas fait l'objet d'un aménagement selon l'équation 2.11 du 2006 GIEC, volume 4, chapitre 2.

Le tableau 13 montre ces perturbations prioritaires et leur relation avec les différentes catégories d'utilisation des terres.

Tableau 13 : Potentielles perturbations auxquelles les forêts sont soumises

| Perturbations | Feu | Inondation | Exploitation | Salinisation | Empiètement* |
|-----------------------|------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Forêt naturelle | oui | oui | oui | oui | oui |
| Plantation forestière | oui | oui | oui | oui | oui |
| Mangrove | oui | oui | oui | oui | oui |
| Cultures annuelles | oui | oui | | oui | |
| Cultures pérennes | oui | oui | | oui | |
| Prairies | oui | oui | | oui | oui |
| Terres humides | | | | oui | |
| Etablissements | oui | oui | | oui | |
| Autres terres | oui | oui | | oui | |

La non-disponibilité de données cohérentes et exhaustives sur l'impact chiffrée des différents types de perturbations sur les pertes de carbone forestier, seules les émissions liées aux feux de brousse sont estimées dans ce premier NERF.

Conformément aux lignes directrices du GIEC l'équation 2.27 est utilisée pour estimer les émissions dues aux feux de brousse (GIEC, 2006).

$$P_{\text{feu}} = S * M_B * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-3}$$

Où :

- P_{feu} = Quantité d'émissions de gaz à effet de serre dues au feu, tonnes de chaque GES, par exemple, CH₄, N₂O, etc.
- S = Superficie brûlée, ha
- M_B = Masse de combustible disponible à la combustion, tonnes ha⁻¹. Sont inclus la biomasse, la litière du sol et le bois mort. Lorsqu'on utilise des méthodes de niveau 1, on suppose que les pools de litière et de bois mort sont nuls, sauf lorsqu'il y a un changement d'affectation des terres.
- C_f = Facteur de combustion, non dimensionnel (valeurs par défaut au tableau 2.6 des lignes directrices du GIEC ;
- G_{ef} = Facteur d'émissions, g kg⁻¹ de matière sèche brûlée (valeurs par défaut au tableau 2.5 des lignes directrices du GIEC)
- Note : Lorsqu'aucune donnée n'est disponible pour M_B et C_f, une valeur par défaut correspondant à la quantité de combustible réellement brûlée (le produit de M_B et de C_f) peut être utilisée (tableau 2.4 des lignes directrices du GIEC) à la méthodologie de niveau 1.

3.5.6 Clés pour l'identification des objets et l'interprétation des images

- *Caractéristiques d'interprétation des images*

L'identification des classes est basée sur l'observation de quatre (4) caractéristiques visuelles : la couleur, la forme, la taille et la texture qui permettent de mieux analyser et interpréter les objets sur l'image satellitaire. Chacune de ces caractéristiques d'interprétation est décrite ci-dessous, avec une illustration pour chaque cas.

Couleurs (teintes)

La couleur en télédétection représente l'association d'un canal de couleur ; les couleurs primaires rouge, vert, bleu à des bandes spectrales ; c'est ce que l'on appelle : la composition colorée, or dans le cadre de l'interprétation visuelle des images dans C_fRN LUA nous disons que la couleur ou la teinte se réfère à la clarté relative des objets sur une image [1]. C'est la caractéristique fondamentale qui donnera à l'interprète une première idée du type de classe observé. De plus, les

images disponibles dans CfRN LUA sont en couleurs naturelles exceptées celles de Sentinel 1 où la forêt est caractérisée par une couleur vert vif. Ainsi, dans CEO la végétation sera reconnaissable par sa couleur verte alors qu'une couleur bleue, souvent bleu foncée sera associée à la classe des terres humides (Figure 12).

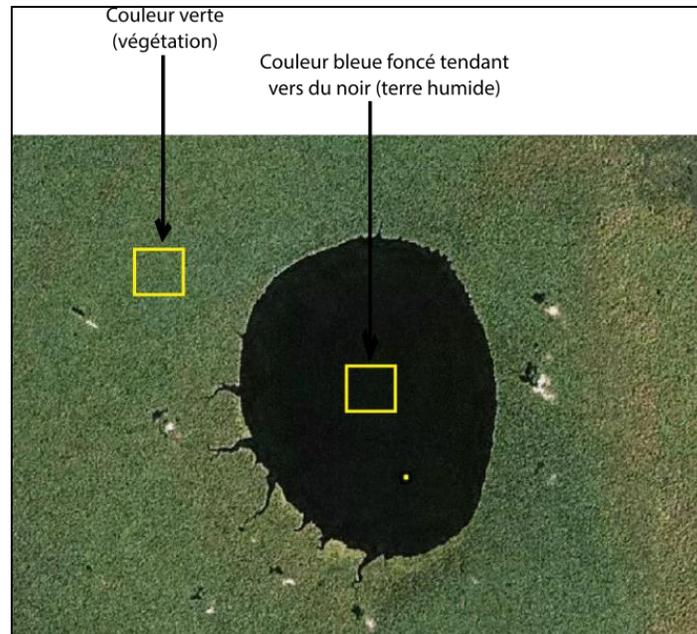


Figure 12 : Différence de ton sur une image Map Box.

- Forme

La forme est également une caractéristique très importante pour l'interprétation. Elle se réfère à l'allure générale, la structure ou le contour des objets pris individuellement. Les formes aux bordures rectilignes se retrouvent généralement dans les régions urbaines (Etablissement) ou constituent les terres cultivées, alors que les structures naturelles, telles que les bordures des forêts, sont généralement plus irrégulières, sauf dans les endroits où l'homme a construit une route.

Associée à la couleur, la forme donnera une indication certaine à l'interprète sur le type de classe observé. Ainsi, un objet avec des formes arrondies plus ou moins régulières, de couleur verte, avec des vides comblés par de la couleur grise ou jaunâtre sera associé :

- soit à un arbre donc éventuellement une forêt sur terre ferme (Figure 13) ;
- soit à un arbuste donc une savane arbustive (Figure 13).

Lorsqu'il y a très peu ou pas de vides entre les arbres, l'interprète pensera à une forêt dense (Figure 4A). Au cas contraire (présence de vides entre les arbres), il s'agit d'une forêt claire.

La forêt est considérée sur terre ferme lorsqu'il y a la présence d'une couleur grisâtre ou jaunâtre entre les arbres (Figure 10). Si cette couleur est bleu foncé à noire, on estime que la forêt est sur sol hydromorphe ou forêt marécageuse (Figure 14).

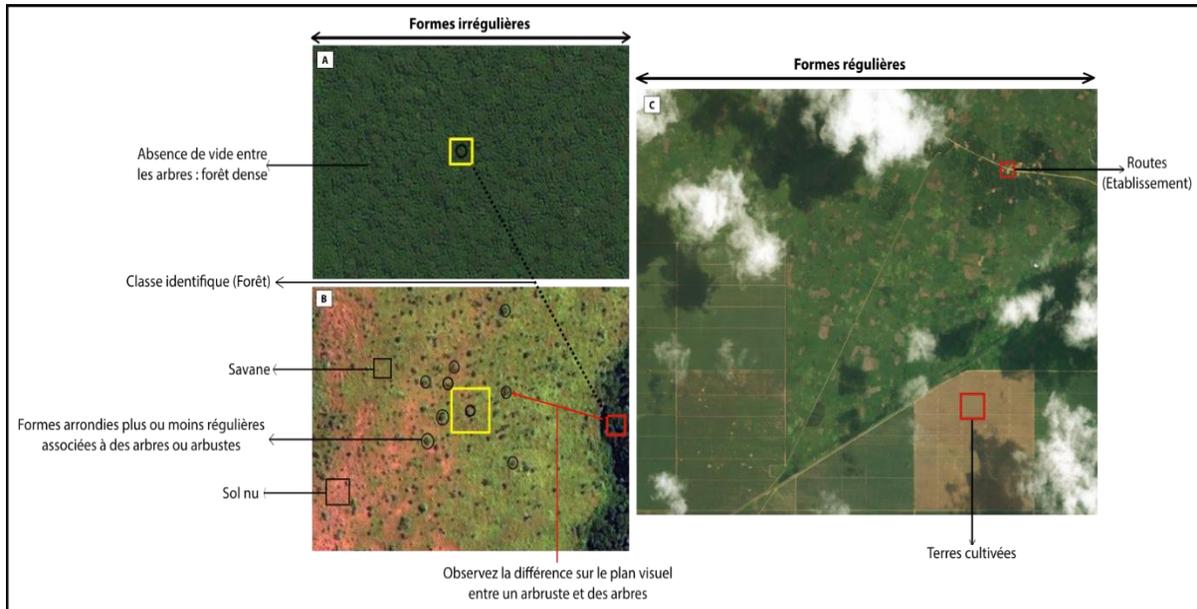


Figure 13 : Description de la caractéristique "forme" sur des images Bing Maps.

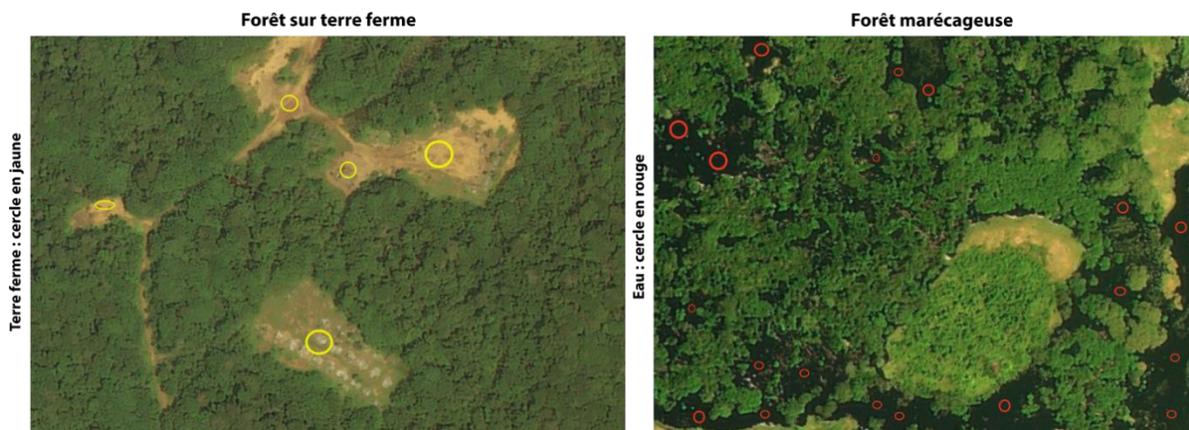


Figure 14 : Différence entre une forêt sur terre ferme et sur sol hydromorphe sur des images Bing Maps.

- Taille

Une évaluation rapide de la superficie approximative d'un objet facilite souvent l'interprétation. Ainsi, dans une image où l'on aurait à distinguer les zones de cultures à petite échelle de celles à

grande échelle, la dimension apporte un éclaircissement. Au moment de l'interprétation, il sera donc nécessaire de dé-zoomer pour s'intéresser à cette caractéristique (Figure 15).

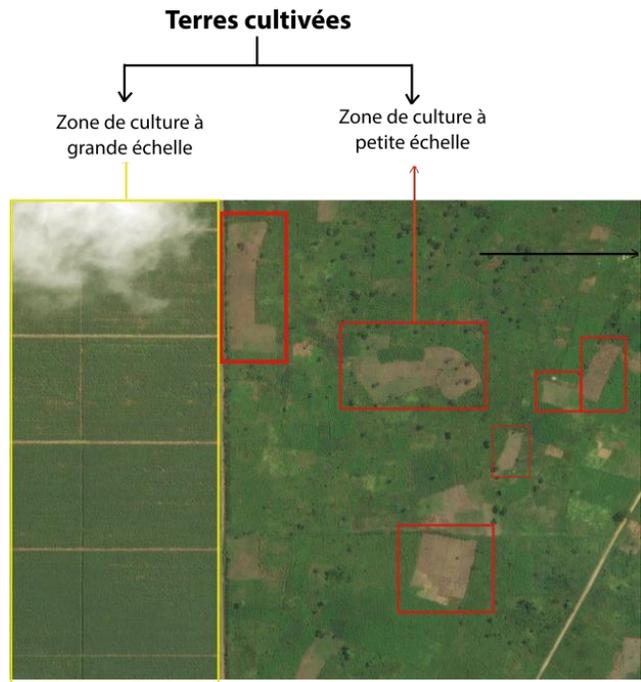


Figure 15 : Description de la caractéristique "superficie/taille" sur une image Bing Maps

- *Texture*

La texture se réfère à l'arrangement et à la fréquence des variations de teintes dans des régions particulières d'une image. On distingue principalement les textures rugueuses et les textures lisses. On parle globalement de textures rugueuses lorsqu'il y a beaucoup de variations de tons dans une petite région de l'image, alors que les textures lisses auraient peu ou pas de variations de tons. Des surfaces uniformes telles que les champs seront associées à des textures lisses tandis que des cibles comme les forêts sont associées à des textures rugueuses (Figure 16).

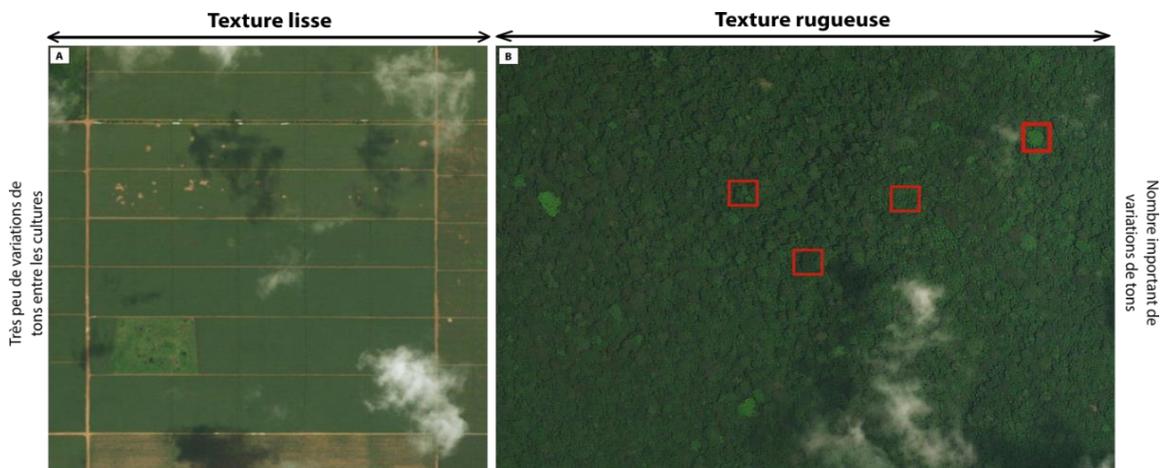


Figure 16 : Différence entre les textures lisses et rugueuses sur une image Bing Maps

N.B : Les images disponibles **dans CfrN LUA** et Google Earth sur lesquelles la collecte de données s'est basée, sont toutes de type « vraies couleurs ou couleurs naturelles » excepté celles de Sentinel 1. Ainsi, les caractéristiques énoncées plus haut sont valables pour toutes ces images satellitaires.

- *Contexte*

Le contexte se réfère à l'ensemble de l'environnement autour de l'objet qui est observé. L'interprète devra tenir compte de cet environnement pour interpréter de manière appropriée, en particulier en l'absence d'image très haute résolution. Des trouées dans la canopée en bordure d'une mosaïque d'occupation, indiquent souvent un morcellement de la forêt ; le bâti s'observe principalement en milieu urbain, et une surface verte et uniforme, laissera penser que vous êtes en pleine forêt naturelle, sans pertes observées. Ces indications peuvent paraître évidentes au premier abord, mais elles permettent à l'interprète d'analyser plus rapidement l'occupation du sol qu'il observe.

• Terres forestières

Pour faciliter la photo-interprétation, minimiser les erreurs, et faciliter la reconnaissance des terres forestières à travers l'image, trois (03) principales classes ont été retenues : la "Forêt naturelle", la "Plantation forestière" et la "Mangrove".

La « forêt naturelle » renvoie aux terres forestières dont le mode de régénération est naturel et qui n'a connu aucune influence humaine à l'exception des forêts de mangrove.

Les forêts claires et sèches, et les savanes appartiennent aux formations mixtes forestières et graminéennes. La couverture de la canopée, la hauteur des arbres et l'importance du tapis herbacé (spatialisation) déterminent le type de formation.

Elle est constituée d'arbres d'au moins 7 – 8 mètres de hauteur, avec une couverture de canopée variable de 70 à 90 % et disposant d'un tapis herbacé discontinu.

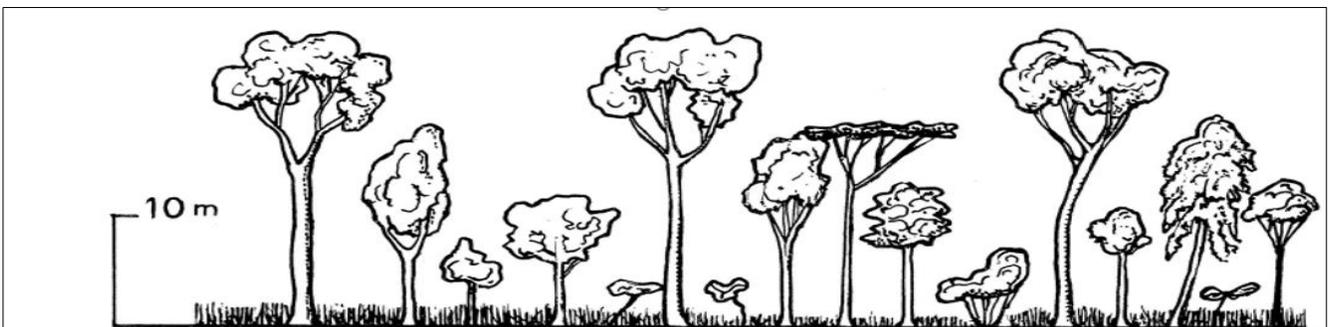


Figure 17 : Illustration d'une formation de forêt claire

Forêt galerie : est une formation forestière à canopée, le plus souvent, jointive et associée à des cours d'eau, des zones humides ou d'autres sources d'eau permanentes ou temporaire dans

certaines circonstances. L'influence de l'eau sur la croissance des arbres fait que les arbres atteignent de grandes hauteurs (plus de 20 m).



Figure 18 : Forêt galerie dans le Parc national de Niokolo-Koba (droite) - Sénégal

Forêt urbaine et forêt classée : Forêts qui se trouvent dans les zones urbaines mais qui font l'objet d'une protection juridique particulière et d'une gestion de type forêt. Les forêts classées sont des zones classifiées ainsi mais qui contiennent différentes affectations à l'intérieur (habitations, routes d'accès, cultures, etc.) il est donc important que seulement la partie « forêt » soit classifié dans cette catégorie.

Les savanes

Les écosystèmes de savanes sont relativement irréguliers en termes d'association entre les arbres et les arbustes. Ils sont fortement marqués par la présence d'un tapis herbacé puissant. Les principales formations de savanes rencontrées au Sénégal sont : la savane boisée, la savane arborée, la savane arbustive. La différence entre elles est liée à la hauteur (m) des arbres et à la couverture (%) de la canopée. Les caractéristiques principales de ces formations sont décrites à travers la figure ci-après.

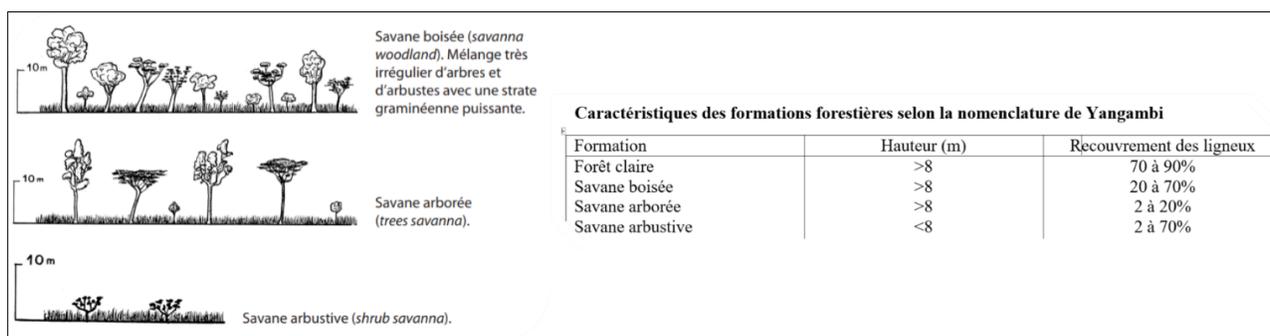


Figure 19 : Description des principales formations de savanes

A côté de ces formations de savanes, la steppe, la steppe arbustive ou encore la savane herbeuse. Ce sont des formations avec un recouvrement de la strate arborée qui fluctue entre 0 à 2% et une forte présence de la strate herbacée. Dans le contexte sénégalais et de ce protocole de collecte, cette catégorie est considérée comme des terres de pâturages ou classe « Prairie » du GIEC.

Tableau 14 : Caractéristiques d'interprétation pour les forêts naturelles

| | |
|-----------------|--|
| Couleur | Saison des pluies- vraie couleur = vert / Fausse couleur = rouge foncé saison sèche - vraie couleur - patch vert avec des zone bruns / fausse couleur = rouge clair avec du blanc |
| Forme | |
| Taille | |
| Texture | |
| Contexte | Saison des pluies- Décembre - Arbres feuillus, vert Saison sèche - mai |

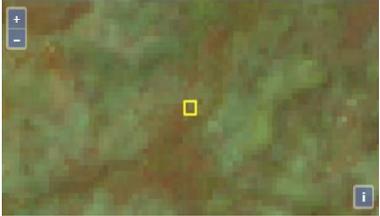
| Terrain | Haute résolution | Planet NICFI | Landsat |
|---------|--|---|--|
| | <p>Saison des pluies:</p>  <p>Saison sèche</p>  | <p>Saison des pluies</p>  <p>Saison sèche</p>  | <p>Landsat 8 - 2020</p>  |
| | <p>Deux exemples de forêt galerie dans une zone humide du pays et dans une zone sèche</p>  | <p>Deux exemples de savane arbustive en saison sèche et en saison des pluies</p>  | |

Figure 20 : Forêts naturelles vues dans les images satellitaires

Plantations forestières

Définition : Les forêts plantées pour la production de bois. Ceci inclut des zones temporairement sans biomasse apparente après une coupe. Ceci comprend :

- Plantation de filao ;
- Plantations d'eucalyptus ;
- Autres plantations d'essences forestières

Tableau 15: Caractéristiques d'interprétation pour les plantations forestières

| | |
|----------|---|
| Couleur | Vraie couleur = vert foncé avec des patchs de sol nu / fausse couleur = rouge foncé avec des patch/lignes blanc |
| Forme | Lignes géométrique et arbres planté dans en ligne droite |
| Taille | |
| Texture | Texture lisse et régulière (sauf les années de coupes) |
| Contexte | Coupes d'arbres visibles et régulières, routes d'accès. Il se peut qu'il y ait des années sans arbres (car coupe récente). Si les plantations sont jeunes il faut attendre un certain temps avant de bien voir les arbres - Il ne faut pas confondre cela avec un sol nu. Exploitation du zircon dans les Niayes qui a été transformé en plantation forestière. |

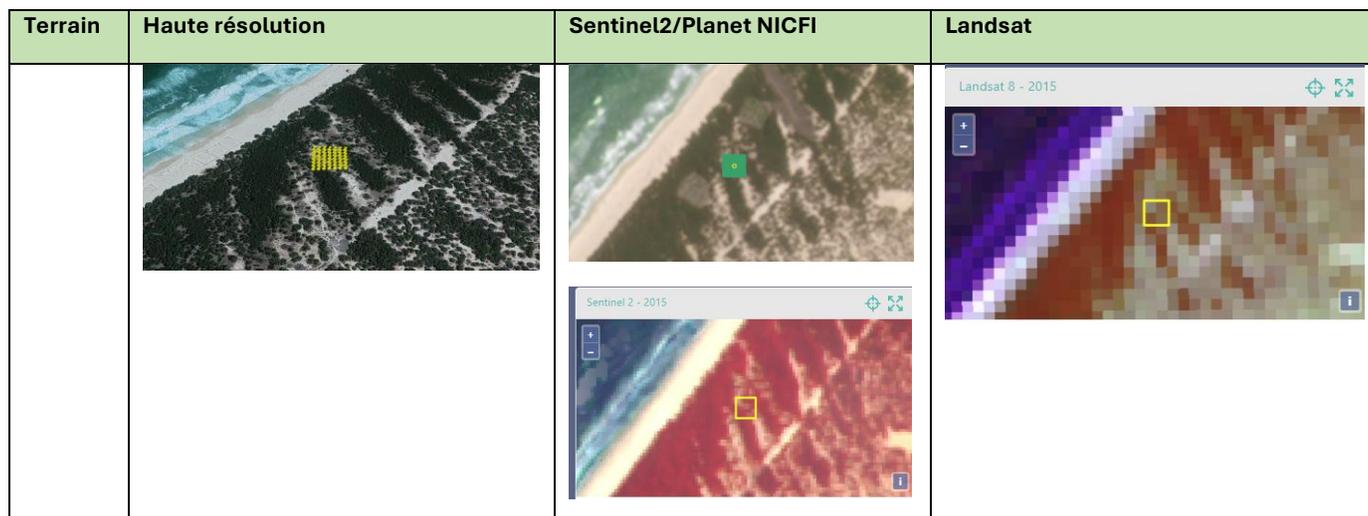


Figure 21 : Plantations forestières vues dans les images satellitaires

Mangrove

Définition :. La couverture arborée est dense et le sol est inondé de manière quasi permanente.

Tableau 16 : Caractéristiques d'interprétation pour la mangrove

| | |
|----------|---|
| Couleur | Vraie couleur = vert foncé avec des lignes bleu/noir (=eau) Fausse couleur = rouge/violet (à cause de l'eau) |
| Forme | |
| Taille | |
| Texture | |
| Contexte | Sur les côtés. |

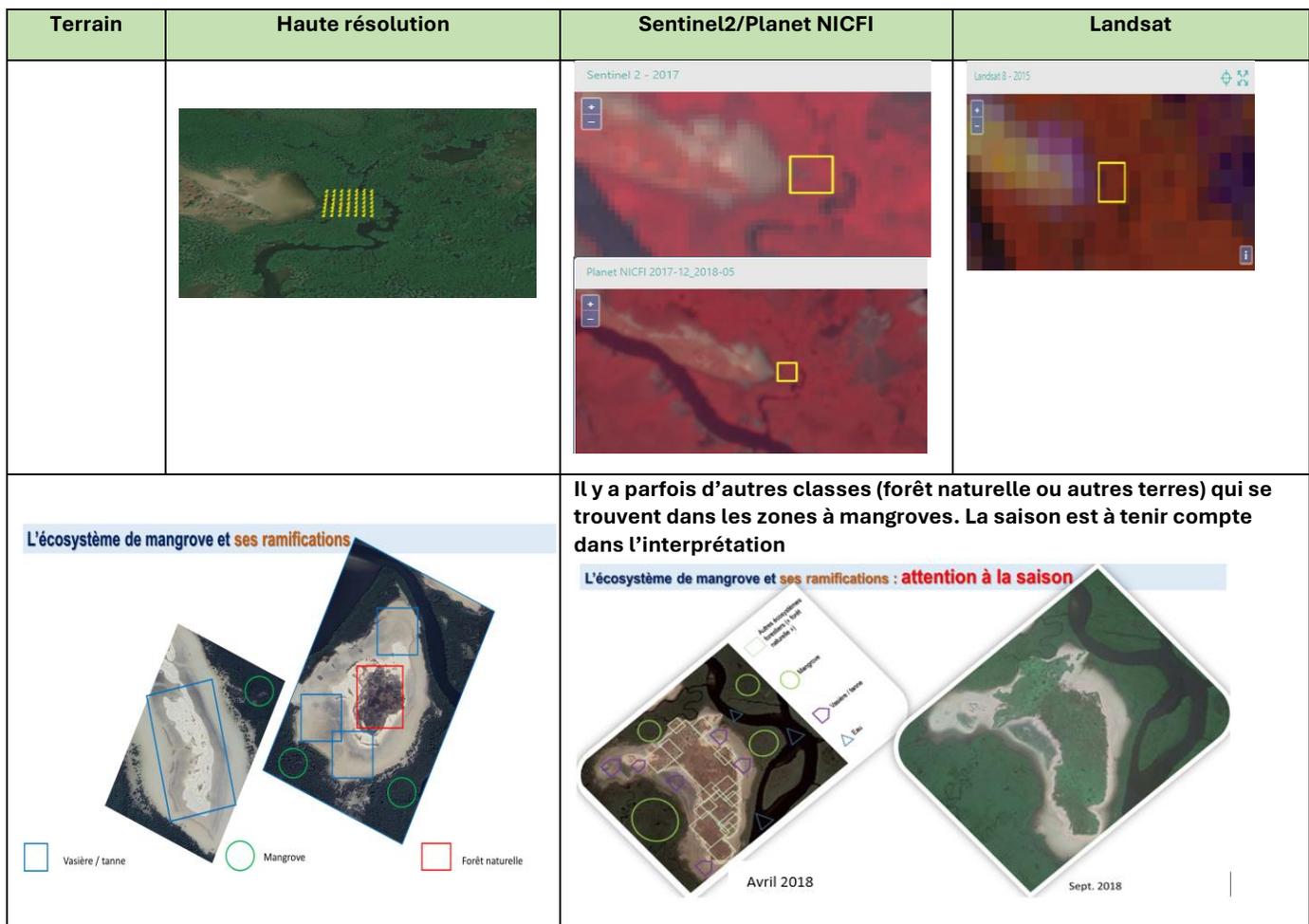


Figure 22 : Mangrove vue dans les images satellitaires

- Terres cultivées

Cultures annuelles-riziculture irriguée

Définition : Culture de riz temporairement irriguée dans un système contrôlé et organisé

NB : ceci exclus les rizicultures sur superficie inondée naturellement par les crues des fleuves/rivière ou les pluies.

Tableau 17 : Caractéristiques d'interprétation pour la riziculture

| | |
|----------|---|
| Couleur | Fausse couleur- rouge intense tirant sur le rose/violet (indiquant la présence d'eau) |
| Forme | Carré de cassier de riz |
| Taille | Grandes parcelles >10m de large (si plus petit = culture d'oignon) |
| Texture | Homogène |
| Contexte | Proche du fleuve Sénégal- Nord du pays, présence d'eau durant certaine période de l'année |

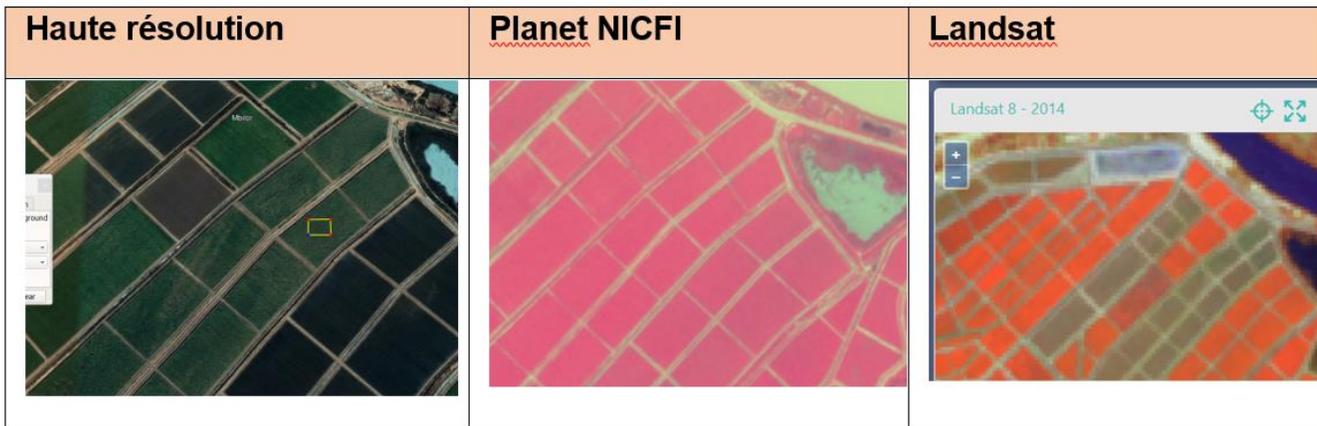


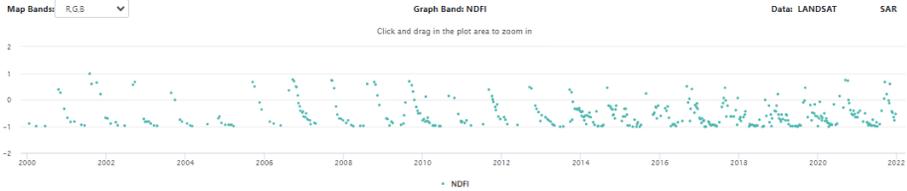
Figure 23 : Riziculture vue dans les images satellitaires

Cultures annuelles- Autres cultures annuelles

Définition : Agriculture où la culture est récoltée en moins de 12mois. Ceci inclus les jachères qui sont des zones de cultures temporairement inutilisées

Les cultures annuelles inclus les rizicultures sous-systèmes inondés par les crues des fleuves et les rizicultures arrosées par les pluies qui se trouvent principalement en Casamance.

Tableau 18 : Caractéristiques d'interprétation pour les autres cultures annuelles

| | |
|----------|---|
| Couleur | Fausse couleur : rouge foncé lorsque la végétation est présente, blanc lorsque le sol est nu |
| Forme | |
| Taille | |
| Texture | homogène avec des lignes géométriques claires |
| Contexte | Rotation annuelle des cultures - en une année possible de voir le sol nu puis le sol couvert de végétation avant que la culture soit retirée de nouveau. facilement visible sur les indices NDFI.  |

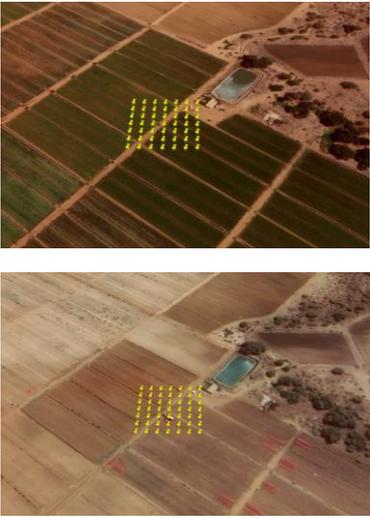
| Haute résolution | Sentinel2/Planet NICFI | Landsat |
|---|--|--|
| <p>rotation annuelle des cultures - en une année possible de voir le sol nu puis le sol couvert de végétation avant que la culture soit retirée de nouveau.</p>  |  |  |

Figure 24 : Autres cultures annuelles vues dans les images satellitaires

Cultures pérennes

Définition : Agriculture où la plante est présente plus de 12 mois sur les champs. Il s'agit des vergers de manguiers, anacardiens, etc. et de l'agroforesterie.

Tableau 19 : Caractéristiques d'interprétation pour les cultures pérennes

| | |
|----------|--|
| Couleur | |
| Forme | Arbre alignée - avec une forme ronde (manguier et anacardier) Agroforesterie - arbres plus espacés pas forcément aligné mais à l'intérieur d'une limite claire (arbustes, chemin, etc.) |
| Taille | |
| Texture | Homogène |
| Contexte | |

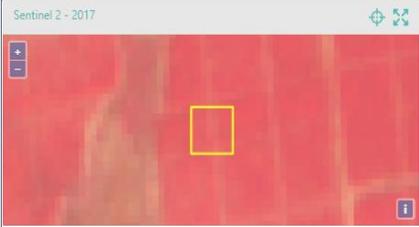
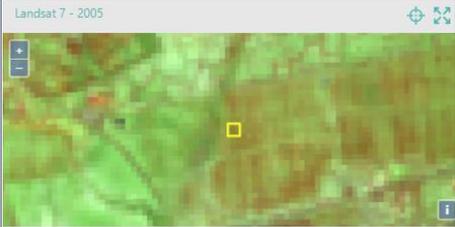
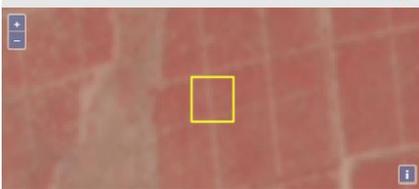
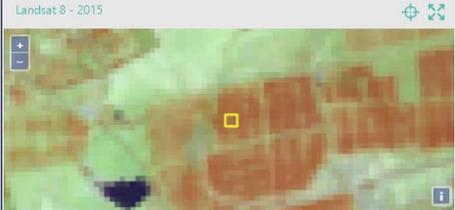
| Terrain | Haute résolution | Sentinel2/Planet NICFI | Landsat |
|---------|---|--|---|
| 2003 |  |  |  |
| 2012 |  |  |  |
| 2022 |  | | |



Figure 25 : Cultures pérennes vues dans les images satellitaires

- Prairies

Définition : Comprend toutes les surfaces herbeuses qui ne rentrent pas dans les classes forestières/savanes, ni dans les classes terres cultivées. Cela inclut les savanes herbeuses, les steppes, les terres de pâturages où la canopée est inférieure à 10%. Cela inclut également les zones de passage du bétail (zone de transhumance).

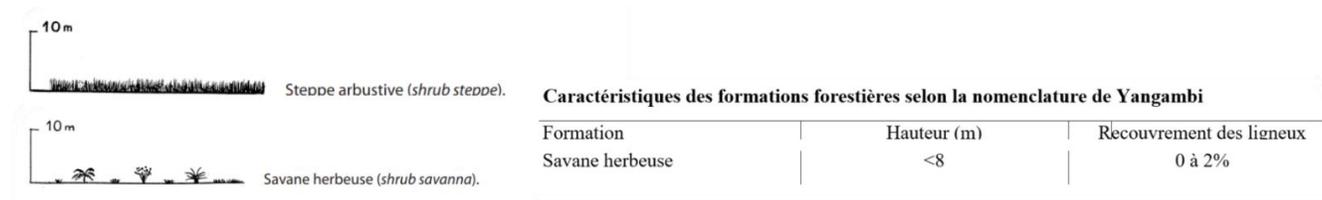


Figure 26 : Représentation des savanes herbeuses et steppes

Tableau 20 : Caractéristiques d'interprétation pour les prairies

| | |
|----------|---|
| Couleur | |
| Forme | |
| Taille | |
| Texture | |
| Contexte | En saison sèche, il y a peu de végétation ou dispersée de manière irrégulière |

Images

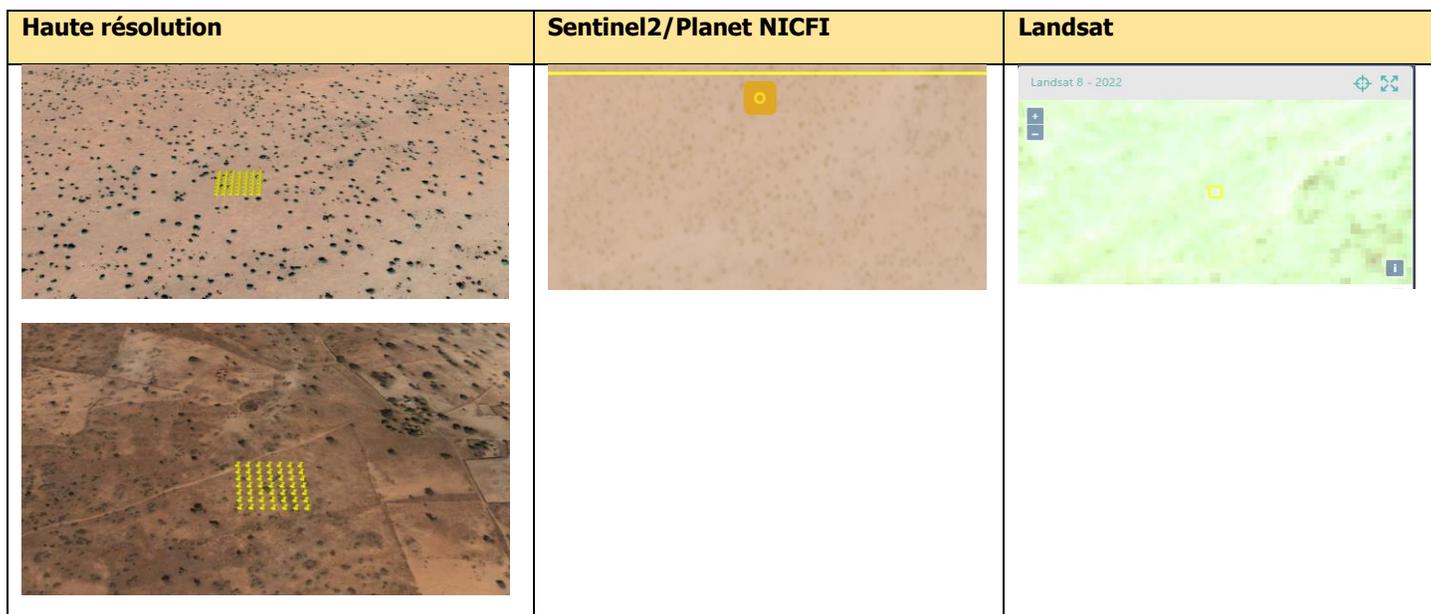


Figure 27 : Prairies vues dans les images satellitaires

- Terres humides

Zones humides

Définition : Comprend les surfaces recouvertes d'eau dans les zones internes du pays sans couverture arborées. Ceci inclus les plans d'eau permanents et temporaires.

Tableau 21 : Caractéristiques d'interprétation pour les terres humides

| | |
|----------|--|
| Couleur | Vraie couleur = bleu foncé/noir Fausse couleur = noir/violet |
| Forme | Irrégulier |
| Taille | |
| Texture | Homogène, parfois avec de la texture si certaine vase/végétation |
| Contexte | |

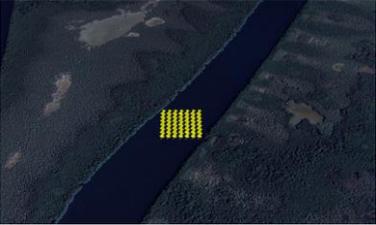
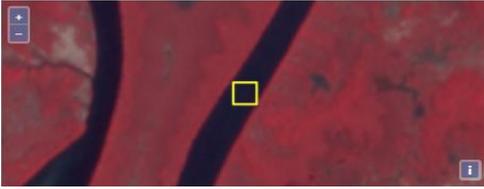
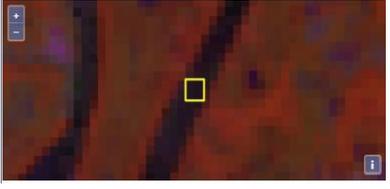
| Haute résolution | Sentinel2/Planet NICFI | Landsat |
|---|--|---|
|  |  |  |
| | | |

Figure 28 : Terres humides vues dans les images satellitaires

- Etablissements

Zones habitées

Définition : comprend les villages, villes.

Tableau 22 : Caractéristiques d'interprétation pour les zones habitées

| | |
|----------|--|
| Couleur | Noir/blanc/gris |
| Forme | Forme géométrique facilement visible |
| Taille | |
| Texture | Hétérogène |
| Contexte | Zone urbaine dense avec peu de végétation Les zones rurales sont un mélange entre habitation, route d'accès, végétation, cultures, etc. |

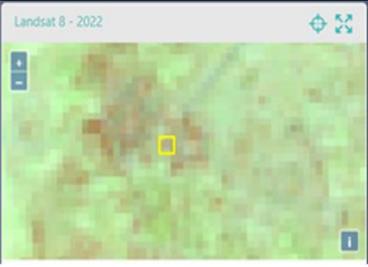
| Terrain | Haute résolution | Sentinel2/Planet NICFI | Landsat |
|---------|---|--|---|
| |  |  |  |

Figure 29 : Zones habitées vues dans les images satellitaires

- *Autres établissements*

Définition : Comprend toutes les autres infrastructures tels que les mines, carrière, routes, chemin de fer, aéroport et port.

L'exploitation de Zircon sur les zones sableuses sont facilement observables. Ces exploitations de courtes durées sont ensuite converties en plantation forestière lorsque l'exploitation est finie.

Tableau 23 : Caractéristiques d'interprétation pour les autres établissements

| | |
|----------|---|
| Couleur | Noir/blanc/gris |
| Forme | Formes géométriques, clairement définis |
| Taille | |
| Texture | Hétérogène |
| Contexte | Infrastructure qui prennent le dessus sur les surfaces naturelles - souvent il est possible de voir le développement durant la période 2005-2023. |

La qualité de l'image (résolution spatiale et la saison) influence sensiblement l'interprétation des objets dans un milieu complexe (Figure 23).



Figure 30 : Autres établissements vus dans les images satellitaires

- *Autres terres*

Définition : Comprend toutes les superficies sans présence de biomasse qui ne sont pas inclus dans les catégories précédentes. Notamment les tannes, les dunes, les pistes sablonneuses, les terres rocheuses.

Tableau 24 : Caractéristiques d'interprétation pour les autres terres

| | |
|----------|--|
| Couleur | Blanc brillant |
| Forme | |
| Taille | |
| Texture | |
| Contexte | <p>Tannes se trouvent entourées de mangrove, ce sont les zones de sable sans couverture végétale qui ressorte de l'eau (voir exemple dans Mangrove)</p> <p>Les dunes se trouvent sur la côte et au nord du pays, il y a parfois quelques patchs au milieu du sable de végétation mais ne permet pas d'atteindre la définition de forêt</p> |

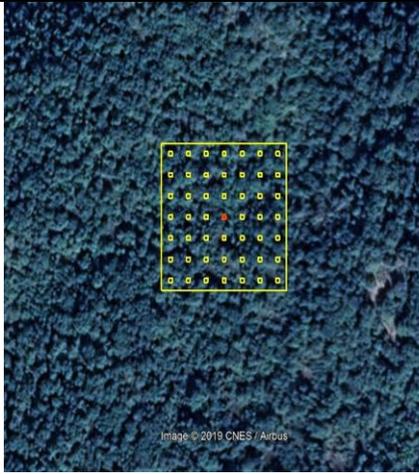
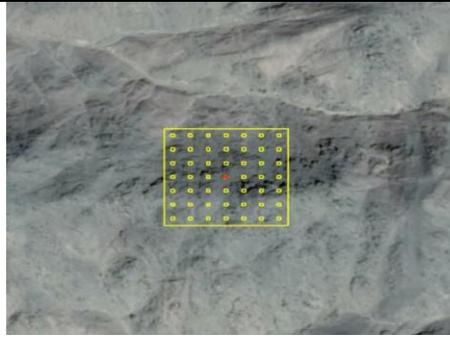


Image © 2019 CNES / Airbus

Homogène

Dans une placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme une seule utilisation du sol.

Dans l'exemple, 100% de la parcelle est constituée de **Terres forestières**.



Homogène

Dans une placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme une seule utilisation du sol.

Dans l'exemple, 100% de la parcelle est constituée de **Autres Terres**

- Pas de végétation
- Pierre/Roche



Image © 2019 DigitalGlobe

Homogène

Dans une placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme une seule utilisation du sol.

Dans l'exemple, 100% de la parcelle est constituée de **Terres Forestières**



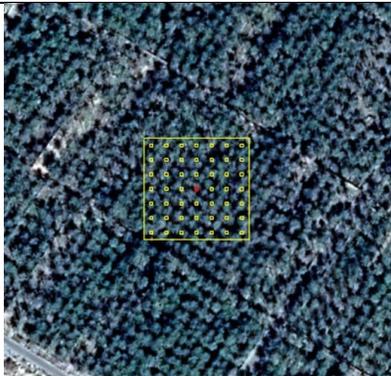
Homogène

Dans une placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme une seule utilisation du sol.

Dans l'exemple, 100% de la parcelle est constituée de **Etablissements**

- 45-49 Points (90-100%) Infrastructure.

Le 2% de la masse d'eau (zone humide) en haut à droite est négligeable



Homogène

Dans une placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme une seule utilisation du sol.

Dans cette placette, tous les palmiers sont des plantes (culture) pour la production de dattes, donc ils font partie des **Terres Agricoles**.



Homogène

Dans une placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme une seule utilisation du sol.

Dans cette placette, les arbres font partie d'un parc urbain, il en découle que l'utilisation des terres est 100% **Etablissements**.

Veillez noter que dans l'onglet Description (contenant les éléments de la couverture du sol) il faudra indiquer le point de contrôle sur les **Arbres hors forêt**



Homogène

Dans cette placette homogène, toute la surface de la placette (100% ou 45-49 points) sera marquée comme Autres Terres.

NB La mer/océan ne compte pas comme utilisation des terres pour les placettes sur la plage.

Dans l'onglet Description, vous pouvez spécifier le % relatif des corps d'eau, mais dans l'utilisation des terres la placette est 100% **Autre Terres**

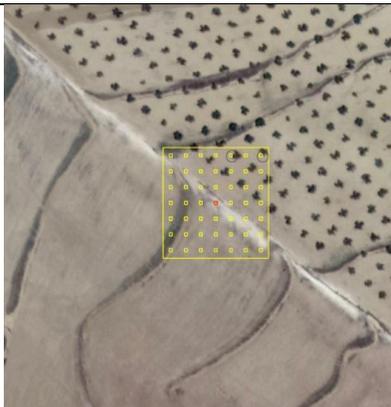


Homogène

Dans cette placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme Terres Forestières

La placette est homogène au niveau de l'utilisation des terres (Forêts), elle a deux subdivision distinctes : foret naturelle et foret plantée.

Dans l'onglet Description, tous les arbres doivent être considérés dans la couverture des arbres forestiers.



Homogène

Dans cette placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme Terres cultivées.

La parcelle est homogène au niveau de l'utilisation des terres (terres cultivées). Il comporte deux subdivisions distinctes (verger et culture annuelle).

Dans l'onglet Description, vous ajouterez le% de cultures (100%) et le % d'arbres hors forêt (4%)



Homogène

Dans cette placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme **Etablissements**.

Dans l'onglet relatif a la couverture des éléments, vous pouvez ajouter % de l'herbe, des arbres hors forêt, etc. mais dans l'utilisation des terres, la catégorie est de 100% Etablissements

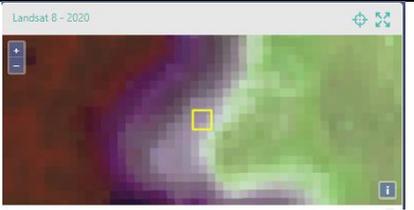
| Terrain | Très Haute résolution spatiale | Sentinel2/Planet NICFI | Landsat |
|---------|---|--|---|
| |  |  |  |

Figure 31 : Autres terres vues dans les images satellitaires

- Exemples d'interprétation

Changement d'affectation

Forêt naturelle convertie en terre cultivée

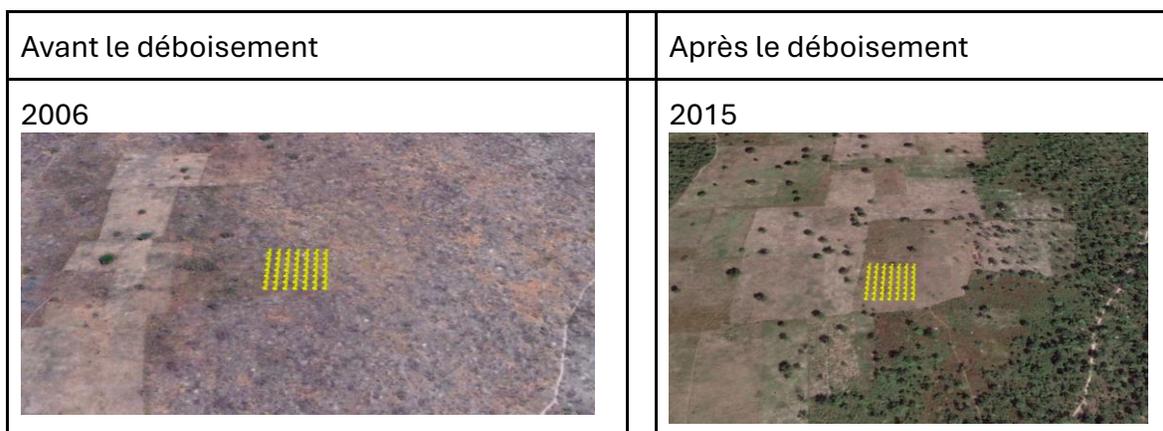


Figure 32 : Exemple d'interprétation-forêt naturelle convertie à terre cultivée

Forêt naturelle convertie à autre terre

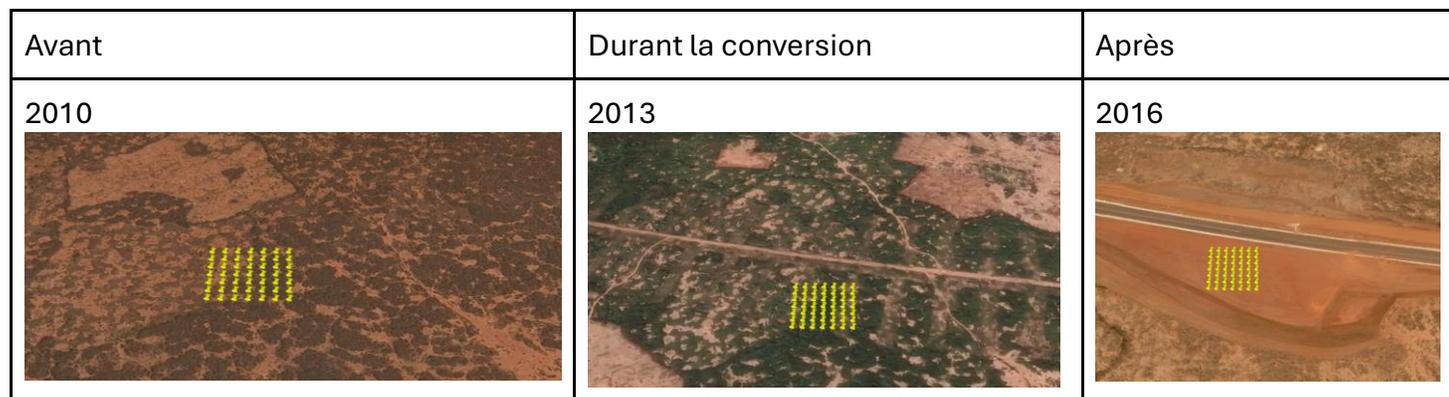
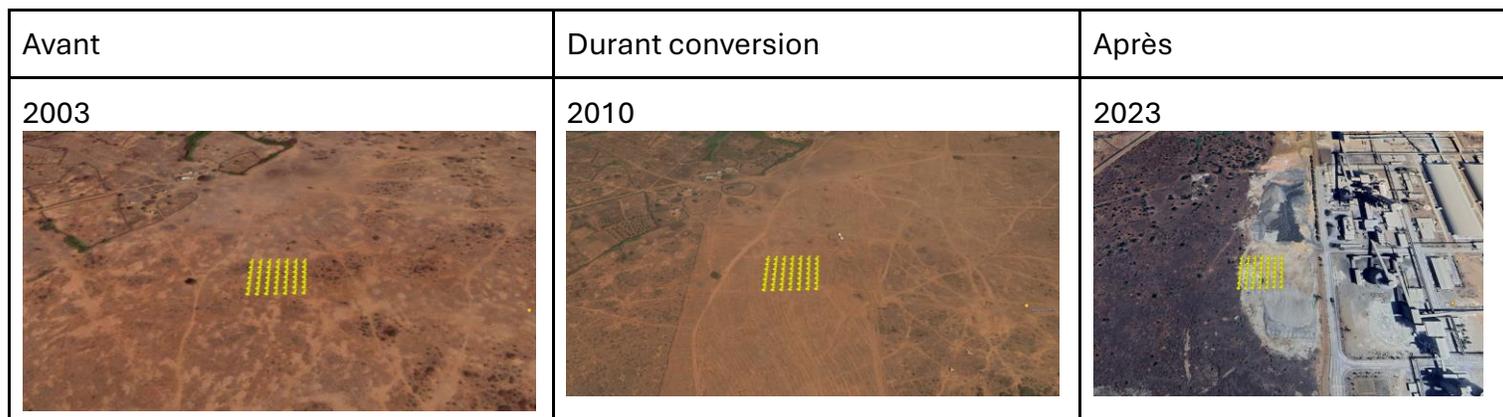


Figure 33 : Exemple d'interprétation-forêt naturelle convertie à autre terre

Prairie convertie en établissement



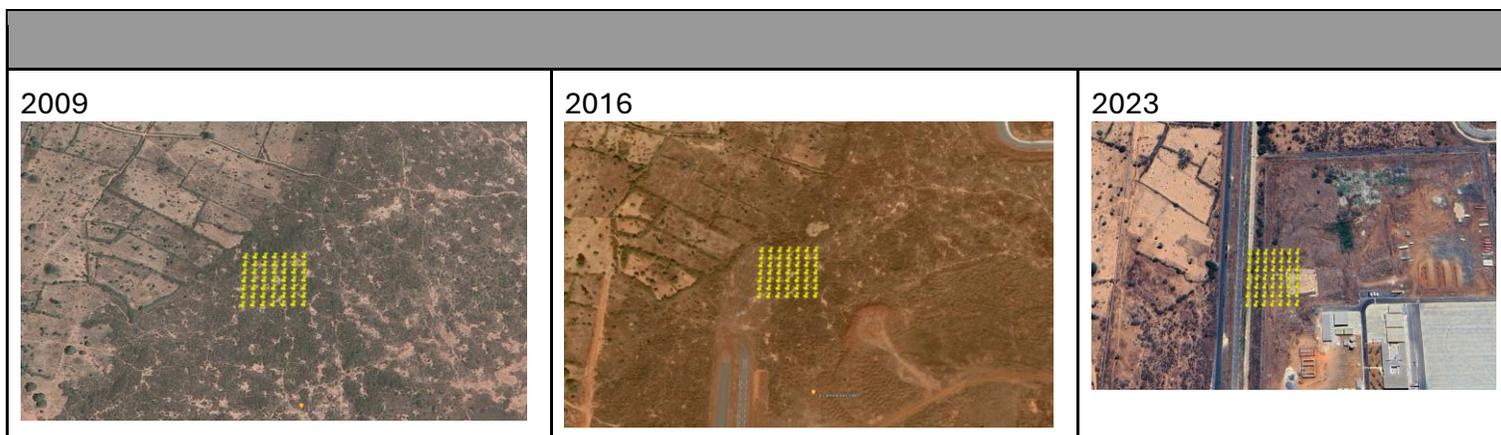


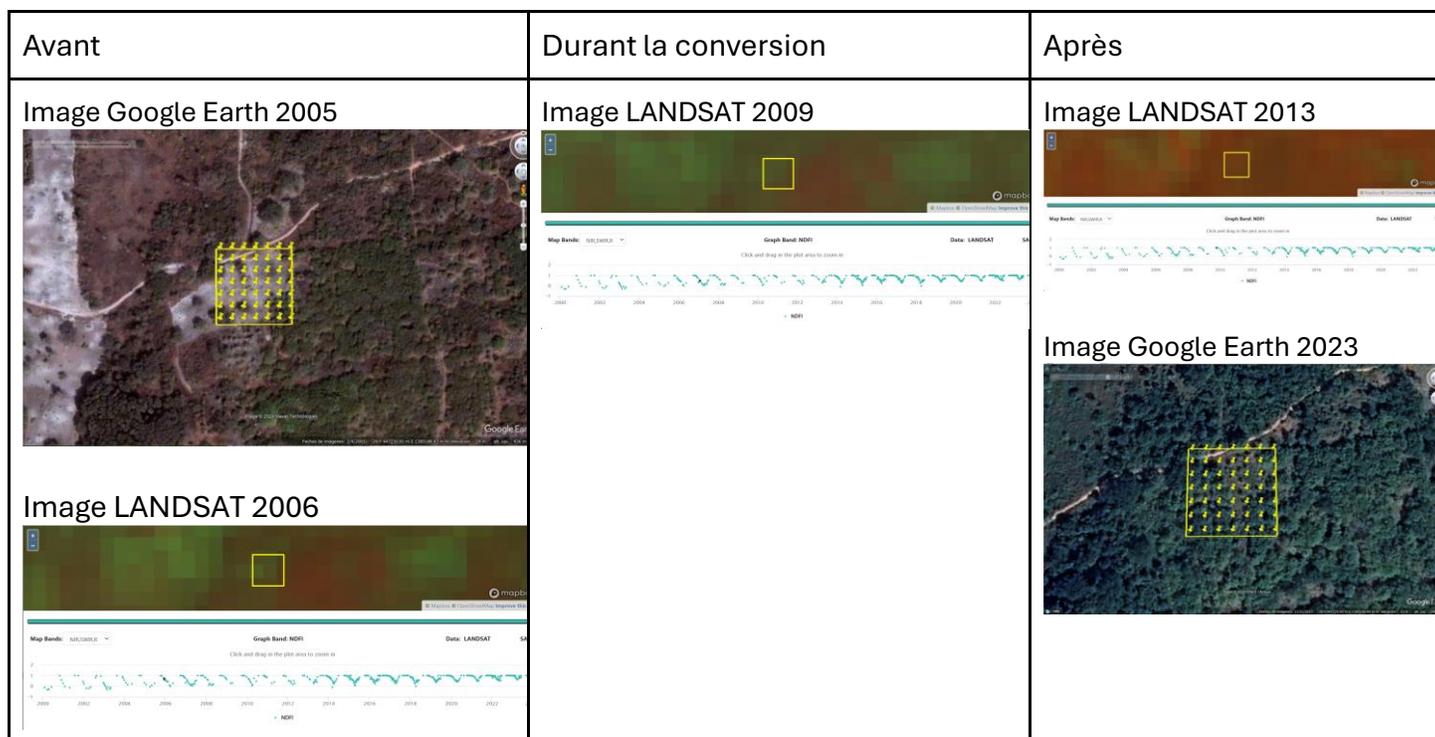
Figure 34 : Exemple d'interprétation-prairie convertie en établissement

Terres cultivées converties à Terres forestières

Terres cultivées converties à Forêts naturelles

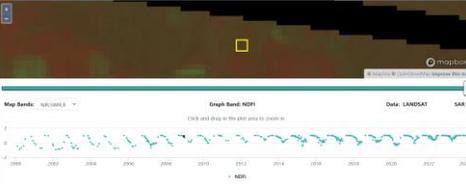
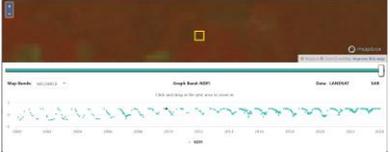
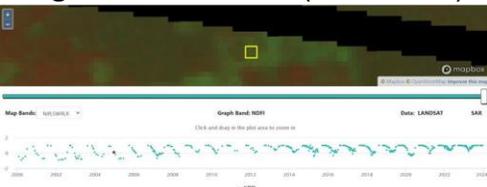
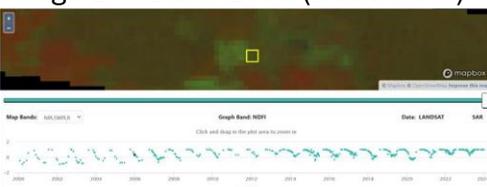
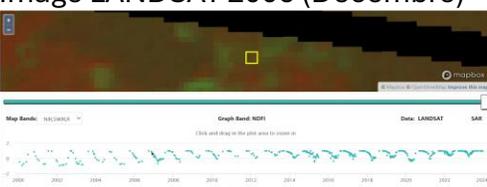
Exemple 1 : Parcelle SEN_3599

Durée de récupération : 2005 à 2009 = 5 ans



Exemple 2 : Parcelle SEN_2442

Durée de récupération : 2004-2008 = 4 ans

| Avant | Durant la conversion | Après |
|--|--|--|
| <p>Image Google Earth 2004</p>  | <p>Image LANDSAT 2008</p>  | <p>Image LANDSAT 2009</p>  |
| <p>Image LANDSAT 2004 (Décembre)</p>  | | <p>Image Google Earth 2011</p>  |
| <p>Image LANDSAT 2005 (Décembre)</p>  | | |
| <p>Image LANDSAT 2006 (Décembre)</p>  | | |

Exemple 3 : Parcelle SEN_7943

Durée de récupération : 2016-2021 = 4 ans

| Avant | Durant la conversion | Après |
|--|----------------------|--|
| <p>Image Google Earth 2016</p>  | | <p>Image Google Earth 2023</p>  |

Exemple 4 : Parcelle SEN_4190

Durée de récupération : 2002-2007 = 5 ans

| Avant | Durant la conversion | Après |
|--|----------------------|--|
| <p>Image Google Earth 2002</p>  | | <p>Image Google Earth 2008</p>  |

Terres cultivées converties à Plantations

Exemple 5 : Parcelle SEN_2446

Durée de récupération : 2013-2018 = 5 ans

| Avant | Durant la conversion | Après |
|---|--|--------------------|
| <p>Image Google Earth 2004</p>  <p>Image Google Earth 2009</p>  <p>Image Google Earth 2013</p>  | <p>A compléter</p> <p>Il faut vérifier si l'utilisation de départ est une culture pérenne car en observant l'image Google Earth Pro de 2004, on observe un champ dénudé et à partir de 2009 on voit les arbres qui commencent à croître. On dirait que la durée de récupération complète de la forêt est de 5 ans (2013-2018).</p> | <p>A compléter</p> |

Figure 35 : Exemple d'interprétation-terre cultivée convertie a prairie ou forêt

En considérant ces exemples précédents, il est entendu qu'il faut environ 5 ans pour qu'une terre cultivée soit convertie en une forêt naturelle en passant par une jachère.

Formations pédologiques particulière

Dans la partie orientale du pays, les zones de forêts/savanes se voient parsemées de nodules blancs. Ces formations naturelles se forment sur les sols peu profonds et donnent cette

impression tachetée du paysage. Il s'agit de la cuirasse rocheuse qui ressort ne laissant pas la possibilité à la végétation de se développer.

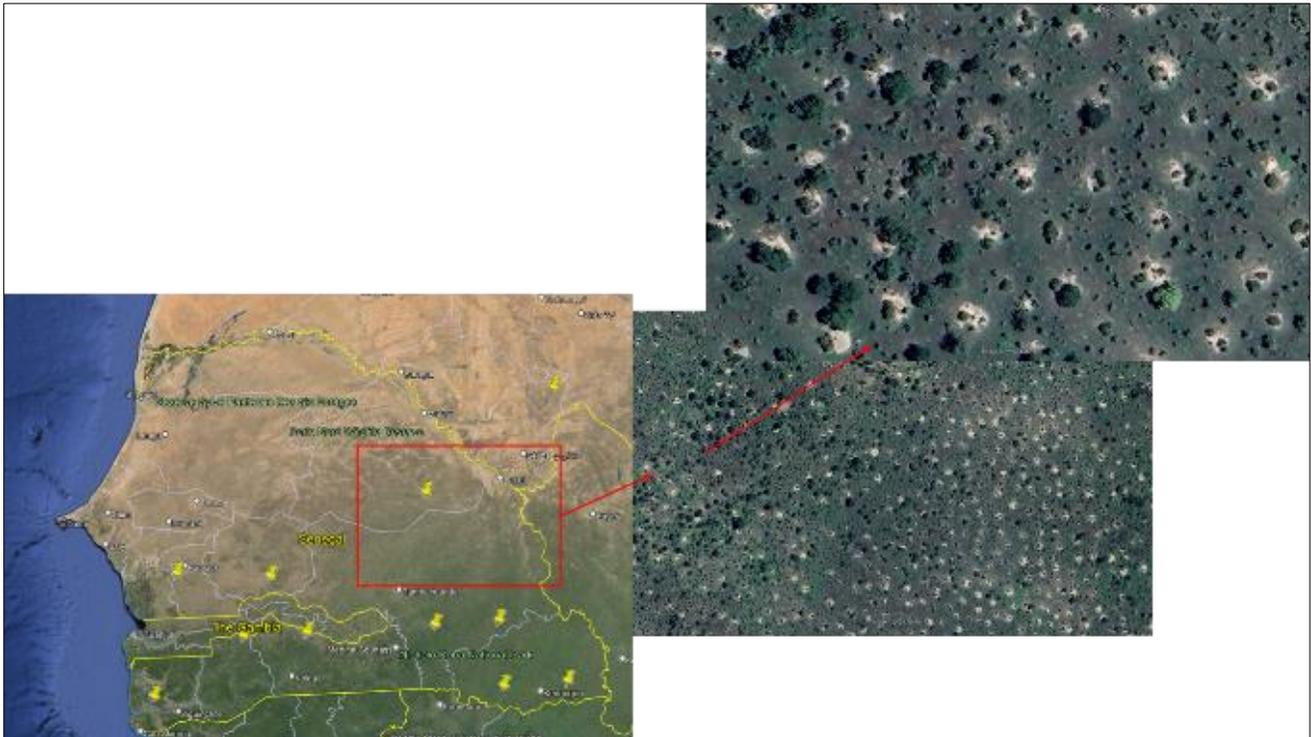


Figure 36 : Formation pédologique particulière

Dynamique des feux de brousse dans les terres forestières

Les incendies de forêt au Sénégal n'entraînent pas toujours une perte permanente de forêt ; leur impact dépend de l'intensité, de la fréquence et du type de forêt.

Résilience aux feux de brousse

- Savane et forêts sèches : Ces écosystèmes ont une certaine résilience aux feux de brousse et peuvent se régénérer si les incendies se produisent à une fréquence modérée. Le feu fait naturellement partie de leurs cycles écologiques et peut même favoriser la croissance d'espèces adaptées au feu. Cependant, les feux de brousse excessifs, en particulier ceux provoqués par l'homme, peuvent entraîner une dégradation des sols et mortalité de la strate arborée. La récupération pourrait s'avérer lente dans cette circonstance.
- Forêts de mangrove : Elles sont moins sujettes aux incendies en raison de leur environnement humide, mais peuvent souffrir indirectement lorsque des incendies à proximité perturbent l'hydrologie ou augmentent la sédimentation. La régénération est possible si les conditions hydrologiques sont rétablies.

Capacité de récupération (reconstitution) des forêts

Certains types de forêts sénégalaises, comme l'acacia et d'autres espèces des zones arides, peuvent germer à partir de porte-greffes après un incendie. Cependant, le taux et le succès de la régénération dépendent des conditions post-incendie, telles que la qualité du sol, les pressions de pâturage et d'autres perturbations (Figure 37).

Exemples de la dynamique des incendies au Sénégal

Exemple 1 : Parcelle SEN_3599

| Avant l'incendie | Durant l'incendie | Après l'incendie (régération) |
|---|--|---|
| Image Google Earth 2013  | Image Google Earth 2016  | Image Google Earth 2018  |

Exemple 2 : Parcelle SEN_1126

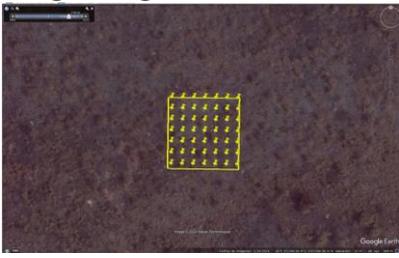
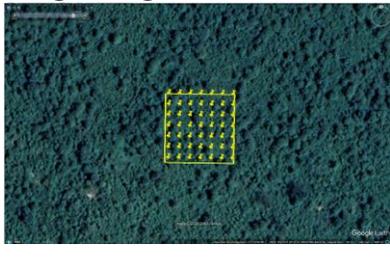
| Avant l'incendie | Durant l'incendie | Après l'incendie (régération) |
|--|---|--|
| Image Google Earth 2016  | Image Google Earth 2017  | Image Google Earth 2018  |

Figure 37 : Exemples de la dynamique des incendies au Sénégal

Dynamique de l'exploitation des forêts au Sénégal

Pour faire face aux besoins de plus en plus croissants des populations en biens et services forestières, l'Etat du Sénégal, à travers la Direction des Eaux et Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols (DEFCCS) et les projets et programmes de développement forestier a assaini la filière de l'exploitation forestière en domiciliant exclusivement l'activité dans les forêts aménagées. Cette stratégie permet, non seulement de mieux contrôler l'exploitation forestière mais, elle garantirait aussi, d'une manière générale, la reconstitution de la ressource prélevée.

Cette tradition est un legs des premiers et grands projets d'aménagement et de gestion durable de forêts qui ont été mis en œuvre depuis la période coloniale. A titre d'exemple, nous pouvons citer les projets d'aménagement de la forêt classée de Bandia en 1954, le Programme national d'aménagement des peuplements de gonakiers longeant la rive gauche du fleuve Sénégal. A ceux-là, s'ajoutent les initiatives autour de l'aménagement des forêts classées situées le long du tracé des rails Dakar-Bamako.

Ces initiatives coloniales ont pour objectif ultime d'assurer l'approvisionnement des populations en combustibles domestiques (bois et charbon de bois); satisfaire les besoins de la métropoles en bois.

Cette stratégie permet d'éviter une dispersion des efforts dans la mise en œuvre de l'exploitation forestière mais elle permet, par ailleurs, d'assurer la reconstitution du couvert dans les régions aux potentiels ligneux relativement satisfaisants (Figure 38).

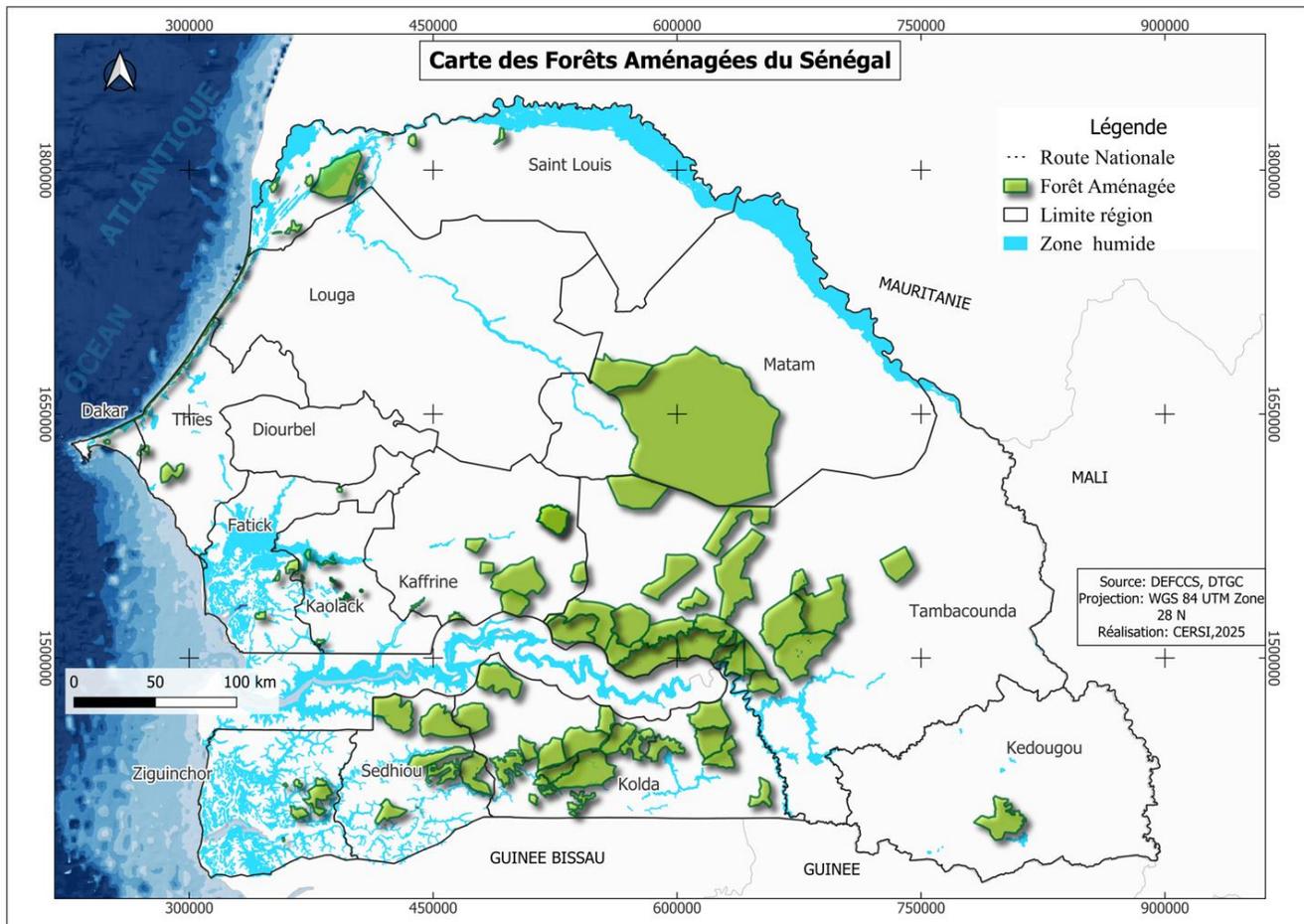


Figure 38 : Carte de situation des forêts aménagées du Sénégal

Aussi, l'exploitation est conduite sous l'angle de répondre à la fois, aux impératifs de lutte contre la pauvreté d'une part, mais aussi, elle essaye de répondre à la question de reconstitution de la ressource afin d'éviter toute dégradation des ressources forestières.

Les statistiques en termes d'aménagement durable des forêts sur, sans être exhaustive, font état de 1 030 264ha de forêts naturelles aménagées. Elles sont réparties entre les forêts classées (26.83%) et (73.17%) en forêts de terroirs (GIZ et DEFCCS, 2022).

L'aménagement est une des stratégies efficaces pour une exploitation durable des ressources forestières à travers une planification qui assure une reconstitution de la ressource. A travers l'exploitation durables des forêts l'approvisionnement des populations en biens et services forestiers est assurée à partir des grands bassins forestiers du pays (Tambacounda, Kolda et Sédhiou).

Toutefois, en l'absence d'une bonne planification et d'une réponse adéquate dans la mise en œuvre de mesures d'atténuation, l'exploitation forestière pourrait être considérée comme un facteur de dégradation des forêts. La combinaison de facteurs dégradant pourrait être une contrainte au processus de reconstitution de la ressource prélevée. Par ailleurs, le phénomène d'exploitation illégales des forêts (charbon de bois, bois d'artisanat et de scierie) et le non-respect des prescriptions techniques des plans d'aménagements compromettent très sérieusement la reconstitution des prélèvements dans les forêts aménagées (figure 39).

| Avant l'exploitation | Durant l'exploitation | Après l'exploitation (régénération) |
|---|--|---|
| <p>Image Google Earth 2017</p>  | <p>Image Google Earth 2020</p>  | <p>Image Google Earth 2023</p>  |

Figure 39 : Exemple de l'exploitation des forêts au Sénégal (Parcelle SEN_8221)

3.6 Organisation de la collecte

3.6.1 Organisation de l'atelier des experts collecteurs

Avant la collecte des données une formation de cinq (5) jours a été dispensée et visait à accroître les connaissances sur l'outil **CfRN LUA App** pour la collecte de données dans le secteur « Forêts et Autres Affectations des terres » (FAT). L'atelier de formation s'est tenu sur la période du 09 au 13 octobre 2023 au Centre forestier de Recyclage à Thiès (Centre FoReT) au Sénégal. Les experts ayant effectivement pris part (annexe ...), au nombre de 25 pour la session de formation, ont été choisis de telle sorte à impliquer les principales parties prenantes à la gestion des forêts, de la biodiversité et des terres. Le tableau montre la liste des experts du pays qui ont pris part à la formation.

3.6.1.1 Rôles et tâches

Les experts nationaux qui ont acquis une bonne maîtrise de l'outil *CfRN* LUA App au cours de l'atelier de renforcement des capacités du 09-13 octobre 2023 ont participé aux activités de collecte de données (annexe 8).

Les experts de la *CfRN* ont assuré la coordination de toutes les activités et se sont occupés du contrôle qualité et de l'assurance qualité des données collectées.

3.6.1.2 Durée de la collecte de données

La collecte des données a été organisée en deux sessions au Centre FoReT suivant le calendrier ci-après :

- session 1 (5 jours du 11 au 15 mars 2024)
- session 2 (5 jours du 15 au 19 avril 2024).

Néanmoins, la collecte des données s'est poursuivie pendant la période qui s'est écoulée entre les deux phases de collecte.

Au cours de la première session les activités de la collecte ont été supervisées par les experts de la Coalition for Rainforest Nations (*CfRN*). Le chronogramme et l'agenda détaillés sont présentés à l'annexe

Pour la seconde session, elle a été financée par le Projet DIAPOL de la coopération allemande (GIZ). En l'absence des experts de la *CfRN*, la supervision technique a été faite en ligne. Cette seconde session s'inscrit dans la continuité des travaux entamés au cours du premier atelier afin de parachever l'analyse complète de l'ensemble des 12 278 placettes de la grille nationale.

3.6.2 Collecte de données sur un projet

3.6.2.1 Identification de la parcelle échantillon et ses informations

Dès la page d'accueil (Home), vous pouvez commencer à collecter des données.

- Les épinglets disséminés sur la carte montrent les projets ouverts et leur localisation

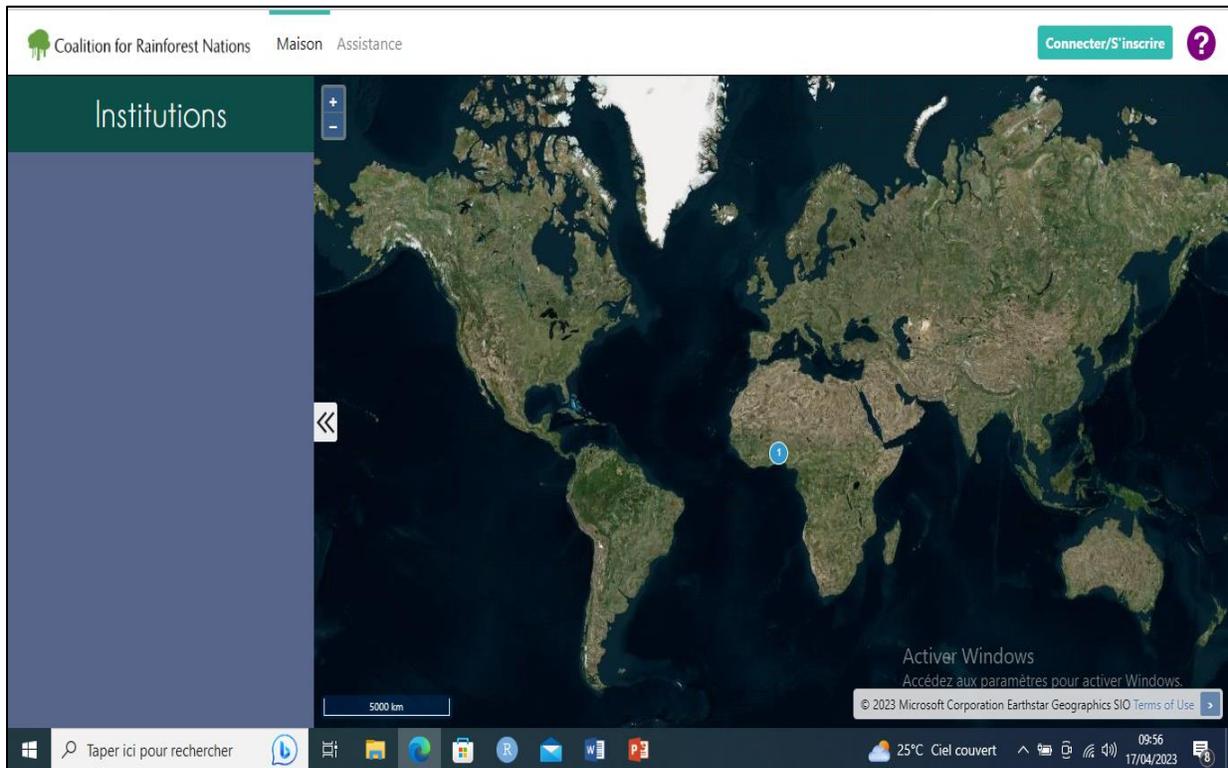
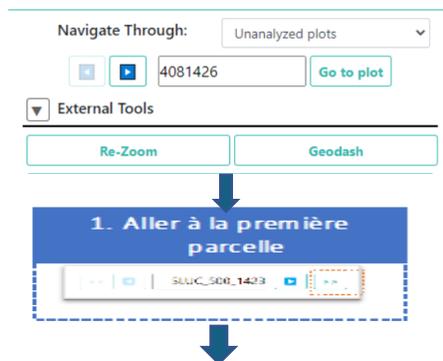


Figure 40 : Indicateur des projets ouverts sur LUA App et leur localisation

- Choisissez le projet en cliquant sur l'une des épingles. Ensuite, dans le menu « Maison » (Information relative au projet), cliquez sur le nom du projet qui s'affiche dans la fenêtre.
- En dessous de ce menu déroulant se trouve le numéro identifiant de la parcelle (plot ID number).
- Le menu de navigation contient des boutons bleus pour avancer et reculer, qui permettent de naviguer entre les différentes parcelles, et une case de texte vous permettant de vous rendre directement sur une parcelle spécifique en saisissant le numéro identifiant la parcelle puis en cliquant sur [Go to plot].



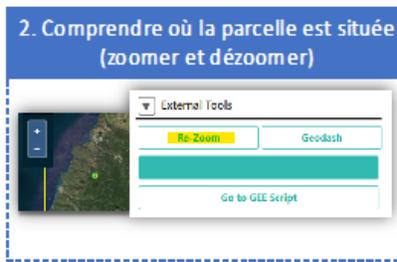


Figure 41 : Boutons de navigation sur LUA App

- Cliquez sur [Re-Zoom] pour vous recentrer sur votre parcelle de travail.
- Dézoomer pour comprendre où vous êtes.
- Cliquez sur [GeoDash] pour ouvrir le panel Geo-Dash, qui contient des informations supplémentaires concernant la parcelle. Sur GEO-DASH : observez s'il y a des changements entre les différents Landsat, aidez-vous de widget « dégradation » pour voir où des pertes de végétation ont lieu. Lisez le widget MODIS pour voir s'il y a eu des feux sur la période. Trouver l'année/mois exacte de l'occurrence du feu et la charger sur Google Earth, GEE et Planet si après 2015.
- Vous pouvez cliquer sur [Download Plot KML] (Exporter KML de la parcelle) pour télécharger le fichier KML correspondant à votre parcelle de travail. Ceci vous permet de transférer l'information relative à la parcelle vers un autre logiciel, comme Google Earth, par exemple. Plus important : la fonction KML permet à l'utilisateur de définir les coordonnées (latitude et longitude) de chacun des points qui l'intéressent.

3.6.2.2 *Identification de l'utilisation de la parcelle-échantillon au cours de la dernière année*

- Chaque projet a son propre ensemble de questions de sondage numérotées.
- Avec le menu déroulant [Imagery Options], vous pouvez modifier l'image de fond en choisissant parmi plusieurs bibliothèques d'images dans une liste déroulante. Voir des images différentes d'une même parcelle peut être utile pour comparer des points dans le temps et/ou lorsqu'une source d'images n'offre pas un niveau de détail suffisant pour répondre aux questions de sondage (Survey Questions). Certaines options d'imagerie font mention des noms des villes, des villages, etc.
- Ajuster la date en utilisant Google Earth et Planet NICFI
- Sur Google Earth, jouez avec l'horloge et revenez dans le temps pour voir l'évolution du point. Si vous avez détecté un changement sur GEO-DASH essayez de retrouver l'image juste avant et juste après les changements pour voir ce qu'il se passe.
- Sur GEE, observez le NDVI et sélectionnez les années pour lesquelles vous observez une diminution/augmentation de la valeur par rapport à la moyenne.

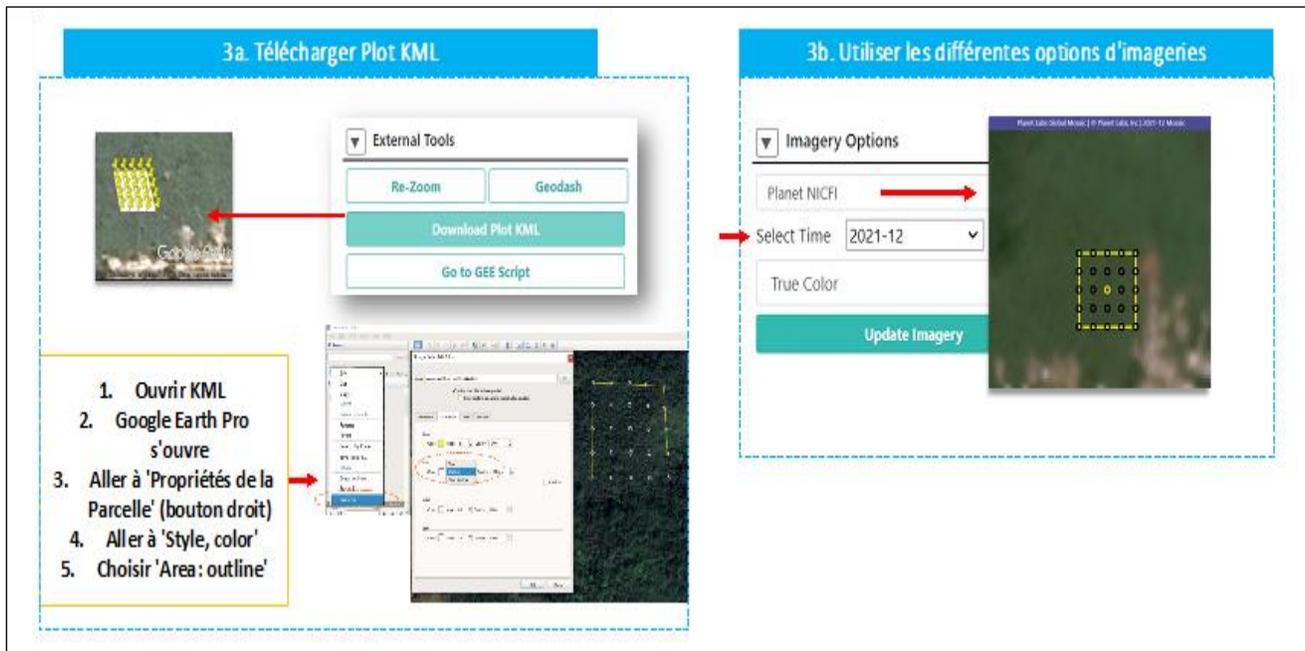


Figure 42 : Plot KML et autres options d'imagerie sur LUA App

3.7. Analyse des parcelles

3.7.1 Analyse des parcelles (Superficies)

L'estimation des superficies a été effectuée conformément à l'approche numéro 3 : Données de conversions d'affectation des terres spatialement explicites telle que décrite dans le chapitre 3 Volume 4 des lignes directrices 2006 du GIEC. La collecte de données s'est basée sur 12,278 parcelles. Les détails sont décrits dans la section sur le dispositif expérimental (voir 3.5. 1 Dispositif expérimental).

Le facteur d'expansion, c'est-à-dire le facteur qui donne la représentation de chaque parcelle d'échantillonnage par rapport à la superficie nationale, est obtenu en divisant la superficie nationale (S) par le nombre total de point constituant le dispositif expérimental (n).

$$\text{Facteur d'expansion} = \frac{S}{n}$$

La proportion de chaque catégorie d'affectation (p_i) est obtenue en divisant le nombre de points situés dans la catégorie donnée (n_i), par le nombre total de points disponibles pour la collecte (n).

$$p_i = \frac{n_i}{n}$$

La superficie correspondant à chaque catégorie d'affectation est calculée en multipliant la proportion de chaque catégorie par la superficie totale.

$$S_i = S \times p_i$$

La même superficie peut être déterminée en multipliant le facteur d'expansion par le nombre de points correspondant à la catégorie d'affectation.

$$S_i = \text{Facteur d'expansion} \times n_i$$

L'intervalle de confiance est dérivé du calcul de l'erreur type d'estimation de superficie (décrite en annexe 3.A.3.5 du volume 4 – AFAT) obtenue par l'équation suivante :

$$SD_i = S \times \sqrt{\frac{p_i(1-p_i)}{n-1}}$$

L'intervalle de confiance de 95% est obtenu en multipliant l'erreur type par le quantile lié au niveau de confiance, soit 1.96 pour un niveau de confiance de 95%.

| <i>Superficie nationale</i> | 19,672,200 | |
|--|----------------------------|-------------------|
| <i>Nombre de parcelles</i> | 12,278 | |
| <i>Facteur d'expansion</i> | 1,602.23 | |
| Code | Nombre de parcelles | Superficie |
| F/FNAT/ | 2865 | 4,590,394 |
| P/P/ | 2567 | 4,112,929 |
| TC/ACUA/ | 1950 | 3,124,352 |
| TH/TH/ | 290 | 464,647 |
| F/FNAT/Feu_2011 | 139 | 222,710 |
| E/EHAB/ | 121 | 193,870 |
| F/FMAN/ | 115 | 184,257 |
| F/FNAT/Feu_2013 | 100 | 160,223 |
| F/FNAT/Feu_2017 | 95 | 152,212 |
| TC/TCPE/ | 93 | 149,008 |
| F/FNAT/Feu_2023 | 89 | 142,599 |
| TC/RIZ/ | 87 | 139,394 |
| F/FNAT/Feu_2005 | 83 | 132,985 |
| F/FNAT/Feu_2009 | 78 | 124,974 |
| F/FNAT/Feu_2021 | 72 | 115,361 |
| F/FNAT/Feu_2015 | 71 | 113,758 |
| AT/AT/ | 66 | 105,747 |
| F/FNAT/Feu_2005,Feu_2007,Feu_2009,Feu_2011,Feu_2013,Feu_2015,Feu_2017,Feu_2019,Feu_2021,Feu_2023 | 65 | 104,145 |
| F/FNAT/Feu_2007 | 60 | 96,134 |
| F/FNAT/Feu_2019 | 45 | 72,100 |
| TC/ACUA/Feu_2007 | 33 | 52,874 |
| TC/ACUA/Feu_2011 | 31 | 49,669 |
| P/P/Feu_2011 | 25 | 40,056 |
| F/FNAT/Feu_2005,Feu_2011 | 24 | 38,454 |
| P/P/Feu_2007 | 23 | 36,851 |
| P/P/Feu_2009 | 23 | 36,851 |
| P/P/Feu_2023 | 23 | 36,851 |
| P/P/Feu_2013 | 22 | 35,249 |
| P/P/Feu_2015 | 21 | 33,647 |
| P/P/Feu_2005 | 20 | 32,045 |
| TC/ACUA/Feu_2005 | 20 | 32,045 |
| F/FNAT/Feu_2005,Feu_2007,Feu_2009,Feu_2011,Feu_2013,Feu_2017,Feu_2019,Feu_2021,Feu_2023 | 19 | 30,442 |
| TC/ACUA/Feu_2013 | 19 | 30,442 |
| E/EAUT/ | 17 | 27,238 |
| F/FNAT/Feu_2005,Feu_2013 | 17 | 27,238 |
| F/FNAT/Feu_2007,Feu_2009,Feu_2011,Feu_2013,Feu_2015,Feu_2017,Feu_2019,Feu_2021,Feu_2023 | 17 | 27,238 |
| F/FNAT/Feu_2011,Feu_2017 | 17 | 27,238 |
| P/P/Feu_2021 | 16 | 25,636 |
| TC/ACUA/Feu_2009 | 16 | 25,636 |

3.7.2 *Contrôle de qualité et estimation des incertitudes*

3.7.2.1 *Contrôle de qualité*

Le contrôle de qualité a été effectué en deux phases

- Phase 1 : contrôle de qualité pendant la collecte des données
- Phase 2 : contrôle de qualité après la collecte des données

Durant la période de collecte, le contrôle de qualité s'est réalisé chaque jour/semaine. Les experts de la CfRN ont vérifié une portion de toutes les parcelles collectées par les experts nationaux (voir le tableau 25 ci-dessous). La vérification consiste dans les éléments suivants :

- La classification est logique par rapport à la localisation de la placette dans le pays ;
- La classification applique la hiérarchie correctement ;
- L'année du changement d'affectation observé est correcte ;
- La perturbation observée est possible sur l'affectation identifiée (ex : feux indiqués dans les zone humides), l'année indiquée est correcte, la proportion affectée est indiquée correctement ;

Les parcelles qui ne remplissaient pas les critères précédents ont été notifiées aux experts nationaux pour vérification et ajustement.

Le tableau suivant indique la synthèse du processus de contrôle de qualité qui a été effectué pendant la période de collecte des données.

Tableau 25 : Contrôle de qualité pendant la collecte de données

| Date de collecte | Nombre de parcelles collectées | Nombre de parcelles vérifiées | %Nombre de parcelles vérifiées | Nombre d'erreurs | % d'erreurs | Nombre de parcelles corrigées | % Parcelles corrigées |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------|-------------------------------|-----------------------|
| 12.03.2024 | 824 | 55 | 7% | 13 | 24% | 13 | 100% |
| 13.03.2024 | 1078 | 68 | 6% | 20 | 29% | 20 | 100% |
| 14.03.2024 | 1431 | 86 | 6% | 22 | 26% | 22 | 100% |
| 15.03.2024 | 734 | 65 | 9% | 23 | 35% | 23 | 100% |
| 18-24.03.2024 | 493 | 99 | 20% | 40 | 40% | 40 | 100% |
| 25-31.03.2025 | 369 | 72 | 20% | 21 | 29% | 21 | 100% |
| 01-07.04.2026 | 340 | 72 | 21% | 23 | 32% | 23 | 100% |
| 08-14.04.2027 | 326 | 73 | 22% | 26 | 36% | 26 | 100% |
| 15.04.2024 | 767 | 75 | 10% | 18 | 24% | 18 | 100% |
| 16.04.2024 | 1559 | 79 | 5% | 19 | 24% | 19 | 100% |
| 17.04.2024 | 1837 | 67 | 4% | 14 | 21% | 14 | 100% |
| 18.04.2024 | 2053 | 40 | 2% | 9 | 23% | 9 | 100% |
| 19.04.2024 | 528 | 52 | 10% | 10 | 19% | 10 | 100% |
| | | 903 | | 258 | 29% | 258 | 100% |

Après la collecte des données, la CfRN a fait un contrôle de qualité total sur 10% de toutes les parcelles. Le pourcentage de parcelles concordantes entre la vérification du CfRN et l'analyse des

experts nationaux constitue le niveau de confiance. La contre-proportion est appelée erreur d'interprétation et constituera l'incertitude basée sur l'erreur systématique des données d'activité.

Le tableau suivant indique le nombre de parcelles (par projet) sur lesquelles la CfRN a effectué le contrôle de qualité.

Tableau 26 : Contrôle de qualité après la collecte de données

| Projet | Nombre de parcelles | Nombre de parcelles pour le CQ |
|---------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Salif | 512 | 51 |
| Sakoura | 512 | 51 |
| Djibril | 512 | 51 |
| Malick | 512 | 51 |
| Ndeye Mareme Sene | 512 | 51 |
| Mariama | 512 | 51 |
| Pape Ibrahima | 512 | 51 |
| Babacar | 511 | 51 |
| Medare | 512 | 51 |
| Mamadou Kora | 512 | 51 |
| Ousmane | 510 | 51 |
| Cheikh Mame Mor / Mamadou Wellé | 512 | 51 |
| Bineta | 513 | 51 |
| Abdou | 511 | 51 |
| Mamadou Ndour | 511 | 51 |
| Mady Racine | 512 | 51 |
| Basile | 512 | 51 |
| Moussa | 511 | 51 |
| Ndeye Kany | 511 | 51 |
| Colonel Modou Moustapha | 511 | 51 |
| Pape Oumar | 512 | 51 |
| Madicke | 511 | 51 |
| Marietou | 511 | 51 |
| Dado | 511 | 51 |
| | 12278 | 1224 |

3.7.2.2. Estimation des incertitudes

Sur les 1224 parcelles qui ont été soumises au processus de contrôle de qualité, après les deux phases de collecte de données, l'interprétation des experts du Sénégal et la vérification des experts de la CfRN coïncident à 92.2%, c'est-à-dire que l'erreur d'interprétation totale correspondante est de 7.8%.

Le tableau suivant montre la désagrégation du processus de contrôle de qualité par catégorie d'affectation des terres (Tableau 27).

Tableau 27 : Erreur d'interprétation (incertitude basée sur l'erreur systématique)

| | <i>Coïncidence Interprétation- Vérification</i> | <i>Pas de coïncidence Interprétation- Vérification</i> | <i>Nombre de parcelles soumises au CQ</i> | <i>Erreur d'interprétation</i> | <i>Précision</i> |
|--|---|--|---|------------------------------------|------------------|
| <i>Forets_naturellement_regenerées</i> | 528 | 32 | 560 | 5.7% | 94.3% |
| <i>Plantations forestières</i> | 0 | 0 | 0 | | 100.0% |
| <i>Mangroves</i> | 7 | 1 | 8 | 12.5% | 87.5% |
| <i>Riziculture</i> | 13 | 1 | 14 | 7.1% | 92.9% |
| <i>Autres_cultures_annuelles</i> | 239 | 22 | 261 | 8.4% | 91.6% |
| <i>Cultures_perennes</i> | 12 | 2 | 14 | 14.3% | 85.7% |
| <i>Prairies</i> | 273 | 29 | 302 | 9.6% | 90.4% |
| <i>Terres_Humides</i> | 28 | 4 | 32 | 12.5% | 87.5% |
| <i>Habitations</i> | 18 | 1 | 19 | 5.3% | 94.7% |
| <i>Autres_etablissements_</i> | 2 | 0 | 2 | 0.0% | 100.0% |
| <i>Autres_Terres</i> | 8 | 4 | 12 | 33.3% | 66.7% |
| | 1,128 | 96 | 1,224 | 7.8% | 92.2% |

3.8. Estimation des facteurs d'émission et d'absorption

Les facteurs d'émission sont des coefficients qui quantifient les émissions ou les absorptions par activité unitaire. Pour l'estimation des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre, le Sénégal a suivi les lignes directrices du GIEC de 2006 et de 2019 affinées.

3.8.1 Variations annuelles des Stocks de carbone pour la totalité du secteur

Les variations annuelles des stocks de carbone pour la totalité du secteur AFAT (AFOLU pour son sigle en Anglais) sont données par la somme des variations dans toutes les catégories

d'affectation des terres (équation 2.2, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006) :

$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL},$$

Où : ΔC = Variations des stocks de carbone, $AFOLU$ = Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, FL = Terres forestières, CL = Terres cultivées, GL = Prairies, WL = Terres humides, SL = Etablissements, OL = Autres terres.

2.8.2 Variations annuelles des Stocks de carbone pour une catégorie d'affectation des terres

Les variations annuelles des stocks de carbone pour une catégorie d'affectation des terres en tant que somme des variations dans chaque strate de la catégorie, sont données par l'équation 2.2, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$\Delta C_{AfT} = \sum_i \Delta C_{AfT_i},$$

Où : ΔC_{AfT} = Variations des stocks de carbone pour une affectation des terres (AfT) telle que définie par l'équation 2.1., i indique une strate, c'est-à-dire une catégorie nationale. Les classes nationales pour les six catégories du GIEC sont décrites dans la section 2.4.2.2.

2.8.3 Variations annuelles des Stocks de carbone pour une strate de catégorie d'affectation des terres

Les variations annuelles des stocks de carbone pour une strate de catégorie d'affectation des terres en tant que somme des variations dans tous les pools, sont données par l'équation 2.3, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$\Delta C_{LU_i} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{HWP},$$

Où : ΔC_{LU_i} = Variations des stocks de carbone pour une strate de catégorie d'affectation des terres, AB = Biomasse aérienne, BB = Biomasse souterraine, DW = Bois mort, LI = Litière, SO = Sols et HWP = Produits ligneux récoltés. Faute d'information sur les produits ligneux au Sénégal, le terme ΔC_{HWP} n'est pas pris en compte dans les estimations.

3.7.1. Variations annuelles des Stocks de carbone pour un pool particulier

Les variations annuelles des stocks de carbone organique pour un pool particulier, calculées par la méthode gains-pertes, sont données par l'équation 2.4, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L,$$

Où :

ΔC = Variations annuelles des stocks de carbone dans le pool,

ΔC_G = Gains annuels de carbone,

ΔC_L = Pertes annuelles de carbone. Les trois quantités sont exprimées en tonnes de carbone par an.

2.8.4 Variations annuelles des Stocks de carbone de la biomasse des terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres (méthode gains-pertes)

Les variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres, calculées par la méthode gains-pertes, sont données par l'équation 2.7, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_P,$$

Où :

ΔC_B = Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse, calculées comme somme des termes représentant la biomasse aérienne et souterraine dans l'équation 2.3 (voir la section 2.8.1.3) pour chaque sous-catégorie de terres,

ΔC_G = Augmentation annuelle des stocks de carbone due aux gains de biomasse pour chaque sous-catégorie de terres,

ΔC_P = Diminutions annuelles des stocks de carbone due aux gains de biomasse pour chaque sous-catégorie de terres. Les trois quantités sont estimées en prenant en compte la totalité de la superficie, et sont exprimées en tonnes de carbone par an.

- *Variations annuelles des Stocks de carbone de la biomasse des terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres (méthode de différence de stocks)*

Les variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres, calculées par la méthode de différence de stocks, sont données par l'équation 2.8, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$\Delta C_B = \frac{C_{t_2} - C_{t_1}}{t_2 - t_1},$$

Où :

ΔC_B = Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse, calculées comme somme des termes représentant la biomasse aérienne et souterraine dans l'équation 2.3 pour chaque sous-catégorie de terres,

C_{t_2} = Totalité du carbone de la biomasse pour chaque sous-catégorie de terres au point temporel t_2 , en tonnes

C_{t_1} = Totalité du carbone de la biomasse pour chaque sous-catégorie de terres au point temporel t_1 , en tonnes

- *Augmentation annuelle des Stocks de carbone de la biomasse due à la croissance de la biomasse dans les terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres*

L'augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse est donnée par l'équation 2.9, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} \left(A_{ij} \cdot G_{TOTAL_{i,j}} \cdot CF_{i,j} \right),$$

Où :

ΔC_G = Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse pour les terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres, par type de végétation et zone climatique, exprimée en tonnes de carbone par an,

A = Superficie restant dans la même catégorie d'affectation des terres, en hectare,

G_{TOTAL} = Croissance annuelle moyenne de la biomasse, en tonnes de matière sèche par hectare et par an.

i, j = Zone écologique et domaine climatique, respectivement,

CF = Fraction de carbone de la matière sèche, en tonnes de carbone par tonne de matière sèche.

- *Gains annuels moyens de biomasse*

Les gains annuels moyens de biomasse aérienne et souterraine sont donnés par l'équation 2.10 du volume 4, chapitre 2, lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$G_{TOTAL} = \sum \{G_w \cdot (1 + R)\},$$

Où :

G_{TOTAL} = Croissance annuelle moyenne de biomasse souterraine et aérienne, en tonnes de matière sèche par hectare et par an,

G_w = Croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne pour un type spécifique de végétation ligneuse, en tonnes de matière sèche par hectare et par an,

R = Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne pour un type spécifique de végétation, en tonnes de matière sèche de biomasse souterraine par tonnes de matière sèche de biomasse aérienne.

- *Diminutions annuelles des stocks de carbone dues aux pertes de biomasse dans les terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres*

Les pertes de biomasse annuelles sont représentées par la somme des pertes dues à l'extraction de bois (récolte), l'extraction de bois de chauffage (sans compter le bois de chauffage provenant de débris de bois), et d'autres pertes dues à des perturbations. Les relations entre ces éléments sont données par l'équation 2.11, du volume 4, chapitre 2, des lignes direc

rices du GIEC de 2006 :

$$\Delta C_L = P_{wood-removals} + P_{fuelwood} + P_{disturbance},$$

Où :

ΔC_L = Diminutions annuelles des stocks de carbone dues aux pertes de biomasse dans les terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres, en tonnes de carbone par an,

$P_{wood-removals}$ = Diminutions annuelles de carbone dues à l'extraction de bois, en tonnes de carbone par an,

$P_{fuelwood}$ = Diminutions annuelles de carbone de la biomasse dues à l'extraction de bois de chauffage, en tonnes de carbone par an,

$P_{disturbance}$ = Diminutions annuelles de carbone de la biomasse dues aux perturbations, en tonnes de carbone par an.

Les trois termes à droite de l'équation 2.11 ($P_{wood-removals}$, $P_{fuelwood}$ et $P_{disturbance}$) sont respectivement estimées au moyen des équations 2.12, 2.13 et 2.14, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006.

- *Pertes annuelles de la biomasse dues à l'extraction de bois*

L'équation 2.12, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 permet d'estimer des pertes annuelles de carbone de biomasse dues à l'extraction de bois :

$$P_{wood-removals} = \{H \cdot BCEF_R \cdot (1 + R) \cdot CF\},$$

Où :

$P_{wood-removals}$ = Pertes annuelles de carbone dues à l'extraction de biomasse, en tonnes de carbone par an,

H = Extraction annuelle de bois, bois rond, en m³ par an,

R = Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne pour un type spécifique de végétation, en tonnes de matière sèche de biomasse souterraine par tonnes de matière sèche de biomasse aérienne,

CF = Fraction de carbone de la matière sèche, en tonnes de carbone par tonne de matière sèche,

$BCEF_R$ = Facteur d'expansion et de conversion de la biomasse en volume commercialisable par rapport à l'extraction totale de biomasse (écorce incluse), en tonnes d'extraction de biomasse par m³ d'extraction.

- *Pertes annuelles de la biomasse dues à l'extraction de bois de chauffage*

L'équation 2.13, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 permet d'estimer des pertes annuelles de carbone de biomasse dues à l'extraction de bois de chauffage :

$$P_{fuelwood} = \left[\{FG_{trees} \cdot BCEF_r \cdot (1 + r)\} + FG_{part} \cdot D \right] \cdot CF,$$

Où :

$P_{fuelwood}$ = Pertes annuelles de carbone dues à l'extraction de bois de chauffage, en tonnes de carbone par an,

FG_{trees} = Volume annuel d'extraction de bois de chauffage sur des arbres entiers, en m³ par an,

FG_{parts} = Volume annuel d'extraction de bois de chauffage sur des parties d'arbres, en m³ par an,

R = Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne pour un type spécifique de végétation, en tonnes de matière sèche de biomasse souterraine par tonnes de matière sèche de biomasse aérienne,

CF = Fraction de carbone de la matière sèche, en tonnes de carbone par tonne de matière sèche,

D = Densité ligneuse de base, en tonnes de matière sèche par m³,

$BCEF_R$ = Facteur d'expansion et de conversion de la biomasse en volume commercialisable par rapport à l'extraction totale de biomasse (écorce incluse), en tonnes d'extraction de biomasse par m³ d'extraction.

- *Pertes annuelles de la biomasse dues à des perturbations*

L'équation 2.14, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 permet d'estimer des pertes annuelles de carbone de biomasse dues à l'extraction de bois de chauffage :

$$P_{disturbance} = \{A_{disturbance} \cdot B_W \cdot (1+R) \cdot CF \cdot fd\},$$

Où :

$P_{disturbance}$ = Pertes annuelles de carbone dues à des perturbations, en tonnes de carbone par an,

$A_{disturbance}$ = Superficie affectée par la perturbation, en hectare par an,

B_W = Biomasse aérienne moyenne pour les superficies affectées par la perturbation, en tonnes de matière sèche par hectare,

R = Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne pour un type spécifique de végétation, en tonnes de matière sèche de biomasse souterraine par tonnes de matière sèche de biomasse aérienne,

CF = Fraction de carbone de la matière sèche, en tonnes de carbone par tonne de matière sèche,

fd = Fraction de biomasse perdue en raison de la perturbation.

- *Estimation des émissions de gaz à effet de serre non-CO2*

Les émissions CH₄ et N₂O ont été estimées à l'aide de l'équation 2.27, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$L_{fire} = A \cdot M_B \cdot C_f \cdot G_{ef} \cdot 10^{-3},$$

Où :

L_{fire} = Quantité d'émissions de gaz à effet de serre dues au feu, en tonnes de CH₄ et tonnes de N₂O.

A = Superficie brûlée, en ha

M_B = Masse de combustible disponible à la combustion, en tonnes par hectare. Sont inclus la biomasse, la litière du sol et le bois mort. Pour les méthodes de niveau 1, on suppose que les pools de litière et de bois mort sont nuls, sauf lorsqu'il y a un changement d'affectation des terres

C_f = Facteur de combustion, non dimensionnel

G_{ef} = Facteur d'émissions, en g. kg⁻¹ de matière sèche brûlée

2.8.5 Matière organique morte

L'équation 2.17, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 permet d'estimer les variations annuelles des stocks de carbone de la matière organique morte :

$$\Delta C_{DOM} = \Delta C_{DW} + \Delta C_{LT},$$

Où : ΔC_{DOM} = Variations annuelles des stocks de carbone de la matière organique morte (sont inclus le bois mort et la litière), en tonnes de carbone par an,

ΔC_{DW} = Variations annuelles des stocks de carbone du bois mort, en tonnes de carbone par an,

ΔC_{LT} = Variations annuelles des stocks de carbone de la litière, en tonnes de carbone par an.

Les variations annuelles des stocks de carbone du bois mort en raison de la conversion de l'affectation d

s terres sont estimées à l'aide de l'équation 2.19, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$\Delta C_{DOM} = \frac{(C_n - C_o) \cdot A_{on}}{T_{on}},$$

Où : ΔC_{DOM} = Variations annuelles des stocks de carbone du bois mort /litière, en tonnes de carbone par an,

C_o = Stock de bois mort/litière sous l'ancienne catégorie d'affectation des terres, en tonnes de carbone par an,

C_n = Stock de bois mort/litière sous la nouvelle catégorie d'affectation des terres, en tonnes de carbone par an,

A_{on} = Superficie soumise à la conversion de l'ancienne à la nouvelle catégorie d'affectation des terres, en ha,

T_{on} = Laps de temps de la transition de l'ancienne à la nouvelle catégorie d'affectation des terres, an. La durée de niveau 1 par défaut est de 20 ans pour les augmentations des stocks de carbone, et un an pour les pertes de carbone.

4 PRESENTATION DES RESULTATS

4.1 Outil de calculs

Le tableau 28 présente le contenu de l’outil de calcul.

Tableau 28 : Outil de calculs

| Onglet | Contenu |
|------------------------|--|
| Pools&Gas | Réservoirs et Gaz |
| REDD+ Activites | Activités REDD+ par catégories d'affectation des terres |
| LandRepresentation | Classification de l'utilisation des terres au Sénégal, les définitions pertinentes et les acronymes utilisés. |
| TransitionsMatrix | Transitions possibles et impossibles au sein de diverses catégories d'utilisation des terres |
| Disturbances | Principales perturbations qui affectent les forêts et autres utilisations des terres au Sénégal |
| Hierarchy | Hierarchie utilisée pour classier les parcelles dans leur catégorie d'utilisation |
| AD-Database | Base de données complète des données d'activité extraites de l'application CfRN LUA App. La base de données contenant 12278 parcelles analysées pour la période 2005- 2023 |
| Pivot-AD | Tableau croisé dynamique Superficie par Code (Etiquette) Superficies des Terres forestières perturbées et non perturbées |
| LUC matrices | Matrices annuelles d'utilisation et de changement d'affectation des terres 2005 - 2023 [superficie en Ha] |
| Perturbations | Matrices annuelles par utilisation et de changement d'affectation des terres 2005 - 2023 Dégradation |
| ERF_Values | Valeurs et paramètres utilisés pour mettre en oeuvre les équations du GIEC |
| Gains (Eq. 2.9) | Absorptions- Équation 2.9: Gains dans les réservoirs de carbone AGB+BGB |
| Losses (Eq. 2.11) | Emissions - Equation 2.14 Pertes dans les réservoirs de carbone AGB+BGB |
| Conversions (Eq. 2.15) | Emissions - Equation 2.15 Conversions- Terres forestières > Autres affectations Absorptions - Equation 2.15 Conversions-Autres affectations>Terres forestières |
| RESULTS GHG 2005-2023 | Émissions et absorptions exprimées en tonnes (t) par utilisation des terres et changement d'affectation des terres. Les totaux d'inventaire sont compilés à l'aide du GWP AR5. |

| | |
|---------------------------------|---|
| FREL 2005-2023 | Émissions et absorptions dans les terres forestières restantes, les terres forestières converties à d'autres utilisations des terres, les autres utilisations des terres converties en terres forestières et l'extraction de bois pour la période du niveau de référence forestier (2005-2023) |
| FREL 2005-2023_REPORT | Résumé (Tableau+Graphique) des Émissions et absorptions dans les terres forestières restantes, les terres forestières converties à d'autres utilisations des terres, les autres utilisations des terres converties en terres forestières et l'extraction de bois pour la période du niveau de référence forestier (2005-2023) |
| Annex.AD_QC | Contrôle qualité de la base de données complète des données d'activité extraites de l'application CfRN LUA App. |
| Annex.LU_Zone | Proportion des classes nationales par ZEG, année de référence: 2023 |
| Annex.Bois_Chauffage&Extraction | Statistiques de l'extraction de bois (2012-2023). La série est complétée par interpolation linéaire sur la période 2005-2011 |
| Annex.IFN_2023-2024 | Biomasse par strates_NERF(2023-2024) |
| Annex.IFN_2023-2024_Zone | Biomasse par strates_NERF. Résultats par ZEG (zone éco-géographique). |
| Annex.NFI1vs2 | Biomasse par strates_NERF(2007 & 2024) |
| Annex.Mangrove | Données sur la mangrove dans le delta du Saloum |
| AnnexERF_Values_Zone | Premier exercice sur la compilation des Facteurs d'E/R et autres paramètres |
| Annex.SuperficieBrûlée | Statistiques des feux de brousse sur 20 ans (2004-2023) |
| Annex.SOC | Estimation des SOC_ref à l'aide de la carte du carbone organique du sol de la FAO (GSOCmap) et des données de 12 278 parcelles utilisées lors de la collecte de données sur l'utilisation des sols et les changements d'affectation des terres |
| Annex Tier 1 DOM (Eq. 2.23) | Emissions - Equation 2.23 DOM |
| Annex Tier 1SOC (Eq. 2.25) | Emissions/absorptions Equation 2.25 SOC |
| Annex T1 Non CO2 _N2O(Eq.2.27) | Emissions Equation 2.27 Non-CO2 [N2O] dans les réservoirs de carbone AGB+BGB [DOM] |
| Annex T1 Non CO2 _CH4 (Eq.2.27) | Emissions Equation 2.27 Non-CO2 [CH4] dans les réservoirs de carbone AGB+BGB [DOM] |
| Annex.Earthmap fires | Comparaison des statistiques sur les feux de brousse de Earth Map vs MODIS-CfRN LUA App |
| Annex.Synthese_BoisMort | Statistiques sur le bois mort (2024) |

4.2 Dynamique globale de l'occupation des terres de 2005-2023

En 2023, les terres forestières, les terres pastorales et les terres cultivées constituent respectivement les trois principales classes d'occupation du sol (Tableau 29).

Tableau 29 : Dynamique de l'occupation des sols de 2005 à 2023

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9 275 319 | 9 278 523 | 9288136,8 | 9 294 546 | 9 289 739 | 9 289 739 | 9 284 932 | 9 286 535 | 9 272 114 | 9 267 308 | 9 294 490 | 9 296 092 | 9 241 672 | 9 222 445 | 9 206 423 | 9 196 810 | 9 196 810 | 9 196 810 | 9 196 810 |
| Forêts plantées | 12 818 | 14 420 | 17624,5 | 17 625 | 17 625 | 17 625 | 25 636 | 25 636 | 27 238 | 27 238 | 27 238 | 28 840 | 28 840 | 28 840 | 30 442 | 32 045 | 32 045 | 32 045 | 32 045 |
| Mangroves | 189 063 | 189 063 | 189063,3 | 189 063 | 189 063 | 189 063 | 189 063 | 189 063 | 189 063 | 190 666 | 190 666 | 190 666 | 193 870 | 193 870 | 195 472 | 197 074 | 197 074 | 197 074 | 197 074 |
| Autres cultures annuelles | 3 909 445 | 3 912 650 | 3915854,1 | 3 909 445 | 3 920 661 | 3 922 263 | 3 938 285 | 3 946 297 | 3 971 932 | 3 991 159 | 4 008 784 | 4 016 795 | 4 028 010 | 4 044 033 | 4 064 862 | 4 080 884 | 4 080 884 | 4 080 884 | 4 080 884 |
| Riziculture | 157 019 | 157 019 | 157018,7 | 161 825 | 161 825 | 163 428 | 163 428 | 163 428 | 169 837 | 171 439 | 173 041 | 174 643 | 176 245 | 179 450 | 179 450 | 184 257 | 184 257 | 184 257 | 184 257 |
| Cultures pérennes | 205 086 | 203 483 | 208290,1 | 211 495 | 211 495 | 214 699 | 213 097 | 216 301 | 214 699 | 219 906 | 221 108 | 221 108 | 227 517 | 230 721 | 235 528 | 237 130 | 237 130 | 237 130 | 237 130 |
| Prairies | 5 080 677 | 5 074 268 | 5048631,9 | 5 039 018 | 5 031 007 | 5 022 996 | 5 000 565 | 4 987 747 | 4 963 714 | 4 936 476 | 4 923 658 | 4 907 635 | 4 896 420 | 4 890 011 | 4 865 977 | 4 843 546 | 4 843 546 | 4 843 546 | 4 843 546 |
| Terres Humides | 475 863 | 475 863 | 475862,8 | 475 863 | 475 863 | 475 863 | 474 261 | 475 863 | 475 863 | 477 465 | 477 465 | 477 465 | 475 863 | 474 261 | 469 454 | 467 852 | 467 852 | 467 852 | 467 852 |
| Habitats | 208 290 | 208 290 | 213096,8 | 214 699 | 216 301 | 217 904 | 221 108 | 219 506 | 224 312 | 229 119 | 230 721 | 233 926 | 238 733 | 240 335 | 246 744 | 256 357 | 256 357 | 256 357 | 256 357 |
| Autres établissements | 32 045 | 32 045 | 32044,6 | 32 045 | 32 045 | 32 045 | 35 249 | 35 249 | 36 851 | 38 454 | 40 056 | 41 658 | 44 862 | 48 067 | 56 078 | 56 078 | 56 078 | 56 078 | 56 078 |
| Autres Terres | 126 576 | 126 576 | 126576,3 | 126 576 | 126 576 | 126 576 | 126 576 | 126 576 | 126 576 | 123 372 | 124 974 | 123 372 | 120 167 | 120 167 | 121 770 | 120 167 | 120 167 | 120 167 | 120 167 |
| TOTAL (ha) | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 | 19 672 200 |

Les changements d'affectations entre les terres forestières, terres de cultures et terres de pâturages auxquelles s'ajoutent les facteurs de dégradation forestières sont à l'origine des principales émissions de gaz à effet de serre d'origine forestière. A titre d'illustration, 11 216 ha et 1602 ha ont migré des terres forestières, respectivement, vers les terres de cultures annuelles et de pâturage (Figure 43).

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitats | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|----------|-----------------------|---------------|-------------|
| 2022-2023 | 9 135 925 | 32 045 | 197 074 | 4 116 133 | 11 216 | 187 461 | 1 602 | 1 602 | | | | 9 196 810 |
| Forêts naturellement régénérées | | | | | | | | | | | | 32 045 |
| Forêts plantées | | | | | | | | | | | | 197 074 |
| Mangroves | | | | | | | | | | | | 4 080 884 |
| Autres cultures annuelles | | | | | | | | | | | | 184 257 |
| Riziculture | | | | | | | | | | | | 237 130 |
| Cultures pérennes | | | | | | | | | | | | 237 130 |
| Prairies | | | | | | | | | | | | 4 843 546 |
| Terres Humides | | | | | | | | | | | | 467 852 |
| Habitats | | | | | | | | | | | | 256 357 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | | | 56 078 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | | 120 167 |
| Grand Total | 9 145 538 | 32 045 | 197 074 | 4 127 349 | 193 870 | 237 130 | 4 797 082 | 467 852 | 286 798 | 67 294 | 120 167 | 19 672 200 |

Figure 43 : Matrice de changement d'affectation des sols en 2023

4.3 Dynamique spatiotemporelle des étendues des forêts

4.3.1 Terres forestières converties à d'autres types occupations

Sur la période d'analyse du présent NRF (2005-2023), 339 673 ha de terres forestières ont été converties aux principales classes d'utilisations soit une moyenne annuelle de 17 034,3 ha.an⁻¹.

Tableau 30 : Les principales classes de conversion des forêts

| Strates | Pertes cumulées des terres forestières pour autres classes (ha) | Perte annuelle (ha.an-1) | Ecart-type |
|---------------------|---|--------------------------|------------|
| Cultures annuelles | 230 721,4 | 12 143,2 | 6741,1 |
| Cultures pérennes | 9 613,4 | 506,0 | 1075,2 |
| Terres de pâturages | 83316,0 | 4385,1 | 4165,9 |
| Zones Habitées | 16022,3 | 843,3 | 1347,8 |
| - | 339 673 | 17 034,3 | - |

Les résultats montrent clairement que le secteur de l'agriculture (cultures annuelles et pérennes) est celui qui entraîne le plus le déboisement dans le pays. Ensuite, la conversion des forêts en terres de pâturages, ce qui renvoie, dans le contexte sénégalais, au passage du seuil de couverture de la végétation ligneuse, au-dessous de 10%, constitue le deuxième facteur de perte de forêts. Plusieurs facteurs pourraient l'expliquer notamment, l'intensité de la sécheresse, de la dégradation des terres, des feux de brousse et de l'extraction sélective de bois.

Ces deux secteurs, à eux seuls, sont à l'origine de 95,28% de conversion des superficies forestières. L'analyse de la série temporelle montre trois principales phases de pertes de forêts :

- 2005-2009 : 6 408,9 (**±2533,35**) ha.an⁻¹;
- 2010-2020 : 23 450 (**±7246,36**) ha.an⁻¹
- 2021-2023 : 16 556,39 (4032,19) ha.an⁻¹.

L'année 2016 reste celle dont le pic de déforestation a été atteint au courant de la série temporelle analysée. Avec 35000 ha de perte de forêt, le secteur de l'agriculture a été le principal moteur de la situation (Figure 44).

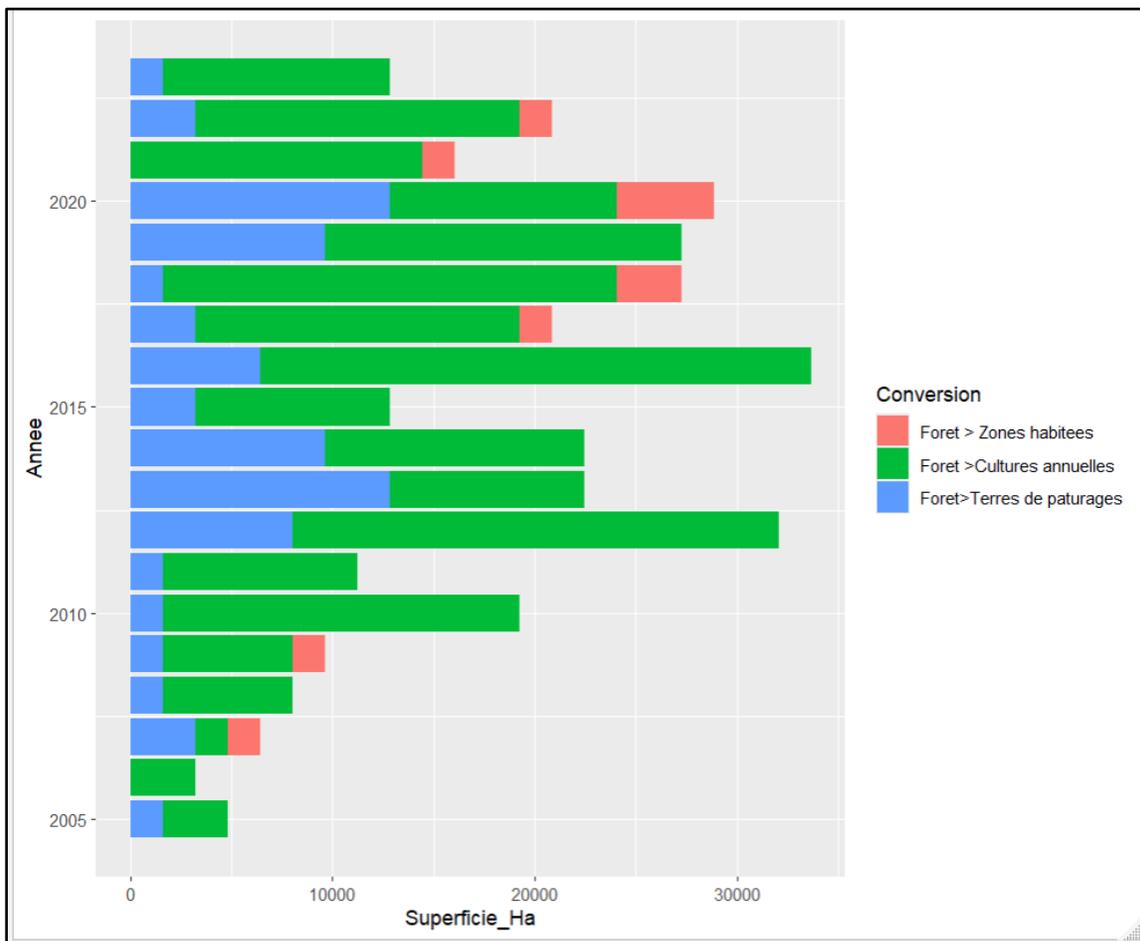


Figure 44 : Principaux secteurs responsables de la déforestation au Sénégal

4.3.2 Conversion d'autres occupations en terres forestières

Les superficies forestières ont également connu des augmentations par endroits. Sur la période, un cumul 136 186,69 ha de terres de pâturages ont migré vers les terres forestières soit 7 167,88 ($\pm 3517,15$) ha.an⁻¹.

La déprise agricole et les conversions de jachères vers les terres forestières sont également notées dans les résultats. En moyenne 3373,11 ($\pm 2664,76$) ha.an⁻¹ rejoignent les terres forestières. De 2005 à 2023, les conversions de terres agricoles en terres forestières s'élèvent à 64 089,27 ha (Figure 45).

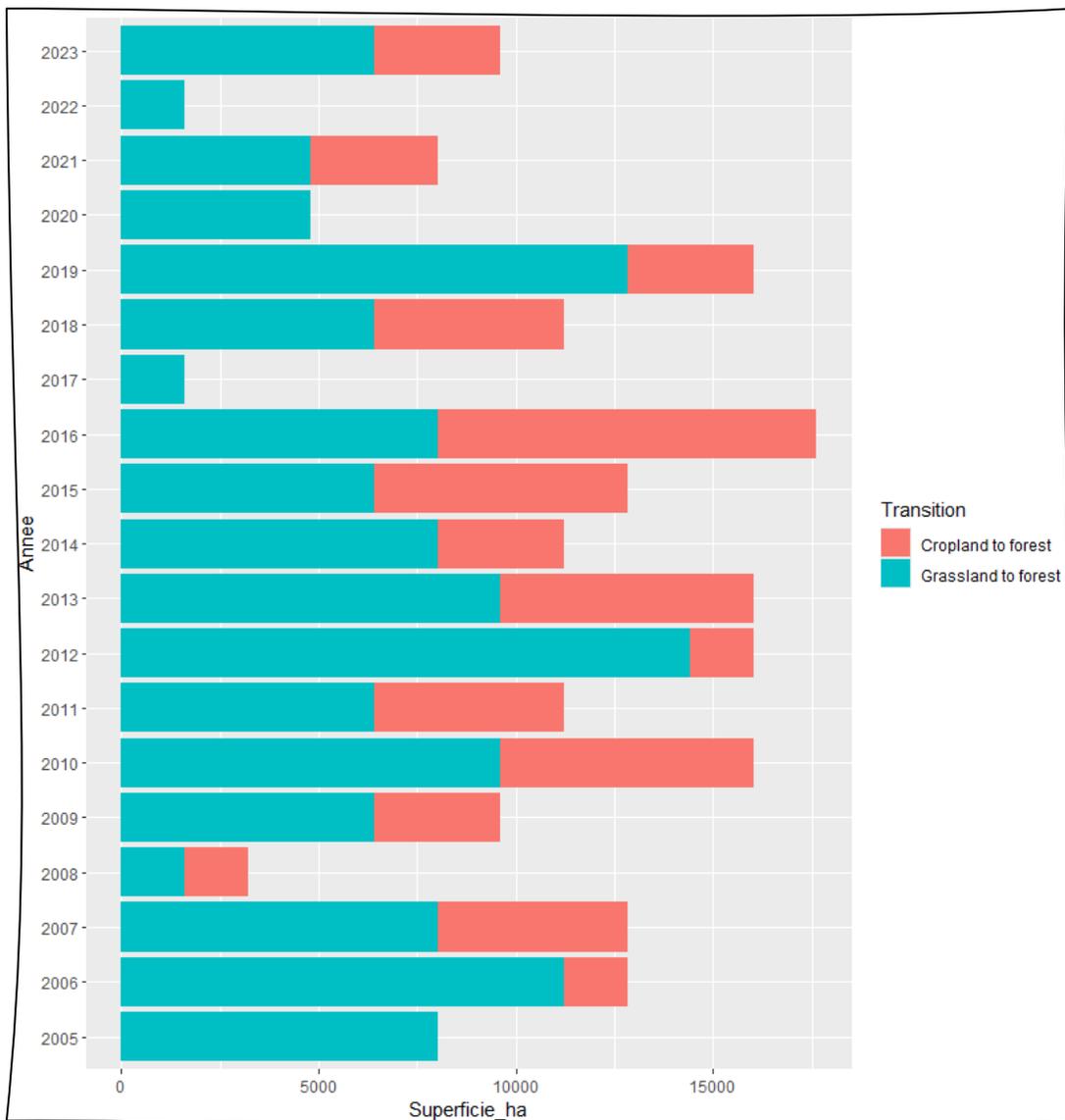


Figure 45 : Conversion d'autres catégories de terres vers les terres forestières

4.4 Accroissement de la biomasse et estimation de la disponibilité dans les terres forestières

4.4.1 Potentialités en biomasse des terres forestières par zone écogéographique

Du sud au Nord du pays, les potentialités en stocks de carbone des terres forestières sont relativement variables. La Casamance et le Sénégal oriental (dont le PNNK et le Bassin de la Falémé) présentent les stocks de biomasse les plus importants (Tableau 31).

Tableau 31 : Potentialités en biomasse des terres forestières

| Zone écogéographique | Sous-zones écogéographiques | Densité (N.ha ⁻¹) | Biomasse aérienne (t.ms.ha ⁻¹) | Biomasse souterraine (t.ms.ha ⁻¹) | Biomasse totale (t.ms.ha ⁻¹) |
|--------------------------|---|-------------------------------|--|---|--|
| Casamance | Basse Casamance | 1283 | 78,03 | 21,84 | 99,8784 |
| Casamance | Haute Casamance | 927 | 80,85 | 22,63 | 103,488 |
| Casamance | Moyenne Casamance | 901 | 67,05 | 18,77 | 85,824 |
| Bassin arachidier | Bassin arachidier Sud | 892 | 41,25 | 11,55 | 52,8 |
| Bassin arachidier | Zone Parc « <i>Faidherbia albida</i> » | 87 | 8,95 | 2,50 | 11,456 |
| Sénégal oriental | Bassin Falémé | 712 | 73,65 | 20,62 | 94,272 |
| Ferlo | Ferlo cuirasse | 445 | 17,32 | 4,85 | 22,1696 |
| Ferlo | Ferlo sablonneux | 146 | 19,01 | 5,32 | 24,3328 |
| Niayes | Niayes continentales | 370 | 20,05 | 5,61 | 25,664 |
| Niayes | Niayes littorales (Plantation forestière) | 479 | 27,23 | 7,62 | 34,8544 |
| Sénégal oriental | Parc national Niokolo Koba | 664 | 74,38 | 20,82 | 95,2064 |
| Sénégal oriental | Sénégal oriental Nord (rég. Tambacounda) | 894 | 57,03 | 15,96 | 72,9984 |
| Sénégal oriental | Sénégal oriental Sud (rég. Kédougou) | 1092 | 63,41 | 17,75 | 81,1648 |
| Vallée du Fleuve Sénégal | Diéri | 174 | 15,52 | 4,34 | 19,8656 |
| Vallée du Fleuve Sénégal | Walo | 183 | 23,32 | 6,52 | 29,8496 |
| - | Moyenne nationale | 745 | 44,47±26,80 | 14,49 | 66,24 |

4.4.2 Accroissement de la biomasse dans les terres forestières

Les mesures de biomasse entre les deux derniers passages dans les placettes permanentes indiquent globalement une tendance à la baisse. Le Walo, une zone agricole par excellence, marqué ces dernières années par la conversion d'importantes superficies de gonakiers en terres de cultures, constitue la zone avec les pertes les plus importantes. Les statistiques plus détaillées sont renseignées dans le Tableau 32

Tableau 32 : Accroissement annuel de la biomasse dans les terres forestières par zones écogéographique

| Zone écogéographique | Sous-zone écogéographique | Accroissement annuel net (t.ms.an ⁻¹) |
|----------------------|---|---|
| Casamance | Haute Casamance | -0,52 |
| Bassin arachidier | Bassin arachidier Sud | -0,06 |
| Ferlo | Ferlo cuirassé | 0,21 |
| Niayes | Niayes continentales | 0,02 |
| Niayes | Niayes littorales | -0,10 |
| Sénégal oriental | Sénégal oriental Nord (région de Tambacounda) | -0,34 |
| Sénégal oriental Sud | Sénégal oriental Sud (région de Kédougou) | 1,39 |
| Diéri | Diéri | 0,36 |
| Diéri | Walo | -3,32 |

Pour la mangrove, le processus d'installation d'un système de suivi de la dynamique des ressources est en cours. A ce titre, les résultats d'études récentes sur la mangrove du Sine-Saloum, établissent à 62,5 m³ha⁻¹ le volume de bois disponible dans les forêts de palétuviers (KINOME, 2016).

4.5 Absorptions des gaz dans les terres forestières restant terres forestières non perturbées

4.5.1 Fraction de carbone

Le tableau 35 présente les valeurs de Fraction de carbone utilisées pour estimer les absorptions dans les terres forestières restant terres forestières sans perturbations.

Tableau 33 : Fraction de carbone par catégorie de terres forestières

| <i>Catégorie d'affectation</i> | <i>Valeur</i> | <i>Valeur GIEC (Tier 1)</i> | <i>Source</i> | <i>Commentaires et hypothèses</i> |
|--------------------------------|---------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| Forêts naturelles | 0.47 | x | GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.3 | Tropical et Subtropical, Arbre entier |
| Plantation forestière | 0.47 | x | GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.3 | Tropical et Subtropical, Arbre entier |
| Mangrove | 0.45 | x | GIEC 2013 <i>Wetlands Supplement</i> , Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.2 | |

4.5.2 Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne

Le tableau 36 présente les valeurs utilisées pour estimer les absorptions dans les terres forestières restant terres forestières sans perturbations.

Tableau 34 : Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne

| <i>Catégorie d'affectation</i> | <i>Valeur</i> | <i>Valeur GIEC (Tier 1)</i> | <i>Source</i> | <i>Commentaires et hypothèses</i> |
|---|---------------|-----------------------------|---|-----------------------------------|
| Forêts naturelles [>20 ans] | 0.28 | x | GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.4 | Forêt sèche tropicale |
| Forêts naturelles [≤ 20 ans] | 0.28 | x | GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.4 | Forêt sèche tropicale |
| Plantation forestière | 0.28 | x | GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.4 | Forêt sèche tropicale |
| Mangrove | 0.29 | x | GIEC 2013 <i>Wetlands Supplement</i> , Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.5 | Tropical sec |

4.6 Emissions des gaz dans les terres forestières restant terres forestières perturbées

4.6.1 Superficies forestières brûlées

Les images MODIS ont été analysées pour identifier les placettes qui ont été touchées par les feux sur la période 2005-2023. Etant donné que le protocole de collecte de données utilisé permettait l'observations des images MODIS avec un écart de 24 mois, les valeurs fiables étaient collectées avec un écart de deux ans. L'interpolation basée sur la moyenne arithmétique des valeurs correspondant aux années directement inférieure et supérieure à l'année dont la valeur pour superficie brûlée a été utilisée afin d'obtenir une série complète couvrant la période 2005-2023.

4.6.2 Superficies forestières exploitées

L'information sur la superficie exploitée a été obtenue à travers les résultats de l'interprétation des images Google Engine Pro.

Le tableau 39 présente la série historique des superficies brûlées et exploitées (en ha) par type de forêt et par an.

Tableau 35 : Superficie brûlée et exploitée par type de terre forestière sur la période 2005-2023

| Année | Forêts naturelles | | Forêts plantées | | Mangrove | |
|-------|-------------------|--------------|-----------------|--------------|----------|--------------|
| | Feu | Exploitation | Feu | Exploitation | Feu | Exploitation |
| 2005 | 1,512,505 | 4,807 | | | | |
| 2006 | 1,423,581 | 1,602 | | | 1,602 | |
| 2007 | 1,334,658 | 3,204 | 1,602 | | | |
| 2008 | 1,377,117 | | | | 1,602 | |
| 2009 | 1,419,576 | 1,602 | | | | |
| 2010 | 1,526,124 | 6,409 | | | 1,602 | |
| 2011 | 1,632,672 | 4,807 | | | 1,602 | |
| 2012 | 1,583,003 | 4,807 | | | 1,602 | |
| 2013 | 1,533,334 | 19,227 | 1,602 | | | 1,602 |
| 2014 | 1,447,615 | 22,431 | | | 1,602 | |
| 2015 | 1,361,896 | 12,818 | | | 1,602 | |
| 2016 | 1,446,013 | 20,829 | | | | |
| 2017 | 1,530,130 | 14,420 | | 1,602 | | |
| 2018 | 1,448,416 | 11,216 | | | | |
| 2019 | 1,366,702 | 24,033 | | | | |
| 2020 | 1,449,217 | 22,431 | | | | |
| 2021 | 1,531,732 | 11,216 | | | | |
| 2022 | 1,472,449 | 14,420 | | | | |
| 2023 | 1,413,167 | 12,818 | | | | |

Valeurs ajustées en calculant la moyenne arithmétique des valeurs correspondant aux années directement inférieure et supérieure à l'année dont la superficie brûlée est ajustée.

4.6.3 Fraction de biomasse perdue en raison de la perturbation

Le tableau 36 présente la quantité de biomasse perdue en raison de la perturbation.

Tableau 36 : Fraction de biomasse perdue en raison de la perturbation

| <i>Notation du GIEC</i> | <i>Unités</i> | <i>Catégorie d'affectation</i> | <i>Valeur</i> | <i>Valeur nationale (Tier 2)</i> | <i>Source Value</i> |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|---------------|----------------------------------|---|
| Fd_ Feu | Sans dimension | Forêts naturelles | 0.20 | x | Analyse par télédétection - Voir l'onglet Perturbations |
| | | Plantation forestière | 0.20 | x | Analyse par télédétection - Voir l'onglet Perturbations |
| | | Mangrove | 0.2 | x | Analyse par télédétection - Voir l'onglet Perturbations |
| Fd_ Exploitation | Sans dimension | Forêts naturelles | 0.4 | x | Analyse par télédétection - Voir l'onglet Perturbations |
| | | Plantation forestière | N.O | | |
| | | Mangrove | 0.8 | x | Analyse par télédétection - Voir Perturbations |

Pour les valeurs du taux de biomasse souterraine par rapport a la biomasse aérienne et de la fraction de carbone, voir la section 4.4.

4.6.4 Emissions dans les terres forestières restant terres forestières perturbées

Les émissions dues à des perturbations sont estimées en utilisant les équations 2.11 et 2.14. Voir l'onglet [*Losses (Eq. 2.11)*] dans l'outil de calculs pour les détails relatifs au process d'estimation.

Le tableau 37 présente les résultats.

Tableau 37 : Emissions des gaz par les terres forestières restant terres forestières perturbées

| Diminutions annuelles de stocks de carbone [t C/an] | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--------------|-----------------|--------------|----------|--------------|----------------|--------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| Année | Forêts naturelles | | Forêts plantées | | Mangrove | | Total [t C/an] | | Emissions [t CO ₂ /an] | | |
| | Feu | Exploitation | Feu | Exploitation | Feu | Exploitation | Feu | Exploitation | Feu | Exploitation | Total [t CO ₂ /an] |
| 2005 | 9,608,788 | 67,429 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,608,788 | 67,429 | 35,232,222 | 247,241 | 35,479,463 |
| 2006 | 9,043,864 | 22,476 | 0 | 0 | 17,114 | 0 | 9,060,978 | 22,476 | 33,223,586 | 82,414 | 33,306,000 |
| 2007 | 8,478,941 | 44,953 | 11,567 | 0 | 0 | 0 | 8,490,508 | 44,953 | 31,131,862 | 164,827 | 31,296,689 |
| 2008 | 8,748,679 | 0 | 0 | 0 | 17,114 | 0 | 8,765,793 | 0 | 32,141,240 | 0 | 32,141,240 |
| 2009 | 9,018,417 | 22,476 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,018,417 | 22,476 | 33,067,530 | 82,414 | 33,149,944 |
| 2010 | 9,695,308 | 89,906 | 0 | 0 | 17,114 | 0 | 9,712,421 | 89,906 | 35,612,211 | 329,655 | 35,941,866 |
| 2011 | 10,372,198 | 67,429 | 0 | 0 | 17,114 | 0 | 10,389,312 | 67,429 | 38,094,142 | 247,241 | 38,341,383 |
| 2012 | 10,056,655 | 67,429 | 0 | 0 | 17,114 | 0 | 10,073,769 | 67,429 | 36,937,152 | 247,241 | 37,184,393 |
| 2013 | 9,741,112 | 269,718 | 11,567 | 0 | 0 | 64,177 | 9,752,679 | 333,894 | 35,759,823 | 1,224,278 | 36,984,101 |
| 2014 | 9,196,546 | 314,671 | 0 | 0 | 17,114 | 0 | 9,213,660 | 314,671 | 33,783,420 | 1,153,792 | 34,937,212 |
| 2015 | 8,651,980 | 179,812 | 0 | 0 | 17,114 | 0 | 8,669,094 | 179,812 | 31,786,679 | 659,310 | 32,445,988 |
| 2016 | 9,186,368 | 292,194 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,186,368 | 292,194 | 33,683,348 | 1,071,378 | 34,754,726 |
| 2017 | 9,720,755 | 202,288 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,720,755 | 202,288 | 35,642,767 | 741,723 | 36,384,490 |
| 2018 | 9,201,636 | 157,335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,201,636 | 157,335 | 33,739,331 | 576,896 | 34,316,227 |
| 2019 | 8,682,517 | 337,147 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,682,517 | 337,147 | 31,835,895 | 1,236,206 | 33,072,101 |
| 2020 | 9,206,725 | 314,671 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,206,725 | 314,671 | 33,757,992 | 1,153,792 | 34,911,784 |
| 2021 | 9,730,933 | 157,335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,730,933 | 157,335 | 35,680,089 | 576,896 | 36,256,985 |
| 2022 | 9,354,318 | 202,288 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,354,318 | 202,288 | 34,299,165 | 741,723 | 35,040,888 |
| 2023 | 8,977,702 | 179,812 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,977,702 | 179,812 | 32,918,241 | 659,310 | 33,577,551 |

4.7 Absorptions des gaz dues à la conversion des autres affectations des terres en terres forestières

4.7.1 Dynamique des conversions des terres sur la période 2005-2023

Tableau 38 : Matrices annuelles d'utilisation et de changement d'affectation des terres 2005 - 2023 [superficie en Ha]

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| 2004-2005 | | | | | | | | | | | | |
| Forêts naturellement régénérées | 9,270,512 | | | 3,204 | | | 1,602 | | | | | 9,275,319 |
| Forêts plantées | | 12,818 | | | | | | | | | | 12,818 |
| Mangroves | | | 189,063 | | | | | | | | | 189,063 |
| Autres cultures annuelles | | | | 3,907,843 | | | 1,602 | | | | | 3,909,445 |
| Riziculture | | | | | 157,019 | | | | | | | 157,019 |
| Cultures pérennes | | 1,602 | | | | 203,483 | | | | | | 205,086 |
| Prairies | 8,011 | | | 1,602 | | | 5,071,063 | | | | | 5,080,677 |
| Terres Humides | | | | | | | | 475,863 | | | | 475,863 |
| Habitations | | | | | | | | | 208,290 | | | 208,290 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 32,045 | | 32,045 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 126,576 | 126,576 |
| Grand Total | 9,278,523 | 14,420 | 189,063 | 3,912,650 | 157,019 | 203,483 | 5,074,268 | 475,863 | 208,290 | 32,045 | 126,576 | 19,672,200 |
| 2005-2006 | | | | | | | | | | | | |
| Forêts naturellement régénérées | 9,275,319 | | | 3,204 | | | | | | | | 9,278,523 |
| Forêts plantées | | 14,420 | | | | | | | | | | 14,420 |
| Mangroves | | | 189,063 | | | | | | | | | 189,063 |
| Autres cultures annuelles | 1,602 | | | 3,903,036 | | 3,204 | | | 4,807 | | | 3,912,650 |
| Riziculture | | | | | 157,019 | | | | | | | 157,019 |
| Cultures pérennes | | | | | | 203,483 | | | | | | 203,483 |
| Prairies | 11,216 | 3,204 | | 9,613 | | 1,602 | 5,048,632 | | | | | 5,074,268 |
| Terres Humides | | | | | | | | 475,863 | | | | 475,863 |
| Habitations | | | | | | | | | 208,290 | | | 208,290 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 32,045 | | 32,045 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 126,576 | 126,576 |
| Grand Total | 9,288,137 | 17,625 | 189,063 | 3,915,854 | 157,019 | 208,290 | 5,048,632 | 475,863 | 213,097 | 32,045 | 126,576 | 19,672,200 |
| 2006-2007 | | | | | | | | | | | | |
| Forêts naturellement régénérées | 9,281,728 | | | 1,602 | | | 3,204 | | 1,602 | | | 9,288,137 |
| Forêts plantées | | 17,625 | | | | | | | | | | 17,625 |
| Mangroves | | | 189,063 | | | | | | | | | 189,063 |
| Autres cultures annuelles | 4,807 | | | 3,907,843 | | 1,602 | 1,602 | | | | | 3,915,854 |
| Riziculture | | | | | 157,019 | | | | | | | 157,019 |
| Cultures pérennes | | | | | | 208,290 | | | | | | 208,290 |
| Prairies | 8,011 | | | | | 1,602 | 5,034,212 | | | | | 5,048,632 |
| Terres Humides | | | | | | | | 475,863 | | | | 475,863 |
| Habitations | | | | | | | | | 213,097 | | | 213,097 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 32,045 | | 32,045 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 126,576 | 126,576 |
| Grand Total | 9,294,546 | 17,625 | 189,063 | 3,909,445 | 161,825 | 211,495 | 5,039,018 | 475,863 | 214,699 | 32,045 | 126,576 | 19,672,200 |
| 2007-2008 | | | | | | | | | | | | |
| Forêts naturellement régénérées | 9,286,535 | | | 6,409 | | | 1,602 | | | | | 9,294,546 |
| Forêts plantées | | 17,625 | | | | | | | | | | 17,625 |
| Mangroves | | | 189,063 | | | | | | | | | 189,063 |
| Autres cultures annuelles | 1,602 | | | 3,904,638 | | | 1,602 | | 1,602 | | | 3,909,445 |
| Riziculture | | | | | 161,825 | | | | | | | 161,825 |
| Cultures pérennes | | | | | | 211,495 | | | | | | 211,495 |
| Prairies | 1,602 | | | 9,613 | | | 5,027,803 | | | | | 5,039,018 |
| Terres Humides | | | | | | | | 475,863 | | | | 475,863 |
| Habitations | | | | | | | | | 214,699 | | | 214,699 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 32,045 | | 32,045 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 126,576 | 126,576 |
| Grand Total | 9,289,739 | 17,625 | 189,063 | 3,920,661 | 161,825 | 211,495 | 5,031,007 | 475,863 | 216,301 | 32,045 | 126,576 | 19,672,200 |

2008-2009

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,278,523 | | | 4,807 | 1,602 | 1,602 | 1,602 | | 1,602 | | | 9,289,739 |
| Forêts plantées | | 17,625 | | | | | | | | | | 17,625 |
| Mangroves | | | 189,063 | | | | | | | | | 189,063 |
| Autres cultures annuelles | 3,204 | | | 3,912,650 | | 3,204 | 1,602 | | | | | 3,920,661 |
| Riziculture | | | | | 161,825 | | | | | | | 161,825 |
| Cultures pérennes | 1,602 | | | | | 209,892 | | | | | | 211,495 |
| Prairies | 6,409 | | | 4,807 | | | 5,019,792 | | | | | 5,031,007 |
| Terres Humides | | | | | | | | 475,863 | | | | 475,863 |
| Habitations | | | | | | | | | 216,301 | | | 216,301 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 32,045 | | 32,045 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 126,576 | 126,576 |
| Grand Total | 9,289,739 | 17,625 | 189,063 | 3,922,263 | 163,428 | 214,699 | 5,022,996 | 475,863 | 217,904 | 32,045 | 126,576 | 19,672,200 |

2009-2010

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,268,910 | | | 17,625 | | | | | | | | 9,289,739 |
| Forêts plantées | | 17,625 | | | | | | | | | | 17,625 |
| Mangroves | | | 189,063 | | | | | | | | | 189,063 |
| Autres cultures annuelles | 6,409 | | | 3,911,047 | | | 1,602 | | 3,204 | | | 3,922,263 |
| Riziculture | | | | | 163,428 | | | | | | | 163,428 |
| Cultures pérennes | | | | | | 213,097 | | | | | | 214,699 |
| Prairies | 9,613 | 6,409 | | 9,613 | | | 4,997,360 | | | | | 5,022,996 |
| Terres Humides | | | | | | | | 474,261 | | 1,602 | | 475,863 |
| Habitations | | | | | | | | | 217,904 | | | 217,904 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 32,045 | | 32,045 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 126,576 | 126,576 |
| Grand Total | 9,284,932 | 25,636 | 189,063 | 3,938,285 | 163,428 | 213,097 | 5,000,565 | 474,261 | 221,108 | 35,249 | 126,576 | 19,672,200 |

2010-2011

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,273,717 | | | 9,613 | | | | | | | | 9,284,932 |
| Forêts plantées | | 25,636 | | | | | | | | | | 25,636 |
| Mangroves | | | 189,063 | | | | | | | | | 189,063 |
| Autres cultures annuelles | 4,807 | | | 3,923,865 | | | 8,011 | 1,602 | | | | 3,938,285 |
| Riziculture | | | | | 163,428 | | | | | | | 163,428 |
| Cultures pérennes | | | | | | 213,097 | | | | | | 213,097 |
| Prairies | 6,409 | | | 12,818 | | 3,204 | 4,978,134 | | | | | 5,000,565 |
| Terres Humides | | | | | | | | 474,261 | | | | 474,261 |
| Habitations | | | | | | | | | 219,506 | | | 221,108 |
| Autres établissements | 1,602 | | | | | | | | | 35,249 | | 35,249 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 126,576 | 126,576 |
| Grand Total | 9,286,535 | 25,636 | 189,063 | 3,946,297 | 163,428 | 216,301 | 4,987,747 | 475,863 | 219,506 | 35,249 | 126,576 | 19,672,200 |

2011-2012

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,254,490 | | | 24,033 | | | 8,011 | | | | | 9,266,535 |
| Forêts plantées | | 25,636 | | | | | | | | | | 25,636 |
| Mangroves | | | 189,063 | | | | | | | | | 189,063 |
| Autres cultures annuelles | 1,602 | | | 3,930,274 | | | 9,613 | | 4,807 | | | 3,946,297 |
| Riziculture | | | | | 163,428 | | | | | | | 163,428 |
| Cultures pérennes | 1,602 | | | | | 214,699 | | | | | | 216,301 |
| Prairies | 14,420 | 1,602 | | 17,625 | 6,409 | | 4,946,089 | | 1,602 | | | 4,987,747 |
| Terres Humides | | | | | | | | 475,863 | | | | 475,863 |
| Habitations | | | | | | | | | 217,904 | 1,602 | | 219,506 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 35,249 | | 35,249 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 126,576 | 126,576 |
| Grand Total | 9,272,114 | 27,238 | 189,063 | 3,971,932 | 169,837 | 214,699 | 4,963,714 | 475,863 | 224,312 | 36,851 | 126,576 | 19,672,200 |

2012-2013

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,249,683 | | | 8,011 | | 1,602 | 12,818 | | | | | 9,272,114 |
| Forêts plantées | | 27,238 | | | | | | | | | | 27,238 |
| Mangroves | | | 189,063 | | | | | | | | | 189,063 |
| Autres cultures annuelles | 6,409 | | | 3,957,512 | | 3,204 | 3,204 | | 1,602 | | | 3,971,932 |
| Riziculture | | | | | 169,837 | | | | | | | 169,837 |
| Cultures pérennes | 1,602 | | | | | 209,892 | 1,602 | 1,602 | | | | 214,699 |
| Prairies | 9,613 | | | 25,636 | 1,602 | 4,807 | 4,915,647 | | 4,807 | 1,602 | | 4,963,714 |
| Terres Humides | | | | | | | | 475,863 | | | | 475,863 |
| Habitations | | | | | | | | | 222,710 | | | 224,312 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 36,851 | | 36,851 |
| Autres Terres | | | 1,602 | | | | 1,602 | | | | 123,372 | 126,576 |
| Grand Total | 9,267,308 | 27,238 | 189,066 | 3,991,159 | 171,439 | 219,506 | 4,936,476 | 477,465 | 229,119 | 38,454 | 123,372 | 19,672,200 |

2013-2014

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,243,274 | | | 12,818 | | | 9,613 | | | 1,602 | | 9,267,308 |
| Forêts plantées | | 27,238 | | | | | | | | | | 27,238 |
| Mangroves | | | 190,666 | | | | | | | | | 190,666 |
| Autres cultures annuelles | 3,204 | | | 3,981,546 | | 1,602 | 4,807 | | | | | 3,991,159 |
| Riziculture | | | | | 171,439 | | | | | | | 171,439 |
| Cultures pérennes | | | | | | 219,506 | | | | | | 219,506 |
| Prairies | 8,011 | | | 14,420 | 1,602 | | 4,909,238 | | 1,602 | | 1,602 | 4,936,476 |
| Terres Humides | | | | | | | | 477,465 | | | | 477,465 |
| Habitations | | | | | | | | | 229,119 | | | 229,119 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 38,454 | | 38,454 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 123,372 | 123,372 |
| Grand Total | 9,254,490 | 27,238 | 190,666 | 4,008,784 | 173,041 | 221,108 | 4,923,658 | 477,465 | 230,721 | 40,056 | 124,974 | 19,672,200 |

2014-2015

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,241,672 | | | 9,613 | | | 3,204 | | | | | 9,254,490 |
| Forêts plantées | | 27,238 | | | | | | | | | | 27,238 |
| Mangroves | | | 190,666 | | | | | | | | | 190,666 |
| Autres cultures annuelles | 6,409 | | | 3,994,363 | | 1,602 | 4,807 | | 1,602 | | | 4,008,784 |
| Riziculture | | | | | 173,041 | | | | | | | 173,041 |
| Cultures pérennes | | | | | | 219,506 | | | | 1,602 | | 221,108 |
| Prairies | 6,409 | 1,602 | | 12,818 | 1,602 | | 4,899,624 | | 1,602 | | | 4,923,658 |
| Terres Humides | | | | | | | | 477,465 | | | | 477,465 |
| Habitations | | | | | | | | | 230,721 | | | 230,721 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 40,056 | | 40,056 |
| Autres Terres | 1,602 | | | | | | | | | | 123,372 | 124,974 |
| Grand Total | 9,256,092 | 28,840 | 190,666 | 4,016,795 | 174,643 | 221,108 | 4,907,635 | 477,465 | 233,926 | 41,658 | 123,372 | 19,672,200 |

2015-2016

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,222,445 | | | 24,033 | | 3,204 | 6,409 | | | | | 9,256,092 |
| Forêts plantées | | 28,840 | | | | | | | | | | 28,840 |
| Mangroves | | | 190,666 | | | | | | | | | 190,666 |
| Autres cultures annuelles | 9,613 | | | 3,983,148 | | 1,602 | 17,625 | | 3,204 | 1,602 | | 4,016,795 |
| Riziculture | | | | | 174,643 | | | | | | | 174,643 |
| Cultures pérennes | | | | | | 221,108 | | | | | | 221,108 |
| Prairies | 8,011 | | | 20,829 | 1,602 | 1,602 | 4,870,784 | | 3,204 | 1,602 | | 4,907,635 |
| Terres Humides | 1,602 | | | | | | | 475,863 | | | | 477,465 |
| Habitations | | | | | | | | | 232,324 | | | 233,926 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 41,658 | | 41,658 |
| Autres Terres | | | 3,204 | | | | | | | | 120,167 | 123,372 |
| Grand Total | 9,241,672 | 28,840 | 193,870 | 4,028,010 | 176,245 | 227,517 | 4,896,420 | 475,863 | 238,733 | 44,862 | 120,167 | 19,672,200 |

2016-2017

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,220,843 | | | 16,022 | | | 3,204 | | | 1,602 | | 9,241,672 |
| Forêts plantées | | 28,840 | | | | | | | | | | 28,840 |
| Mangroves | | | 193,870 | | | | | | | | | 193,870 |
| Autres cultures annuelles | | | | 4,013,590 | | 3,204 | 8,011 | | 1,602 | 1,602 | | 4,028,010 |
| Riziculture | | | | | 176,245 | | | | | | | 176,245 |
| Cultures pérennes | | | | | | 227,517 | | | | | | 227,517 |
| Prairies | 1,602 | | | 12,818 | 3,204 | | 4,878,795 | | | | | 4,896,420 |
| Terres Humides | | | | 1,602 | | | | 474,261 | | | | 475,863 |
| Habitations | | | | | | | | | 238,733 | | | 238,733 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 44,862 | | 44,862 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 120,167 | 120,167 |
| Grand Total | 9,222,445 | 28,840 | 193,870 | 4,044,033 | 179,450 | 230,721 | 4,890,011 | 474,261 | 240,335 | 48,067 | 120,167 | 19,672,200 |

2017-2018

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,195,207 | | | 19,227 | | 3,204 | 1,602 | | | 3,204 | | 9,222,445 |
| Forêts plantées | | 28,840 | | | | | | | | | | 28,840 |
| Mangroves | | | 193,870 | | | | | | | | | 193,870 |
| Autres cultures annuelles | 4,807 | | | 4,026,408 | | 1,602 | 4,807 | | 3,204 | 3,204 | | 4,044,033 |
| Riziculture | | | | | 179,450 | | | | | | | 179,450 |
| Cultures pérennes | | | | | | 229,119 | | | | | | 230,721 |
| Prairies | 6,409 | 1,602 | | 16,022 | 1,602 | 1,602 | 4,859,569 | | 3,204 | 1,602 | 1,602 | 4,890,011 |
| Terres Humides | | | 1,602 | 3,204 | | | | 469,454 | | | | 474,261 |
| Habitations | | | | | | | | | 240,335 | | | 240,335 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 48,067 | | 48,067 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 120,167 | 120,167 |
| Grand Total | 9,206,423 | 30,442 | 195,472 | 4,064,862 | 179,450 | 235,528 | 4,865,977 | 469,454 | 246,744 | 56,078 | 121,770 | 19,672,200 |

2018-2019

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,179,185 | | | 17,625 | | | 9,613 | | | | | 9,206,423 |
| Forêts plantées | | 30,442 | | | | | | | | | | 30,442 |
| Mangroves | | | 195,472 | | | | | | | | | 195,472 |
| Autres cultures annuelles | 3,204 | | | 4,050,442 | | 3,204 | 3,204 | | 4,807 | | | 4,064,862 |
| Riziculture | | | | | 179,450 | | | | | | | 179,450 |
| Cultures pérennes | | | | | | 233,928 | | | | 1,602 | | 235,528 |
| Prairies | 12,818 | | | 12,818 | 4,807 | | 4,829,126 | | 4,807 | | 1,602 | 4,865,977 |
| Terres Humides | | | 1,602 | | | | | 467,852 | | | | 467,852 |
| Habitations | | | | | | | | | 245,141 | | | 245,141 |
| Autres établissements | | 1,602 | | | | | | | | 54,476 | | 56,078 |
| Autres Terres | 1,602 | | | | | | | | | 1,602 | 118,565 | 121,770 |
| Grand Total | 9,196,810 | 32,045 | 197,074 | 4,080,884 | 184,257 | 237,130 | 4,843,546 | 467,852 | 256,357 | 56,078 | 120,167 | 19,672,200 |

2019-2020

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,167,969 | | | 11,216 | | | 12,818 | | 3,204 | 1,602 | | 9,196,810 |
| Forêts plantées | | 32,045 | | | | | | | | | | 32,045 |
| Mangroves | | | 197,074 | | | | | | | | | 197,074 |
| Autres cultures annuelles | | | | 4,064,862 | | | 4,807 | | 6,409 | 4,807 | | 4,080,884 |
| Riziculture | | | | | 184,257 | | | | | | | 184,257 |
| Cultures pérennes | 1,602 | | | | | 235,528 | | | | | | 237,130 |
| Prairies | 4,807 | | | 16,022 | 1,602 | | 4,817,911 | | 1,602 | 1,602 | | 4,843,546 |
| Terres Humides | | | | | | | | 467,852 | | | | 467,852 |
| Habitations | | | | | | | | | 256,357 | | | 256,357 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 56,078 | | 56,078 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 120,167 | 120,167 |
| Grand Total | 9,174,378 | 32,045 | 197,074 | 4,092,100 | 185,859 | 235,528 | 4,835,535 | 467,852 | 267,573 | 64,089 | 120,167 | 19,672,200 |

2020-2021

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,158,356 | | | | 14,420 | | | | 1,602 | | | 9,196,810 |
| Forêts plantées | | 32,045 | | | | | | | | | | 32,045 |
| Mangroves | | | 197,074 | | | | | | | | | 197,074 |
| Autres cultures annuelles | | | | 185,859 | | | | | | | | 4,080,884 |
| Riziculture | 3,204 | | | | 4,084,088 | | 3,204 | | 1,602 | | | 184,257 |
| Cultures pérennes | | | | | | 233,926 | 1,602 | | | | | 237,130 |
| Prairies | 4,807 | | | | 8,011 | 1,602 | 4,816,308 | | 4,807 | | | 4,843,546 |
| Terres Humides | | | | | | | | 467,852 | | | | 467,852 |
| Habitations | | | | | | | | | 265,970 | | | 256,357 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 64,089 | | 56,078 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 120,167 | 120,167 |
| Grand Total | 9,166,367 | 32,045 | 197,074 | 185,859 | 4,106,520 | 235,528 | 4,821,115 | 467,852 | 273,982 | 65,691 | 120,167 | 19,672,200 |

2021-2022

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,143,936 | | | | 16,022 | | 3,204 | | | 1,602 | 1,602 | 9,196,810 |
| Forêts plantées | | 32,045 | | | | | | | | | | 32,045 |
| Mangroves | | | 197,074 | | | | | | | | | 197,074 |
| Autres cultures annuelles | | | | 184,257 | | | | | 1,602 | | | 4,080,884 |
| Riziculture | 1,602 | | | | 4,090,497 | 1,602 | 3,204 | | 9,613 | | | 184,257 |
| Cultures pérennes | | | | | | 235,528 | | | | | | 237,130 |
| Prairies | 1,602 | | | 3,204 | 16,022 | | 4,800,286 | | | | | 4,843,546 |
| Terres Humides | | | | | | | | 467,852 | | | | 467,852 |
| Habitations | | | | | | | | | 273,982 | | | 256,357 |
| Autres établissements | 1,602 | | | | | | | | | 64,089 | | 56,078 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 118,565 | 120,167 |
| Grand Total | 9,148,743 | 32,045 | 197,074 | 187,461 | 4,122,542 | 237,130 | 4,806,695 | 467,852 | 285,197 | 67,294 | 120,167 | 19,672,200 |

2022-2023

| Row Labels | Forêts naturellement régénérées | Forêts plantées | Mangroves | Autres cultures annuelles | Riziculture | Cultures pérennes | Prairies | Terres Humides | Habitations | Autres établissements | Autres Terres | Grand Total |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Forêts naturellement régénérées | 9,135,925 | | | | 11,216 | | 1,602 | | | | | 9,196,810 |
| Forêts plantées | | 32,045 | | | | | | | | | | 32,045 |
| Mangroves | | | 197,074 | | | | | | | | | 197,074 |
| Autres cultures annuelles | | | | 187,461 | | | | | | | | 4,080,884 |
| Riziculture | 3,204 | | | | 4,116,133 | | 3,204 | | | | | 184,257 |
| Cultures pérennes | | | | | 1,602 | 235,528 | | | | | | 237,130 |
| Prairies | 6,409 | | | | 4,807 | 1,602 | 4,792,275 | | 1,602 | | | 4,843,546 |
| Terres Humides | | | | | | | | 467,852 | | | | 467,852 |
| Habitations | | | | | | | | | 285,197 | | | 256,357 |
| Autres établissements | | | | | | | | | | 67,294 | | 56,078 |
| Autres Terres | | | | | | | | | | | 120,167 | 120,167 |
| Grand Total | 9,145,538 | 32,045 | 197,074 | 187,461 | 4,133,758 | 237,130 | 4,797,082 | 467,852 | 286,799 | 67,294 | 120,167 | 19,672,200 |

4.7.2 Absorptions dues à des conversions en terres forestières

Les estimations sont faites à l'aide de l'équation 2.15 (GIEC 2006, Volume 4, Chapitre 2). Voir l'onglet [*Conversions (Eq. 2.15)*] dans l'outil de calculs pour les détails relatifs au processus d'estimation.

Tableau 39 : Emissions dues à des conversions en terres forestières

| Année | CL>FL | GL>FL | WL>FL | SL>FL | OL>FL | Total Absorptions [t CO ₂ /an] |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---|
| 2005 | -7,400 | -172,596 | 0 | 0 | 0 | -179,996 |
| 2006 | -56,549 | -473,252 | 0 | 0 | 0 | -529,801 |
| 2007 | -169,647 | -172,596 | 0 | 0 | 0 | -342,243 |
| 2008 | -56,549 | -34,519 | 0 | 0 | 0 | -91,068 |
| 2009 | -39,209 | -138,077 | 0 | 0 | 0 | -177,286 |
| 2010 | -233,596 | -670,349 | 0 | 0 | 0 | -903,945 |
| 2011 | -169,647 | -138,077 | 0 | -56,549 | 0 | -364,273 |
| 2012 | 17,340 | -426,482 | 0 | 0 | 0 | -409,141 |
| 2013 | -152,306 | -207,116 | 0 | 0 | -204,621 | -564,043 |
| 2014 | -113,098 | -172,596 | 0 | 0 | 0 | -285,694 |
| 2015 | -226,196 | -253,885 | 0 | 0 | -56,549 | -536,630 |
| 2016 | -339,294 | -172,596 | -56,549 | 0 | -409,242 | -977,681 |
| 2017 | 0 | -34,519 | 0 | 0 | 0 | -34,519 |
| 2018 | -177,047 | -138,077 | -204,621 | 0 | 0 | -519,745 |
| 2019 | -39,209 | -276,154 | -204,621 | -137,838 | -56,549 | -714,371 |
| 2020 | 73,889 | -103,558 | 0 | 0 | 0 | -29,669 |
| 2021 | -113,098 | -103,558 | 0 | 0 | 0 | -216,656 |
| 2022 | -56,549 | -34,519 | 0 | -56,549 | 0 | -147,617 |
| 2023 | -113,098 | -138,077 | 0 | 0 | 0 | -251,175 |

4.8 Absorptions de gaz dues à la conversion des terres forestières vers les autres affectations

4.8.1 Emissions dues à des conversions des terres forestières vers les autres affectations

Les estimations sont faites à l'aide de l'équation 2.15 (GIEC 2006, Volume 4, Chapitre 2). Voir l'onglet [*Conversions (Eq. 2.15)*] dans l'outil de calculs pour les détails relatifs au processus d'estimation.

Tableau 40 : Emissions dues à des conversions des terres forestières vers les autres affectations

| Année | FL>CL | FL>GL | FL>WL | FL>SL | FL>OL | Total Emissions [t CO ₂ /an] |
|-------|-----------|-----------|-------|---------|---------|--|
| 2005 | 373,223 | 186,612 | 0 | 0 | 0 | 559,835 |
| 2006 | 373,223 | 0 | 0 | 0 | 0 | 373,223 |
| 2007 | 186,612 | 373,223 | 0 | 186,612 | 0 | 746,446 |
| 2008 | 746,446 | 186,612 | 0 | 0 | 0 | 933,058 |
| 2009 | 931,397 | 186,612 | 0 | 186,612 | 0 | 1,304,620 |
| 2010 | 2,052,727 | 186,612 | 0 | 186,612 | 0 | 2,425,950 |
| 2011 | 1,119,669 | 186,612 | 0 | 0 | 0 | 1,306,281 |
| 2012 | 2,799,173 | 933,058 | 0 | 0 | 0 | 3,732,231 |
| 2013 | 1,118,009 | 1,492,892 | 0 | 0 | 0 | 2,610,901 |
| 2014 | 1,492,892 | 1,119,669 | 0 | 186,612 | 0 | 2,799,173 |
| 2015 | 1,119,669 | 373,223 | 0 | 0 | 0 | 1,492,892 |
| 2016 | 3,169,075 | 746,446 | 0 | 0 | 0 | 3,915,521 |
| 2017 | 1,866,115 | 373,223 | 0 | 186,612 | 0 | 2,425,950 |
| 2018 | 2,609,240 | 186,612 | 0 | 373,223 | 0 | 3,169,075 |
| 2019 | 2,052,727 | 1,119,669 | 0 | 0 | 0 | 3,172,396 |
| 2020 | 1,306,281 | 1,492,892 | 0 | 559,835 | 0 | 3,359,008 |
| 2021 | 1,679,504 | 0 | 0 | 186,612 | 0 | 1,866,115 |
| 2022 | 1,866,115 | 373,223 | 0 | 186,612 | 186,612 | 2,612,561 |
| 2023 | 1,306,281 | 186,612 | 0 | 0 | 0 | 1,492,892 |

4.9 Estimations des émissions/absorptions et le niveau d'émissions de référence des forêts

Tableau 41 : Equations du GIEC utilisées pour estimer les émissions/absorptions sur les terres forestières

| Réservoir | Catégorie d'affectation | Méthodologie du GIEC | Onglet dans la feuille de calcul |
|-----------|--|--|----------------------------------|
| Biomasse | Terres forestières restant Terres forestières (non perturbées) | GIEC 2006, Volume 4, Chapitre 2, Equation 2.9 | <i>Gains (Eq. 2.9)</i> |
| | Terres forestières restant Terres forestières (perturbées) | GIEC 2006, Volume 4, Chapitre 2, Equation 2.11 | <i>Losses (Eq. 2.11)</i> |
| | Terres converties en Terres forestières & Terres forestières converties en d'autres affectations | GIEC 2006, Volume 4, Chapitre 2, Equation 2.15 | <i>Conversions (Eq. 2.15)</i> |

Les émissions/absorptions présentées pour l'établissement du NERF portent sur la biomasse, aérienne et souterraine. Les estimations des émissions/absorptions liées à la matière organique morte (bois mort et litière) et au carbone organique du sol ont été faites au cours de l'exercice, mais les résultats ne sont pas inclus dans le NERF. Voir la section sur les axes d'amélioration. Le pool des produits ligneux n'a pas été abordé par faute d'informations plus détaillées, crédibles et exhaustives.

Les émissions/absorptions estimées sur la période 2005-2023 sont regroupées en quatre catégories.

- A. Terres forestières restant Terres forestières (non perturbées)
- B. Terres forestières restant Terres forestières (perturbées)
- C. Terres converties en Terres forestières
- D. Terres forestières converties en d'autres affectations

Une moyenne arithmétique calculée sur une période de référence de 10 ans (2011-2020) a été utilisée pour faire la projection par rapport aux valeurs estimées sur la période 2021-2023. Le tableau 31 présente des résultats.

Tableau 42 : Emissions/absorptions (2005-2023) en t de CO₂ par an

| Référence | A) Terres forestières restant Terres forestières (non perturbées) | B) Terres forestières restant Terres forestières (perturbées) | C) Terres converties en Terres forestières | D) Terres forestières converties en d'autres affectations | Total (émissions/absorptions) | Moyenne sur 10 ans (2011-2020) | Résultats avec une moyenne sur 10 ans |
|-----------|---|---|--|---|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 2005 | -26,549,732 | 8,354,465 | -179,996 | 559,835 | -17,815,428 | | |
| 2006 | -27,708,131 | 7,831,051 | -529,801 | 373,223 | -20,033,657 | | |
| 2007 | -25,768,502 | 7,441,125 | -342,243 | 746,446 | -17,923,174 | | |
| 2008 | -25,706,298 | 7,581,059 | -91,068 | 933,058 | -17,283,250 | | |
| 2009 | -24,134,237 | 7,854,481 | -177,286 | 1,304,620 | -15,152,422 | | |
| 2010 | -24,021,139 | 8,729,701 | -903,945 | 2,425,950 | -13,769,433 | | |
| 2011 | -22,290,797 | 9,218,487 | -364,273 | 1,306,281 | -12,130,303 | | |
| 2012 | -22,228,593 | 9,104,042 | -409,141 | 3,732,231 | -9,801,463 | | |
| 2013 | -21,148,564 | 9,507,257 | -564,043 | 2,610,901 | -9,594,449 | | |
| 2014 | -21,041,121 | 9,765,977 | -285,694 | 2,799,173 | -8,761,665 | | |
| 2015 | -20,260,746 | 8,024,519 | -536,630 | 1,492,892 | -11,279,965 | | |
| 2016 | -20,141,993 | 9,089,689 | -977,681 | 3,915,521 | -8,114,463 | | |
| 2017 | -19,272,553 | 9,510,605 | -34,519 | 2,425,950 | -7,370,517 | | |
| 2018 | -19,238,623 | 8,647,050 | -519,745 | 3,169,075 | -7,942,243 | | |
| 2019 | -18,808,851 | 8,875,578 | -714,371 | 3,172,396 | -7,475,248 | | |
| 2020 | -18,746,647 | 9,280,145 | -29,669 | 3,359,008 | -6,137,164 | | |
| 2021 | -18,243,362 | 8,977,448 | -216,656 | 1,866,115 | -7,616,454 | -8,860,748 | 1,244,294 |
| 2022 | -18,186,813 | 8,867,154 | -147,617 | 2,612,561 | -6,854,715 | -8,860,748 | 2,006,033 |
| 2023 | -17,643,943 | 8,217,625 | -251,175 | 1,492,892 | -8,184,600 | -8,860,748 | 676,148 |
| | | | | | | | 3,926,474 |

La combinaison des absorptions par les sources et les émissions par les sources confirment le secteur de forêts du Sénégal comme un « puits important de carbone ». Toutefois, il est important de noter une tendance baissière du potentiel d'absorption des forêts du Sénégal (Figure ...). Entre 2005 et 2023, le potentiel d'absorptions des forêts du Sénégal diminué de 45,94%. En passant de

-17,81 à -8,18 tCO₂ eq., la baisse du potentiel d'absorption est ainsi établie à 535 046,01 tCO₂ eq.an⁻¹, quasi équivalents des émissions cumulées dues à la déforestation en 2005 (Tableau ...).

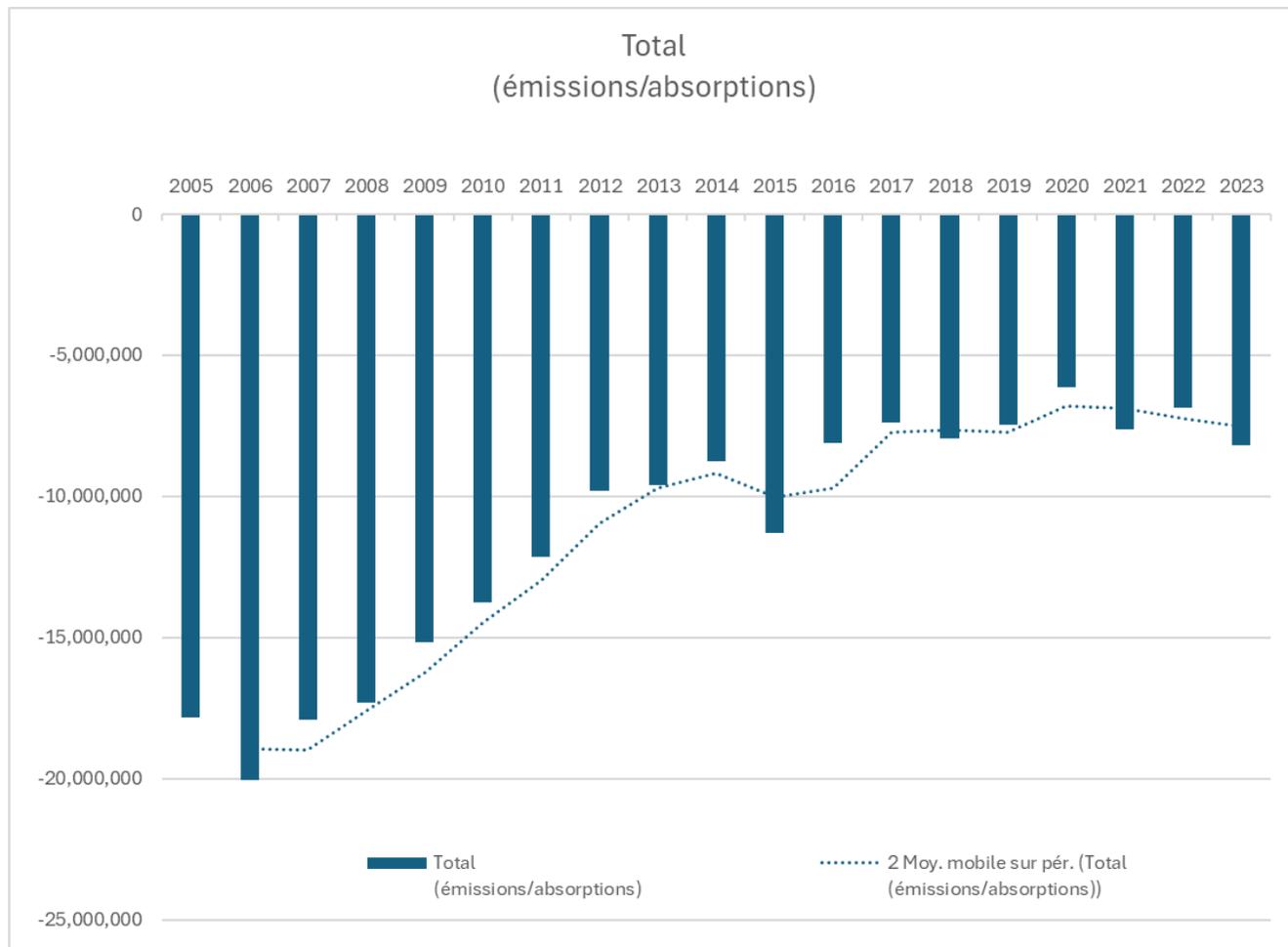


Figure 46 : Trajectoire des émissions/absorptions du secteur des forêts entre 2005-2023

Par ailleurs, il est confirmé par les résultats que les forêts restant dans la même catégorie, en l'absence de perturbations, constituent la plus importante part des absorptions des forêts (21,63 (±3,1) millions tCO₂ eq.an⁻¹). Les absorptions provenant de conversion d'autres utilisations des terres vers en terres forestières sont relativement faibles (-382 924 tCO₂ eq. An⁻¹).

Avec, une émission annuelle 8,6 millions tCO₂ eq. an⁻¹, la perturbation des forêts (feux de brousse, exploitation de bois, etc.) est la principale source d'émission du secteur très loin devant l'activité liée à la déforestation.

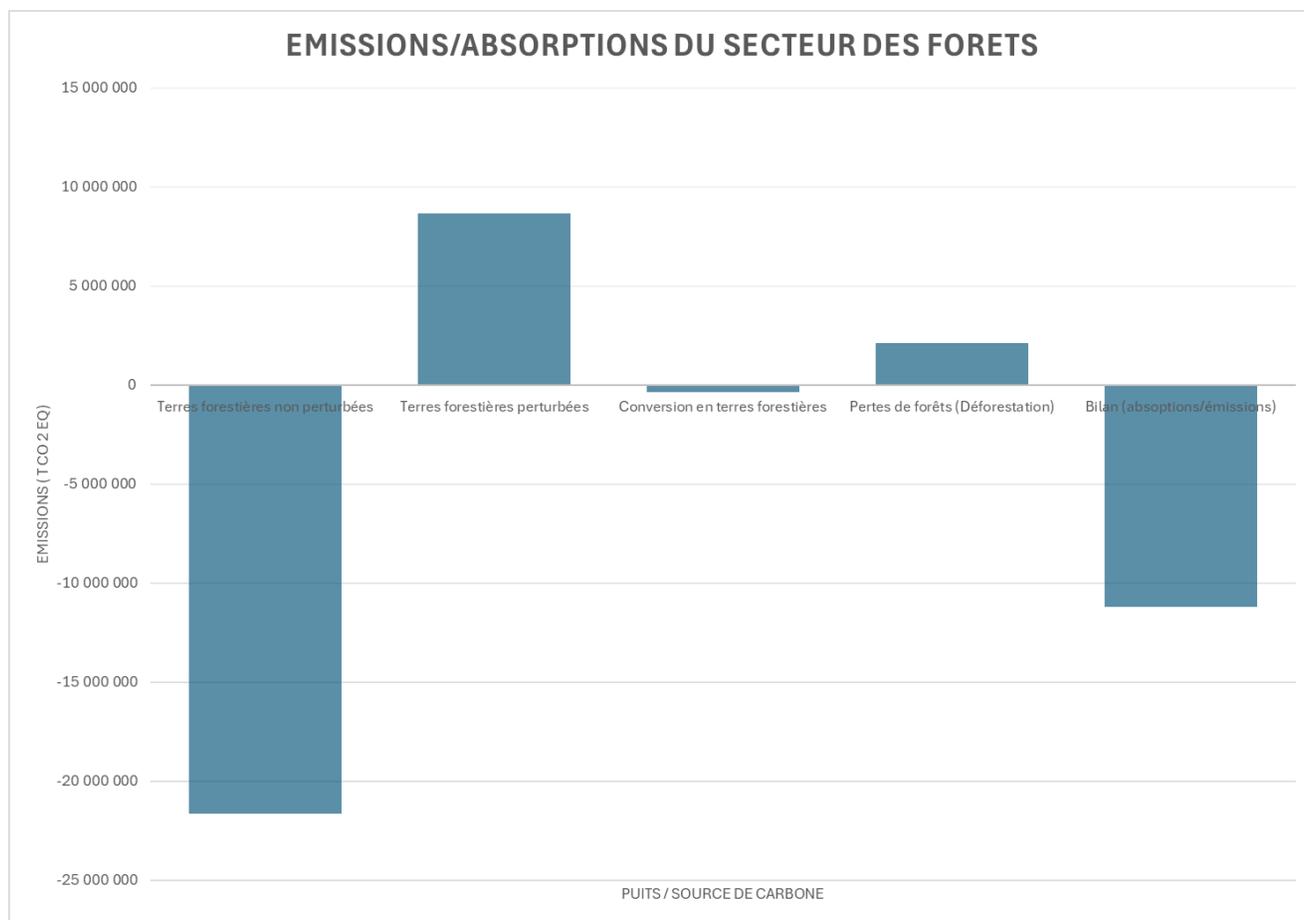


Figure 47 : Emissions et absorptions dans les terres forestières

5. FLEXIBILITES ET DOMAINES A AMELIORER

Suivant les dispositions de la Décision 1/CP.16, paragraphe 70, le Sénégal, pour cette première soumission, a retenu des options sur la base de ses capacités à la mobilisation des données transparentes, exhaustives et exactes. A ce titre, trois activités REDD+ (déforestation, dégradation des forêts et le renforcement des stocks de carbone des forêts) et deux pools de carbone (biomasse aérienne et souterraine) ont été considérés dans l'analyse de la série temporelle.

En perspectives des prochaines soumissions, des besoins en renforcement de capacités sont nécessaires pour satisfaire les points ci-après :

- Estimer les potentialités en carbone organique des sols à l'échelle nationale ;

- Elaborer un dispositif rigoureux d'évaluation de la matière organique morte (bois mort et litière) des forêts ;
- Collecter les données d'activités nécessaires pour une estimation complète des émissions non-CO2 (CH4 et N2O) ;
- Evaluer l'impact réel des perturbations dans les absorptions/émissions de CO₂ dans les forêts :
- Renforcer la gouvernance des forêts pour une gestion durable des forêts ;
- Améliorer les techniques et méthodes pour l'estimation des superficies brûlées ;
- Améliorer les techniques de collecte et de quantification de données sur l'extraction de bois issus de forêts l'exploitation forestière ;
- Elaborer les facteurs d'émissions par types de formations forestières dans le pays.

6. CONCLUSION

Ce document est produit dans un contexte marqué par une prise de conscience collective sur le rôle à jouer par les forêts dans l'atténuation des effets néfastes du changement climatique. Pour cette première soumission de son Niveau de Référence pour les forêts, le Sénégal a opté de calibrer les estimations/absorptions à l'échelle nationale sur la série temporelle 2005-2023.

Trois (03) activités REDD+ (déforestation, dégradation forestière et le renforcement des stocks de carbone forestiers) et deux (02) pools de gaz (biomasse aérienne et souterraine) ont été retenus pour cette première soumission du NRF.

Avec une de superficie de **9 196 810 hectares**, les forêts ont connu un rythme important de conversion 2005 et 2023 (période de référence). En effet, 339 673 ha de terres forestières ont été converties en trois (03) principales classes d'utilisations (terres de cultures, terres de pâturages et zones habitées) soit un ratio de 17 034,3 ha.an⁻¹. En revanche, le recul des pratiques, par endroits, et la conversion des pâturages en forêts ont contribué, respectivement, à l'augmentation des superficies forestières de 7 167,88 ha ($\pm 3517,15$ ha.an⁻¹) et 3373,11 ha ($\pm 2664,76$ ha.an⁻¹).

La combinaison des absorptions par les sources et les émissions par les sources confirment le secteur de forêts du Sénégal comme un « puits important de carbone » avec notamment une tendance baissière du potentiel d'absorption entre 2005 et 2023. Il est passé de -17,8 tCO₂ eq à -8,1 tCO₂ eq.

En perspective des prochaines soumissions, des recommandations ont été faite pour l'amélioration de plusieurs points dont :

- Estimer les potentialités en carbone organique des sols à l'échelle nationale ;
- Elaborer un dispositif rigoureux d'évaluation de la matière organique morte (bois mort et litière) des forêts ;
- Collecter les données d'activités nécessaires pour une estimation complète des émissions non-CO₂ (CH₄ et N₂O) ;
- Evaluer l'impact réel des perturbations dans les absorptions/émissions de CO₂ dans les forêts ;
- Renforcer la gouvernance des forêts pour une gestion durable des forêts ;
- Améliorer les techniques et méthodes pour l'estimation des superficies brûlées ;
- Améliorer les techniques de collecte et de quantification de données sur l'extraction de bois issus de forêts l'exploitation forestière ;
- Elaborer les facteurs d'émissions par types de formations forestières dans le pays.

REFERENCES

Aubréville, A., 1957 - Accord à Yangambi sur la nomenclature des types africains de végétation. Bois et Forêts des Tropiques, (51) 23-27).

FAO. 2001. Evaluation des ressources forestières mondiales FRA 2000 – Rapport principal. Rome. <http://www.fao.org/forestry/fra2000report/en>.

FAO, 2002. Actes : Deuxième réunion d'experts sur l'harmonisation des définitions forestières à l'usage des différentes parties prenantes. Rome, 11-13 septembre 2002, OMM//GIEC/CIFOR/FAO/IUFRO /PNUE. Rome. <http://www.fao.org/docrep/005/y4171e/y4171e00.htm>

FAO, 2023. FRA 2025, Termes et Définitions. 31 pages.

GIEC, 2006. Méthodologies génériques applicables à diverses catégories d'affectation des terres : Lignes directrices 2006 pour l'inventaire des gaz à effet de serre. 71 p.

GIZ et DEFCCS, 2022. Cartographie et analyse des structures et des initiatives à fort impact sur la CDN foresterie. 66 p.

Martin Herold, Erika Romijn, Sandra Brown. 2015. Module 3.2 Données et lignes directrices sur l'élaboration des niveaux de référence REDD+ Matériels de formation à REDD+ mis au point par GOFC-GOLD, Université de Wageningen, FCPF de la Banque mondiale. 45 p.

Masota, A., Zahabu, E. And Malimbwi, R. 2018. Allometric biomass and volume models for Baobab trees. In : Malimbwi, R., Eid, T. and Chamshama, SAO editors. Allometric tree biomass and volume models in Tanzania. Morogoro : Department of forest resources assessment and management, Sokoine University of Agriculture.

Ministère de l'Environnement et de la transition écologique, 2022. Lettre de Politique du Secteur de l'Environnement, du Développement durable et de la Transition écologique 2022-2026.

KINOME, 2016. Mise en place du dispositif de suivi de biomasse / carbone & valorisation des gains carbone issus de la conservation des mangroves dans le delta du Saloum, Sénégal. 74 pages

Mbow et al., 2013. Allometric models for aboveground biomass in dry savanna trees of the Sudan and Sudan-Guinean ecosystems of Southern Senegal. J For Res (2014) 19:340–347.

Mokany, K., Raison, J.R. and Prokushkin, A.S. (2006). Critical analysis of root:shoot ratios in terrestrial biomes. Global Change Biology 12: 84-96.

KORA, 2016. Elaboration d'un modèle allométrique pour l'estimation des stocks de carbone de peuplements de filao du littoral nord du Sénégal. Mémoire de Master – AgrpParisTech Montpellier. 104 p.

ONU-REDD, UNITAR, 2018. Niveaux [d'émission] de référence des forêts dans le contexte de la REDD+ ? 20 p.

PROGEDE, 2002. Mise en place d'un Système d'Information Ecologique, Forestier et Pastoral – SIEF. Rapport de fin de mission. 184 p.

République du Sénégal, 2024. Sénégal 2050, Agenda national de Transformation

République du Sénégal, 2005. Politique forestière du Sénégal 2005-2025

République du Sénégal, 2018. Loi n° 2018-25 du 12 avril 2018 relatif au Code forestier

République du Sénégal, 2023. Loi n°2023-15 du 02 août 2023 relatif au Code de l'Environnement

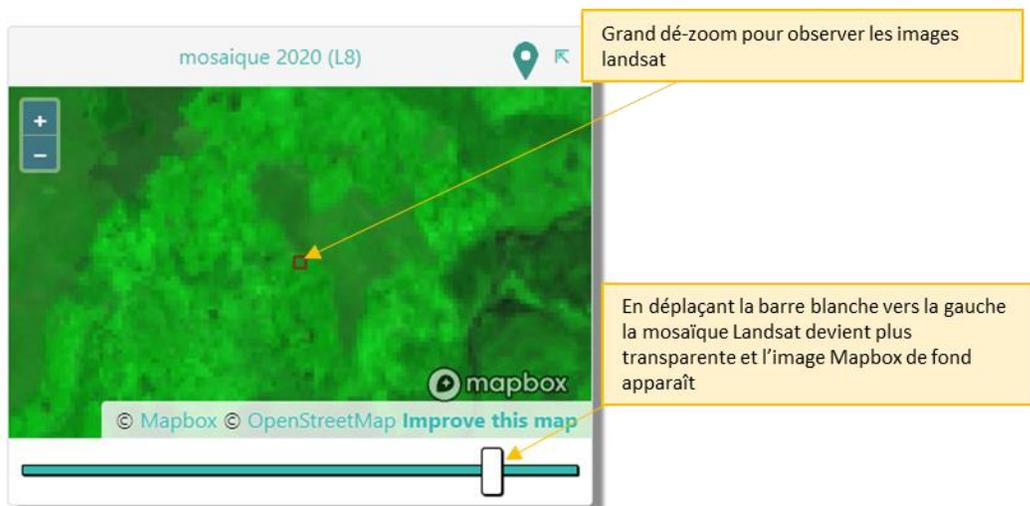
Trochain J.L., 1957 - Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. Bull. Inst. Et. Centrafric., no 13-14,55-93.

ANNEXES

Annexe 1. Outil LUA App

Geo-dash: Les mosaïques sont des images Landsat / Sentinel 2 / Planet superposées à un fond de carte Mapbox. Ces mosaïques permettent d'observer le changement dans le temps de la parcelle. Il faut dézoomer pour pouvoir observer le contexte. Les images Landsat ayant une résolution de 30m, Sentinel de 15m et Planet de 5m.

La barre sous l'image permet de rendre l'image satellitaire transparente pour voir la photo de fond. Attention : la photo de fond est la même pour toutes les années. Elle n'est là que pour donner une idée du contexte, mais n'aide pas dans l'identification de l'affectation pour l'année en question !



Annexe 1. 1. Les INDICES / INDEX

Les indices de végétation, humidité, présence d'eau aident à peaufiner notre interprétation des points. En particulier, ils permettent de confirmer une conversion ou dégradation observée dans les images. Les graphes avec un indice représentent la moyenne de tous les pixels qui tombent dans notre plot. Il faut donc se méfier lorsqu'on interprète un plot qui couvrent différents types de végétation, car le graph nous donnera seulement une moyenne de ce que l'on observe.

Annexe 1.1.1. Indice de végétation par différence normalisée-NDVI [sur GEE]

Le graphe de l'indice de végétation par différence normalisée est ici séparé en période pour faciliter l'interprétation. Les valeurs oscillent entre + 1.0 et -1.0. Les oscillations montrent un changement de saison. Ce graphe est censé nous aider à décider d'une conversion lors que les images nous enseignent un changement, mais que l'on n'est pas sûr. Il ne doit pas être interprété sans image à disposition.

| | | |
|---------|---------------------------------|---|
| 0-0.1 | Etablissement- Autre terre | Les zones de roche stérile, de sable ou de neige affichent généralement des valeurs NDVI très faibles (par exemple, 0,1 ou moins). |
| 0.2-0.5 | Prairie/savane – Terre cultivée | Une végétation clairsemée telle que des arbustes et des prairies ou des cultures sénescentes peuvent entraîner des valeurs NDVI modérées (environ 0,2 à 0,5). |
| 0.6-0.9 | Forêt | Des valeurs NDVI élevées (environ 0,6 à 0,9) correspondent à une végétation dense telle que celle trouvée dans les forêts tempérées et tropicales ou les cultures à leur stade de croissance maximal. |

https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php

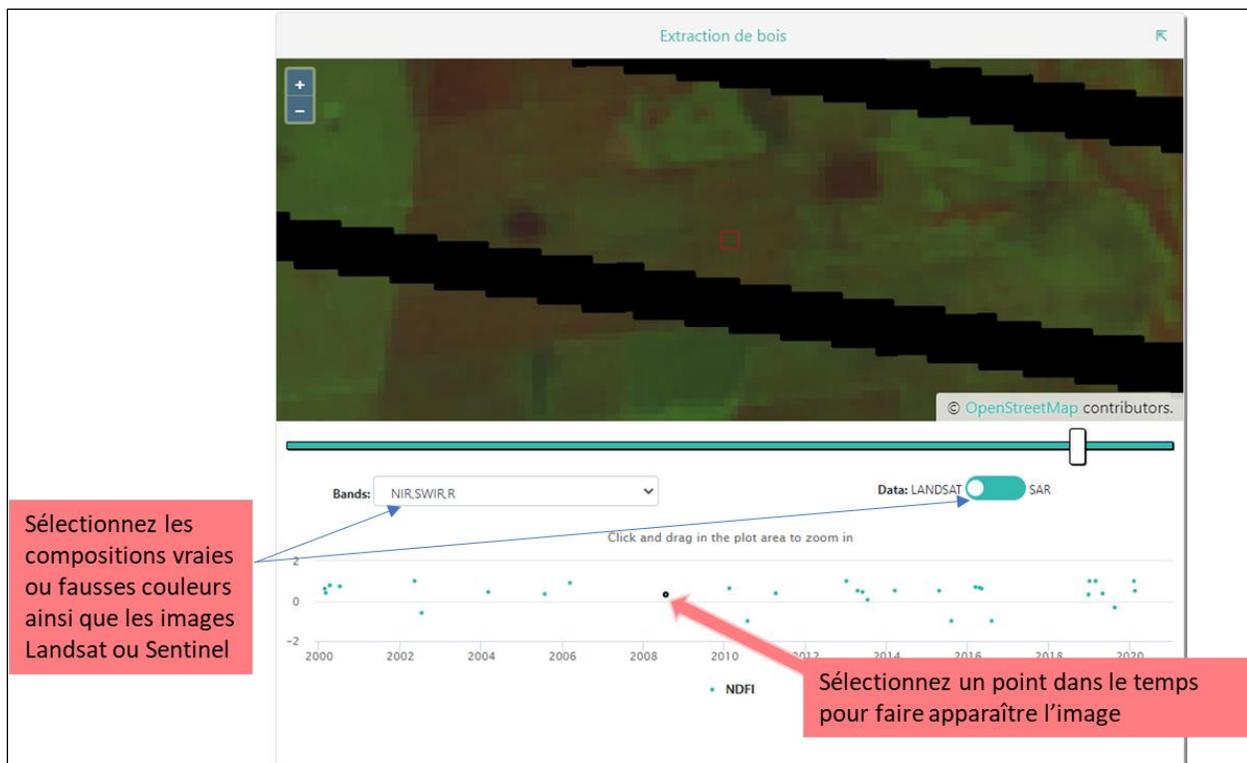


Annexe 1.1.2. Indice de fraction de différence normalisé - NDFI

Le panneau « Dégradation » donne des informations sur la perte de biomasse due à l'extraction de bois. Pour afficher l'image LANDSAT ou SENTINEL il faut cliquer sur un point dans le temps sur le graph NDFI en dessous. Le NDFI se lit de la manière suivante :

| | |
|--------------|--|
| +1 | Forêt intacte |
| -1 à 0 | Forêt brûlée ou dégradée due à l'extraction de bois |
| 0,5 | Extraction sélective de bois, dommage diffus de la canopée |
| R,G,B | Représente la composition vraie couleur |
| SWIR, NIR, R | Représente la composition fausse couleur |

Voir Manuel Collecte de données CEO, p.24



Annexe 1.1.3. Indice normalisé de différence d'humidité – NDMI [Sur GEE]

L'indice d'humidité par différence normalisée (NDMI) détecte les niveaux d'humidité dans la végétation en utilisant une combinaison de bandes spectrales proche infrarouge (NIR) et infrarouge à ondes courtes (SWIR). C'est un indicateur fiable du stress hydrique dans les cultures.

| | |
|-------------|--|
| -1 - -0.8 | Sol nu |
| -0.8 - -0.6 | Couverture canopée presque absente |
| -0.6 - -0.4 | Très faible couverture canopée |
| -0.4 - -0.2 | Couverture canopée faible sèche ou très faible couverture canopée humide |
| -0.2 - 0 | Couverture canopée moyenne faible avec haut stress en eau OU couverture canopée faible et faible stress en eau |
| 0 - 0.2 | Couverture canopée moyenne avec haut stress en eau OU couverture canopée moyenne-faible et faible stress en eau |
| 0.2 - 0.4 | Couverture canopée moyenne à haute avec haut stress en eau OU couverture canopée moyenne et faible stress en eau |
| 0.4 - 0.6 | Haute couverture canopée, aucun stress en eau |
| 0.6 - 0.8 | Très Haute couverture canopée, aucun stress en eau |
| 0.8 - 1 | Couverture canopée total, aucun stress en eau |

<https://eos.com/make-an-analysis/ndmi/>

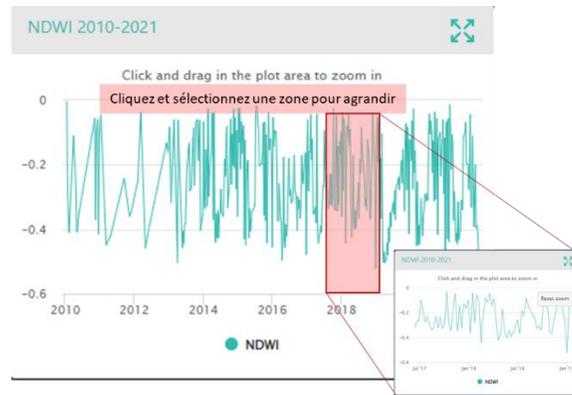
Annexe 1.1.4. Indice de contenu en eau de la végétation – NDWI

Le produit NDWI est sans dimension et varie entre -1 et +1, en fonction de la teneur en eau des feuilles mais aussi du type de végétation et du couvert. Les valeurs élevées de NDWI correspondent à une teneur élevée en eau de la végétation et à une couverture de fraction végétale élevée. Les faibles valeurs NDWI correspondent à une faible teneur en eau de la végétation et à une faible couverture de fraction végétale. En période de stress hydrique, NDWI diminuera.

https://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/factsheets/factsheet_ndwi.pdf

| | |
|------------|---|
| 0.2 - 1 | Surface avec eau |
| 0.0 - 0.2 | Inondation ou humidité |
| -0.3 - 0.0 | Sécheresse modérée ou surface non aqueuse |
| -1 - -0.3 | Sécheresse, surface non aqueuse |

<https://eos.com/make-an-analysis/ndwi/>



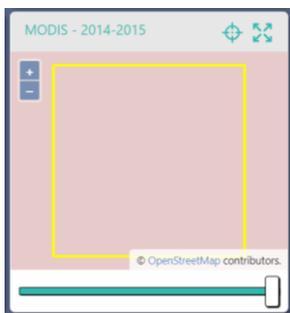
Annexe 2. FEU - image de MODIS

AQUA MODIS (MYD14A2.061: Aqua Thermal Anomalies & Fire 8-Day Global 1km)

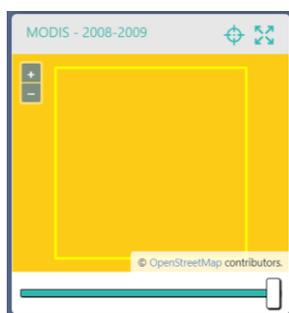
Présente la confiance qu'un feu a été détectée. La résolution est de 1km donc il se peut qu'un petit feu ne soit pas détecté ou que la proportion soit amplifiée.

| | |
|---|---------------------------------|
|  | Peu de confiance détection feu |
|  | Moyenne confiance détection feu |
|  | Haute confiance détection feu |

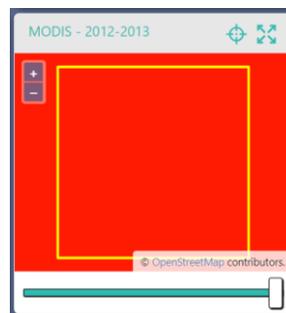
Chaque image MODIS représente 24 mois. Il faut indiquer la deuxième année dans le questionnaire lorsqu'un feu est visible sur l'image.



Faible probabilité de feu



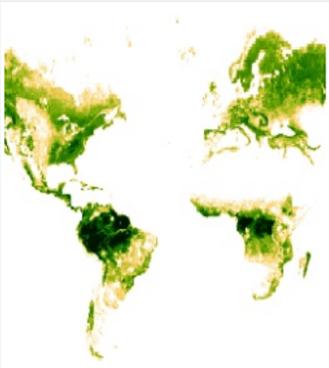
Moyenne probabilité de feu



Haute probabilité de feu

Annexe 3. Hauteur des arbres – CANOPY HEIGHT 0-45m

Global Forest Canopy Height, 2005 🔖



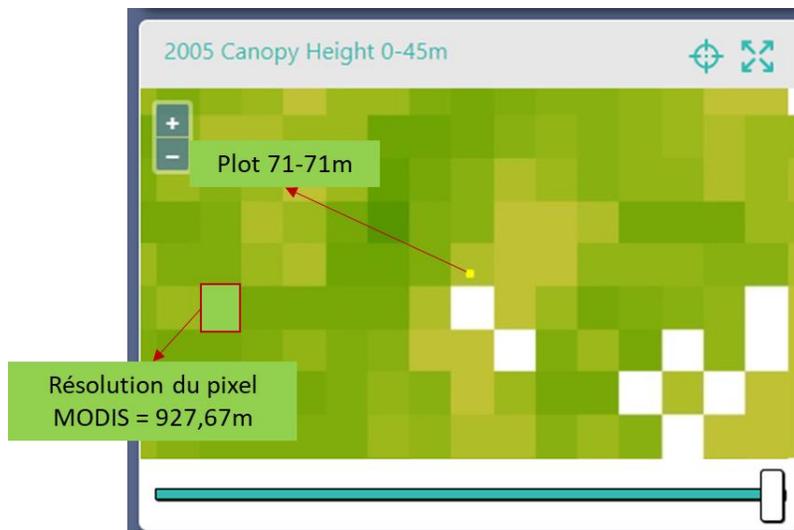
Dataset Availability
2005-05-20T00:00:00Z–2005-06-23T00:00:00

Dataset Provider
[NASA/JPL](#)

Earth Engine Snippet
`ee.Image("NASA/JPL/global_forest_canopy_height_2005")` 🔗

Tags

Cet ensemble de données représente la hauteur globale des arbres en se fondant sur une fusion de données lidar spatiales (2005) du Geoscience Laser Altimeter System (GLAS) et de données géospatiales auxiliaires. Voir Simard et coll. (2011) pour plus de détails. Résolution de 927,67 m. Plus le vert est foncé plus les arbres sont hauts. Ces informations représentent l'état des arbres en 2005 seulement !

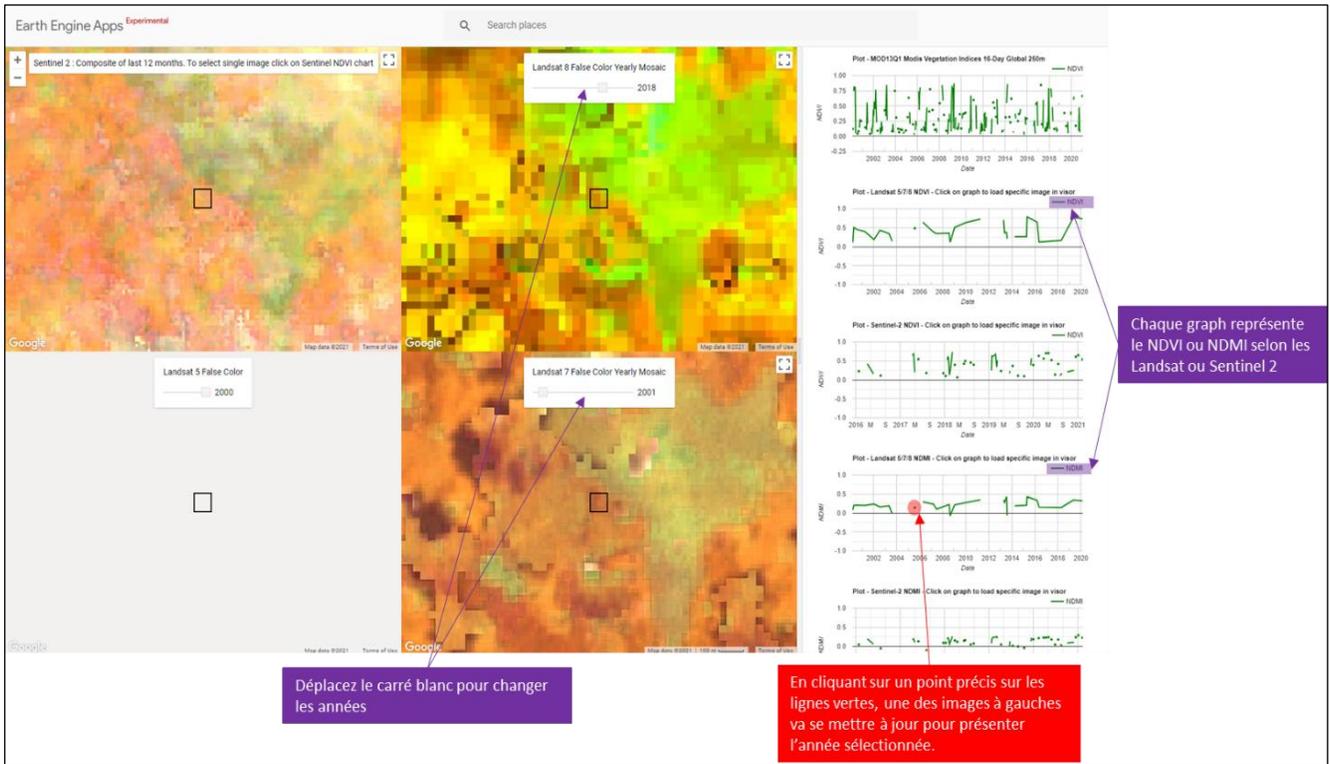


Annexe 4. Google earth engine [06.03.204 EN PANNE]

(onglet « Go to GEE Script »)

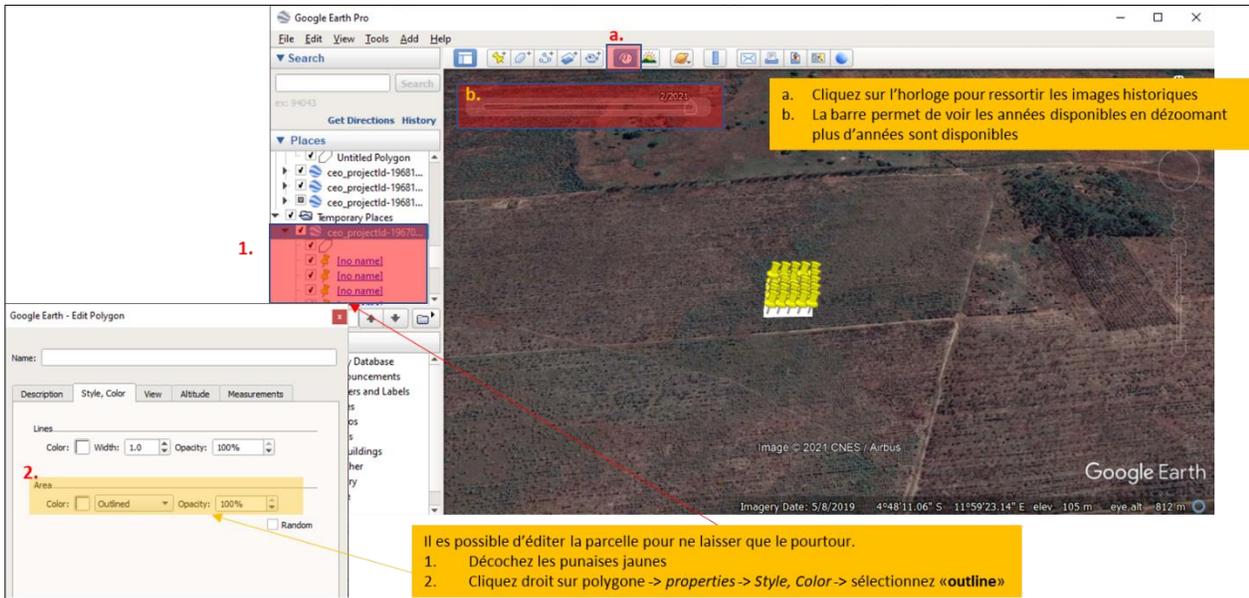
Cet onglet présente des images de Sentinel 2 (composite des 12 derniers mois), Landsat 8 entre 2013 et 2020, Landsat 7 entre 2000 et 2017 et Landsat 5 entre 1984 et 2000 (peu d'images disponibles).

Sur le côté droit, il y a une représentation graphique des NDVI et NDMI pour chaque groupe de satellite (Sentinel et Landsat). Les années disponibles changent d'un graphe à l'autre. Aucune information n'est disponible avant 2000. En cliquant sur un point spécifique sur le graphe, une des images à gauche va présenter l'image liée à cet indice.

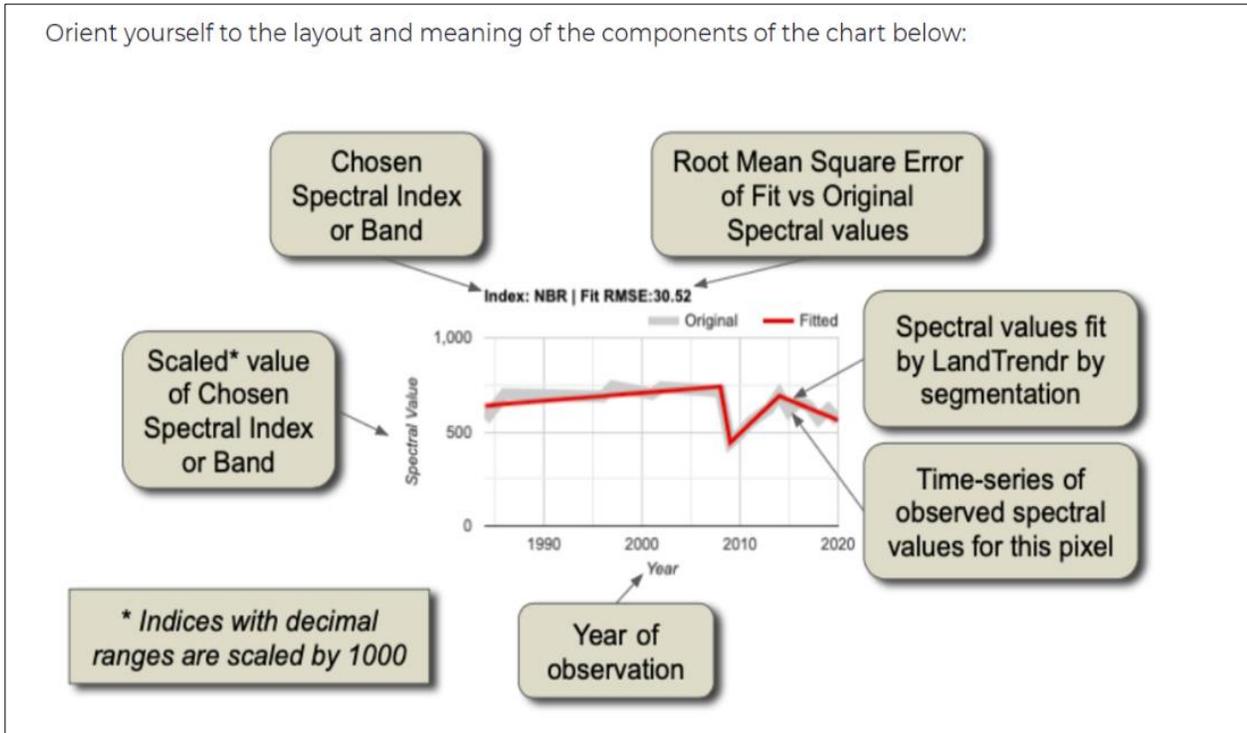


Annexe 5. Google earth

En téléchargeant le « download Plot KLM » vous pouvez ouvrir Google Earth. Google Earth permet de visualiser des images à haute résolution et à différent moment dans le temps. Pour cela, il faut ouvrir la petite horloge et en jouant avec le zoom et dézoomé différentes années seront disponibles pour observer la parcelle.



Source: https://openmrv.org/en/w/modules/mrv/modules_2/landtrendr#14-landtrendr-application



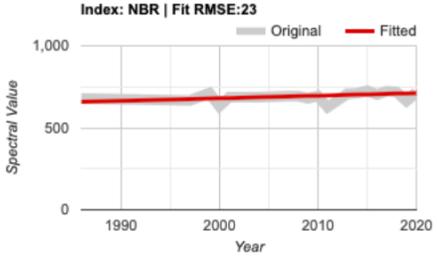
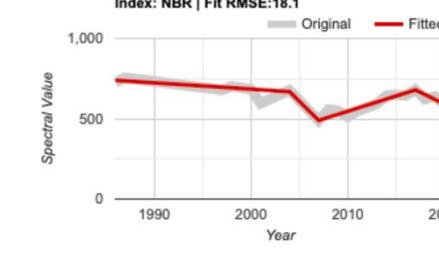
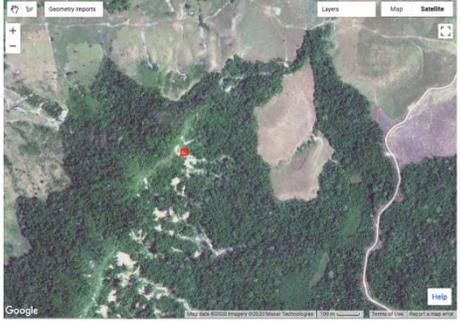
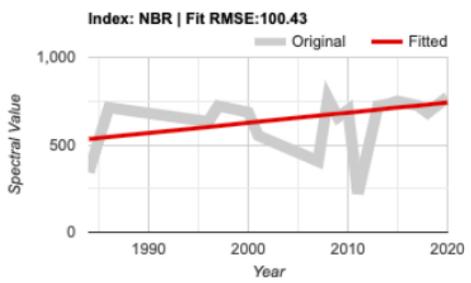
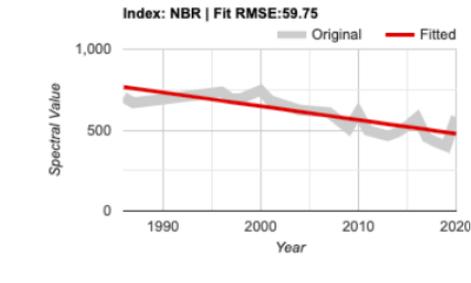
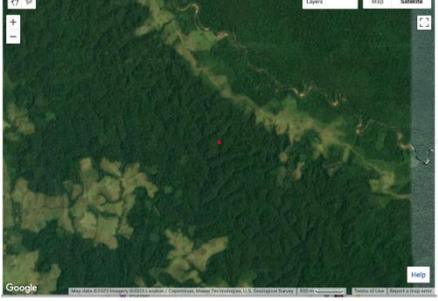
La *ligne grise* représente la trajectoire des *valeurs spectrales observées (mesurées)* pour le pixel. Les valeurs sont extraites des collections d’images avec des propriétés qui définissent la fenêtre de date et les années de la collection. **Nous les appelons les valeurs spectrales « source ».**

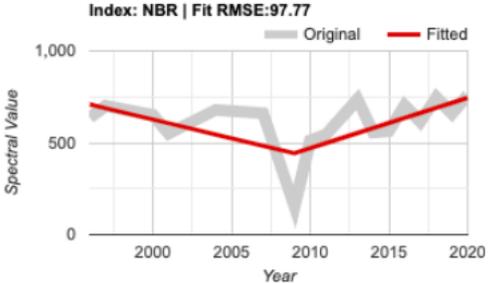
La *ligne rouge* montre ce que les algorithmes ont décidé être la *meilleure segmentation temporelle* à travers ces valeurs observées. Ceci est fonction des paramètres d’ajustement du modèle de segmentation. **Nous les appelons les valeurs spectrales « ajustées ».**

L’indice par défaut utilisé est le « NBR » ou taux de **combustion normalisé**. Comme l’indice de végétation par différence normalisée (NDVI) plus familier, le NBR augmente lorsqu’il y a plus de végétation dans un pixel et diminue lorsqu’il y a plus de sol visible dans le pixel.

Trajectoire B5: La bande 5 fait référence au numéro de bande des satellites Landsat 5 et 7, où la bande 5 était la bande infrarouge à ondes courtes (centrée à environ 1,65 micromètre). La bande 5 monte quand il y a plus de terre, et descend quand il y a plus de végétation.

Pour les perturbations forestières, utilisez une combinaison NBR, NDVI et B5.

| | | |
|------------------------|--|--|
| <p>Good fit</p> | <p align="center">Forêt stable</p>  <p align="center">Index: NBR Fit RMSE:23</p> | <p align="center">Forêt avec dégradation</p>  <p align="center">Index: NBR Fit RMSE:18.1</p> |
| |  |  |
| <p>Bad fit</p> | <p align="center">Bruit dans le signal « source »</p> | <p align="center">Mauvais ajustement</p> |
| |  <p align="center">Index: NBR Fit RMSE:100.43</p> |  <p align="center">Index: NBR Fit RMSE:59.75</p> |
| |  | <p>À partir de ce seul signal, il semble que la végétation perde de sa vigueur très lentement au fil du temps, mais la cause n'est pas claire. La zone semble être dans un pâturage (non montré ici), et il se peut que le changement dans la vigueur de la végétation reflète un changement dans la gestion, le pâturage ou les pratiques de récolte.</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>Quelque période cohérente et d'autres ou la source (gris) varie beaucoup.</p> <p>La photo suggère que cette zone n'est probablement pas un type dynamique - les nuages ou les ombres nuageuses polluent-ils le signal spectral.</p> <p>ATTENTION : Premier et dernier points d'observation. Alors que toutes les autres observations ont une autre observation extérieure qui la flanque pour aider à déterminer si elle est inhabituelle, la première et la dernière observation n'ont pas une telle ancre extérieure. Ainsi, les algorithmes n'ont pas d'autre choix que de croire ces observations, et l'ajustement peut être grossièrement affecté.</p> |  <p>Index: NBR Fit RMSE:97.77</p> <p>Bien qu'il diminue et se rétablisse rapidement, la chute abrupte de 2007 à 2009 est probablement une perturbation.</p> <p>Alors que l'algorithme croyait qu'il y avait un déclin, il n'a pas permis la récupération rapide, et a plutôt forcé un segment de perturbation de longue durée sur la première moitié de la série chronologique.</p> |
|--|--|---|

Annexe 7. Liste des experts ayant participé à l'atelier de formation sur CfRN LUA APPI

| N° | Nom et Prénom | Sexe (M/F) | Institution | Email | 10/9/2023 | 10/10/2023 | 10/11/2023 | 10/12/2023 | 10/13/2023 |
|-----------------------------------|------------------------------|------------|---------------------------------|------------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | Colonel Major Baïdy BA | M | Director DEFCCS | baidyba99@gmail.com | oui | non | non | oui | non |
| 2 | Salif BA | M | DREEC/ Kaolack | b_salif@yahoo.fr | oui | oui | oui | oui | oui |
| 3 | Djibril DIAGNE | M | Platform CCASA DA/MAERSA Comolo | diagneagro@gmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 4 | Malick DIATTA | M | BAE/ DEFCCS | jattamalick5@gmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 5 | Babacar DIONE | M | Deputy Director DEFCCS | babacardione395@yahoo.fr | non | non | non | non | oui |
| 6 | Mady DIOP | M | Consultant | madydp@yahoo.fr | oui | non | non | non | non |
| 7 | Mariama DIOP | F | Phd Student at ISE | remadiop4@gmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 8 | Ndeye Mareme Sene DIOP | F | DEEC/ DCC/ MEDDTE | ndeyemaremesene19@gmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 9 | Pape Ibrahima DIOUF | M | DEFCCS/ REIEE | papediouf2008@gmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 10 | Babacar FALL | M | BIC/ Sédhiou | bf377@yahoo.fr | oui | oui | oui | oui | oui |
| 11 | Médare GNING | M | INP/DFRS | medare85@hotmail.fr | oui | oui | oui | oui | oui |
| 12 | Mamadou KORA | M | Chief BCC / DEFCCS | mamadoukora@yahoo.fr | oui | oui | oui | oui | oui |
| 13 | Ousmane LO | M | Chef DAPF de IREF/ KDG | onoreynilo@gmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 14 | Cheikh Mame Mor MBODJ | M | Project Manager CSE Dakar | mamemormbodji@cse.sn | oui | oui | oui | oui | oui |
| 15 | Abdou NDIAYE | M | IREF Thiès | ndiaye.env@gmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 16 | Bineta NDIAYE | F | Chief DEFCCS Mbour | njaaybinta@yahoo.fr | oui | oui | oui | oui | oui |
| 17 | Mamadou NDOUR | M | Intern DEFCCS | ndour-lhomme@hotmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 18 | Amsatou NIANG | M | REDD+ Consultant | aniang0@gmail.com | oui | non | non | non | non |
| 19 | Basile SAGNA | M | DEA/ DPN Dakar | docabass@yahoo.fr | oui | oui | oui | oui | oui |
| 20 | Mady Racine SAGNA | M | CMOPABF Thiès | racinesagna@gmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 21 | Moussa SAMB | M | DAMCP/ SE | smoussa71@yahoo.fr | oui | oui | oui | oui | oui |
| 22 | Colonel Modou Moustapha SARR | M | DEFCCS/Chief DAPF | modoumoustaphasarr@gmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 23 | Madické SECK | M | Projet Manager Oceanium | madicke.seck@oceanium.sn | oui | oui | oui | oui | oui |
| 24 | Pape Oumar SECK | M | BIC Kaolack | papeseck2019@yahoo.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 25 | Amadou SOW | M | DEEC/ DCC | asowema96@gmail.com | oui | oui | oui | oui | oui |
| 26 | Mariétou TENDENG | F | DPF/DEFCCS | mtendeng02@gmail.com | non | oui | oui | non | non |
| 27 | Dado WAGUE | F | DEFCCS Dakar | dadswague@gmail.com | oui | oui | non | oui | oui |
| FEMALES = 5 MALES = 22 | | | | | TOTAL | | | | |
| | | | | | 25 | 23 | 22 | 23 | 23 |

Annexe 8. Liste des experts nationaux ayant participé aux opérations de collecte de données

| N° | Project | Interpreter | Sexe (M = Homme, F = Femme) | Institution | Email |
|----|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---|
| 1 | Salif | Lamine DIATTA | M | DEEC | l.diatta@hotmail.com |
| 2 | Sakoura | Sakoura Badiane | M | DEFCCS Dakar | badianesakoura@gmail.com |
| 3 | Djibril | Djibril DIAGNE | M | Platform CCASA DA/MAERSA Comolo | diagneagro@gmail.com |
| 4 | Malick | Malick DIATTA | M | BAE/ DEFCCS | bamilk78@gmail.com |
| 5 | Ndeye Mareme Sene | Babacar Senghor | M | DEFCCS | bs06senghor@gmail.com |
| 6 | Mariama | Fatou Bintou Khadjata DIOP | F | DEFCCS | bkdiop51@gmail.com |
| 7 | Pape Ibrahima | Pape Ibrahima DIOUF | M | DEFCCS/ REIEE | papediouf2008@gmail.com |
| 8 | Babacar | Babacar FALL | M | BIC/ Sédhiou | bf377@yahoo.fr |
| 9 | Medare | Abdoulaye DIONE | M | DEFCCS | abdoulayedione69@gmail.com |
| | | Omar FAYE | M | DEFCCS | fayeramo93@gmail.com |
| 10 | Mamadou Kora | Mamadou KORA | M | Chief BCC / DEFCCS | modoukora1234@gmail.com |
| 11 | Ousmane | Ousmane LO | M | Chef DAPF de IREF/ KDG | onoreynilo@gmail.com |
| 12 | Cheikh Mame Mor | Mamadou Welle | M | CSE | elmawelle@yahoo.fr |
| 13 | Bineta | Bineta NDIAYE | F | Chief DEFCCS Mbour | njaaybinta@yahoo.fr |
| 14 | Abdou | Abdou NDIAYE | M | IREF Thiès | ndiaye.env@gmail.com |
| 15 | Mamadou Ndour | Mamadou NDOUR | M | Intern DEFCCS | ndour-lhomme@hotmail.com |
| 16 | Mady Racine | Mady Racine SAGNA | M | CMOPABF Thiès | racinesagna@gmail.com |
| 17 | Basile | Basile SAGNA | M | DEA/ DPN Dakar | docabass@yahoo.fr |
| 18 | Moussa | Moussa DIARRA | M | DEFCCS | diarradr114@gmail.com |
| | | Abdoulaye SALL | M | DAMCP | abdoulaysall7@gmail.com |
| 19 | Ndéye Kany | Mamadou KAMBAYE | M | DSEFS/DEFCCS | kambayemamadou89@gmail.com |
| 20 | Colonel Modou Moustapha | Colonel Modou Moustapha SARR | M | DEFCCS/Chief DAPF | modoumoustapha.sarr@environnement.gouv.sn |
| 21 | Pape Oumar | Pape Oumar SECK | M | BIC Kaolack | papeseck2019@yahoo.com |
| 22 | Madické | Madické SECK | M | Projet Manager Oceanium | ndagaseck@yahoo.fr |
| 23 | Mariétou | Mariétou TENDENG | F | DPF/DEFCCS | mtendeng02@gmail.com |
| | | Malick DIALLO | M | DEFCCS | milkdiallo1@gmail.com |
| 24 | Dado | Dado WAGUE | F | DEFCCS Dakar | dadswague@gmail.com |
| | | Oumar CAMARA | M | DEFCCS | camou.oumar@gmail.com |

Male: 24
Female: 4

Annexe 9. Contenu du 1^{er} atelier de collecte de données

| Jour / Date | Thème | Responsable |
|-------------------------------------|--|-------------------|
| Jour 1 / 11 mars | | |
| 08 : 30 | Arrivée et enregistrement des participants | DEFCCS/CfRN |
| 09 : 00 – 09 : 20 | Ouverture et lancement des travaux | DEFCCS/CfRN |
| 09 : 20 – 10 : 00 | Projet de Collecte - CfRN LUA App | CfRN |
| 10 : 00 – 10 : 40 | Protocole et Clés d'interprétation | DEFCCS |
| Pause – 10 : 40 à 11 : 10 | | |
| 11 : 10 – 13 : 00 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Déjeuner – 13 : 00 à 14 : 00 | | |
| 14 : 00 – 16 : 30 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Jour 2 / 12 mars | | |
| 09 : 00 – 10 : 00 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Pause – 10 : 00 à 10 : 30 | | |
| 10 : 30 – 13 : 00 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Déjeuner – 13 : 00 à 14 : 00 | | |
| 14 : 00 – 16 : 30 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Jour 3 / 13 mars | | |
| 09 : 00 – 10 : 00 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Pause – 10 : 00 à 10 : 30 | | |
| 10 : 30 – 13 : 00 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Déjeuner – 13 : 00 à 14 : 00 | | |
| 14 : 00 – 16 : 30 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Jour 4 / 14 mars | | |
| 09 : 00 – 10 : 00 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Pause – 10 : 00 à 10 : 30 | | |
| 10 : 30 – 13 : 00 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Déjeuner – 13 : 00 à 14 : 00 | | |
| 14 : 00 – 16 : 30 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Jour 5 / 15 mars | | |
| 09 : 00 – 10 : 00 | Collecte de données | Experts nationaux |
| Pause – 10 : 00 à 10 : 30 | | |
| 10 : 30 – 12 : 00 | Collecte de données | Experts nationaux |
| 12 : 00 – 13 : 00 | Contrôle de Qualité | CfRN |
| 13 : 00 – 13 : 30 | Clôture | DEFCCS/CfRN |
| Déjeuner – 13 : 30 à 14 : 30 | | |

Annexe 10. Contenu du 2nd atelier de collecte de données

| Jour / Date | Thème | Responsable |
|-------------------------------------|--|---|
| Jour 1 / 15 avril 2024 | | |
| 08 : 00 – 09h | Arrivée et enregistrement des participants | DEFCCS/DIAPOL-GIZ |
| 09 : 00 – 09 : 20 | Cérémonie d’ouverture | Centre FoReT DEFCCS DIAPOL |
| 09 : 20 – 10 : 00 | - Etat d’avancement de la collecte & contrôle qualité - Prise en main de l’outil - CfrN LUA App | Eloïse (CfrN) Facilitateur |
| 10 :00 – 10 : 40 | Revue du protocole de collecte de et Clés d’interprétation | Lt-Cl Modou Moustapha SARR Cdt. Mamadou KORA Facilitateur |
| Pause – 10 : 40 à 11 : 10 | | |
| 11 :10 – 13 :00 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Déjeuner – 13 : 00 à 14 : 00 | | |
| 14 : 00 – 16 : 30 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Jour 2 / 16 avril 2024 | | |
| 09 : 00 – 10 : 00 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Pause – 10 : 00 à 10 : 30 | | |
| 10 : 30 – 13 : 00 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Déjeuner – 13 : 00 à 14 : 00 | | |
| 14 : 00 – 16 : 30 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Jour 3 / 17 avril 2024 | | |
| 09 : 00 – 10 : 00 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Pause – 10 : 00 à 10 : 30 | | |
| 10 : 30 – 13 : 00 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Déjeuner – 13 : 00 à 14 : 00 | | |
| 14 : 00 – 16 : 30 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Jour 4 / 18 avril 2024 | | |
| 09 : 00 – 10 : 00 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Pause – 10 : 00 à 10 : 30 | | |
| 10 : 30 – 13 : 00 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Déjeuner – 13 : 00 à 14 : 00 | | |
| 14 : 00 – 16 : 30 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| Jour 5 / 19 avril 2024 | | |
| 09 : 00 – 10 : 00 | Collecte de données | Facilitateur Participants |

| Jour / Date | Thème | Responsable |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Pause – 10 : 00 à 10 : 30 | | |
| 10 : 30 – 12 : 00 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| 12 : 00 – 13 : 00 | Collecte de données | Facilitateur Participants |
| 13 : 00 – 13 : 30 | Clôture | Centre FoReT DEFCCS DIAPOL-GIZ |
| Déjeuner – 13 : 30 à 14 : 30 | | |