



République du Sénégal

Un Peuple – Un But- Une Foi



**Niveau de Référence pour les Forêts (NRF) du
Sénégal**

Juin 2025

PRÉFACE

Le Sénégal s'est inscrit très tôt dans une dynamique de conservation et de valorisation de ses forêts. Déjà, avant son accession à la souveraineté internationale, la politique de conservation de la biodiversité et des forêts s'est matérialisée par la valorisation d'habitats à haute valeur écologique (forêts classées, parcs nationaux, réserves).



Cette politique vise globalement à garantir, d'une part, l'intégrité physique d'écosystèmes fragiles, et d'autre part, maintenir la chaîne de production de biens et services écosystémiques essentiels à l'amélioration des conditions de subsistance des citoyens.

À cheval entre les zones climatiques soudaniennes et sahéliennes, à l'extrême ouest du continent africain, notre pays fait face à des épisodes fréquents de sécheresse qui mettent les écosystèmes forestiers et les bases productives dans une situation de vulnérabilité critique.

Étendues sur un peu plus de neuf millions d'hectares, les ressources forestières contribuent qualitativement à l'amélioration des conditions de vie des populations et constituent une niche importante pour procurer de la richesse à des centaines de milliers de nos concitoyens. Ainsi, en vue de garantir la durabilité de la fourniture de biens et services forestiers notamment l'approvisionnement correct du marché en combustibles domestiques, le Sénégal s'est résolument engagé à dérouler, exclusivement, l'exploitation forestière dans les forêts aménagées. Avec 1 200 000 ha de forêts naturelles aménagées pour la production du bois de chauffe et de service, et du charbon de bois, le secteur des forêts contribue à hauteur de 45% à la satisfaction des besoins pour l'énergie de cuisson.

Toutefois, il est important de noter que l'avancée de la déforestation, la persistance de l'exploitation clandestine des ressources, le non-respect des prescriptions techniques des plans d'aménagement, la récurrence et l'intensité des feux de brousse, et la persistance de la sécheresse entraînent l'érosion de la biodiversité, la fragmentation des habitats et la dégradation des forêts du Sénégal.

C'est dans ce contexte qu'intervient l'élaboration de ce premier Niveau de Référence pour les Forêts (NRF) pour, qu'enfin, une trajectoire historique fiable soit connue de la dynamique de nos ressources forestières à l'échelle nationale.

Sa réalisation a pu être possible avec l'assistance technique et financière de la Coalition des Nations pour les forêts tropicales (*CfRN*). Au nom du Gouvernement du Sénégal, j'exprime ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à l'endroit de toute l'équipe de la CfRN pour la qualité de l'assistance apportée à notre pays. Ce rapport a, ainsi, été élaboré suivant les décisions et méthodologies adoptées par la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques dans un cadre fédérateur ayant permis la participation de toutes les parties prenantes essentielles à la gestion des forêts, de la biodiversité et des terres.

... / ...

Sa soumission intervient dans un contexte politique marqué par l'adoption de la VISION SENEGAL 2050, le référentiel des politiques publiques du Sénégal, à travers lequel les forêts sont placées au cœur des politiques environnementales pour une atténuation accrue du changement climatique. Les précieux résultats obtenus de l'étude serviront de repères pour l'élaboration de politiques et de mesures efficaces pour faire face aux enjeux de l'heure.

En effet, une déforestation nette annuelle de 11 536,1 ha a été estimée sur la période de référence (2011-2020). Cette situation causée, en grande partie, par l'expansion des terres de cultures, nous interpelle pour un changement de paradigme dans nos politiques de mise en valeur des terres. Nous devons réinventer nos approches pour une cohabitation harmonieuse entre les différentes formes d'utilisations des terres.

La trajectoire historique des émissions/absorptions confirme le secteur des forêts comme un puits de carbone. Cependant, en passant d'un potentiel d'absorption de -12 130 303 tCO₂ eq, en 2011, à -6 137 164 tCO₂ eq., en 2020, nos forêts perdent annuellement 599 314 tCO₂ eq.an⁻¹. Ce constat est une alerte qui nous interpelle pour une urgence d'agir afin d'inverser les tendances de déforestation et de la dégradation des forêts.

Par conséquent, je lance un appel solennel à tous les partenaires techniques et financiers du Sénégal à nous rejoindre sur le terrain de l'action afin de freiner la dynamique de dépréciation de la qualité de nos forêts.

Je ne saurais terminer sans exprimer ma fierté à l'endroit de l'expertise nationale mobilisée pour l'aboutissement de cette initiative. Le Ministère de l'Environnement et de la Transition écologique, par ma voix, est reconnaissant à votre égard pour le sens élevé du sacerdoce consenti pour le pays.

**Le Ministre de l'Environnement
et de la Transition écologique.**



Pr. Daouda NGOM

CONTRIBUTEURS¹

Pour le Sénégal

Prénom et nom	Structure	Fonction	Email
Madeleine Diouf SARR	Direction du Changement climatique de la Transition écologique et des Financements verts (DCCTEFV)	Directrice	rosemadiouf@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 de l'élaboration du NRF Sénégal	mamadou.kora@outlook.fr
Modou Moustapha SARR	DEFCCS	Analyste spatial, Photo-interprète.	sarrtapha@hotmail.com
Lamine DIATTA	DCCTEFV	Chef de l'Unité de Rapportage et de Vérification	L.diatta@hotmail.com

Pour la 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 FERNANDEZ	CfrN	Directeur du MNV	javier@cfrn.org
Jonathan LOPEZ	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
Luz Milena NIÑO	CfrN	Experte en IGES et REDD+	milena@cfrn.org
Tosi MPANU MPANU	CfrN	Directeur Régional	tosi@cfrn.org

¹ Photo: <https://africavera.it/articolo/il-senegal-e-una-terra-che-incanta-per-la-sua-bellezza-naturale-la-sua-ricca-storia-e-la-sua-cultura-vibrante-dalle-sabbie-dorate-delle-sue-spiagge-ai-paesaggi-selvaggi-delle-riserve-naturali-passando-per-le-citta-storiche-e-i-siti-unesco-il-paese-de>

TABLE DES MATIERES

CONTRIBUTEURS.....	iv
REMERCIEMENTS.....	x
ACRONYMES ET ABREVIATIONS	xi
LISTE DES FIGURES	xiii
LISTE DES TABLEAUX.....	xv
LISTE DES ANNEXES	xviii
RESUME EXECUTIF.....	19
Contexte	19
Méthodologie	19
Résultats obtenus NRF.....	21
Superficie forestière	21
Conversion de forêts	21
Perte de forêts.....	22
Gains de forêts.....	23
Émissions/absorptions sur la période de 2011-2020	24
Niveau de Référence pour les Forêts (NRF).....	25
Flexibilités et perspectives	26
1 INTRODUCTION	27
1.1 Contexte national.....	27
1.2 Cadre institutionnel et législatif.....	27
2 DEFINITIONS OFFICIELLES	29
2.1 Forêt.....	29
2.2 Déforestation et dégradation forestière.....	29
2.3 Renforcement des stocks de carbone forestiers	30
3 APPROCHES METHODOLOGIQUES ET PROCEDURES	30
3.1 Informations utilisées pour construire le NRF	30
3.1.1 Échelle	30

² Photo : <https://africavera.it/articolo/il-senegal-e-una-terra-che-incanta-per-la-sua-bellezza-naturale-la-sua-ricca-storia-e-la-sua-cultura-vibrante-dalle-sabbie-dorate-delle-sue-spiagge-ai-paesaggi-selvaggi-delle-riserve-naturali-passando-per-le-citta-storiche-e-i-siti-unesco-il-paese-de>

3.1.2	Période de référence et série historique	30
3.1.3	Réservoirs	31
3.1.4	Gaz inclus	32
3.2	Activités REDD+	32
3.3	Suivi de la dynamique des ressources forestières	33
3.3.1	Représentation des terres et définitions	33
3.3.1.1	Les six catégories du GIEC	33
3.3.1.2	Définition d'une nomenclature et classes nationales pour la représentation des terres	34
3.4	Données d'activité et dynamique d'affectation des terres	38
3.4.1	Plan d'échantillonnage	38
3.4.2	Conversions possibles et impossibles	40
3.4.3	Classification des placettes multi-affectation	41
3.4.3.1	Hierarchie pour la classification de l'utilisation des terres	41
3.4.3.2	Cas de superposition d'utilisations des terres	43
3.4.4	Perturbations et émissions dues aux feux de brousse	45
3.4.5.	Clés pour l'identification des objets et l'interprétation des images	46
3.4.5.1	Caractéristiques d'interprétation des images	46
3.4.5.2	Terres forestières	49
3.4.5.3	Terres cultivées	54
3.4.5.4	Prairies	58
3.4.5.5	Terres humides	59
3.4.5.6	Etablissements	59
3.4.5.7	Autres terres	61
3.4.5.8	Exemples d'interprétation	63
3.4.5.9	Formations pédologiques particulière	68
3.4.5.10	Dynamique des feux de brousse dans les terres forestières	69
3.4.5.11	Dynamique de l'exploitation des forêts au Sénégal	70
3.5	Organisation de la collecte	72
3.5.1	Organisation de l'atelier des experts collecteurs	72

3.5.1.1 Rôles et tâches	72
3.5.1.2 Durée de la collecte de données	72
3.5.2 Collecte de données sur un projet	73
3.5.2.1 Identification de la parcelle échantillon et ses informations	73
3.5.2.2 Identification de l'utilisation de la parcelle-échantillon au cours de la dernière année.....	74
3.6. Analyse des parcelles	75
3.6.1 Analyse des parcelles (Superficies)	75
3.6.2 Contrôle de qualité	77
3.6.2.1 Contrôle de qualité pendant et après la collecte de données	77
3.6.2.2 Erreur d'interprétation	79
3.7 Inventaire forestier national.....	80
3.7.1 Dispositif national : distribution et variables mesurées.....	81
3.7.2 Estimation de la biomasse aérienne et souterraine	83
3.8. Estimation des facteurs d'émission et d'absorption.....	83
3.8.1 Variations annuelles des stocks de carbone pour la totalité du secteur.....	83
3.8.2 Variations annuelles des Stocks de carbone pour une catégorie d'affectation des terres.....	84
3.8.3 Variations annuelles des Stocks de carbone pour une strate de catégorie d'affectation des terres	84
3.8.4 Variations annuelles des Stocks de carbone pour un pool particulier	84
3.8.5 Variations annuelles des Stocks de carbone de la biomasse des terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres (méthode gains-pertes)	85
3.8.5.1 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	85
Fraction de carbone	86
Dynamique des superficies des terres forestières restant terres forestières non perturbées	86
3.8.5.2 Gains annuels moyens de biomasse.....	87
Croissance annuelle moyenne de la biomasse	88
Croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne et souterraine après régénération	88

Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	89
3.8.5.3 Diminutions annuelles des stocks de carbone dues aux pertes de biomasse dans les terres restant dans la même catégorie d'affectation des terres	89
3.8.5.4 Pertes annuelles de la biomasse dues à l'extraction de bois	90
Quantité de bois extrait des terres forestières	90
Série historique de la quantité de bois extrait des terres forestières	91
Facteur de conversion et d'expansion de la biomasse.....	91
3.8.5.5 Pertes annuelles de la biomasse dues à l'extraction de bois de chauffage	91
3.8.5.6 Pertes annuelles de la biomasse dues à des perturbations	92
Fraction de biomasse perdue en raison de la perturbation	93
Superficies forestières brûlées	93
Superficies forestières exploitées	93
3.8.5.7 Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse dues à la conversion 94	
Dynamique des conversions des terres sur la période 2005-2023	96
4 NRF - PRESENTATION DES RESULTATS	100
4.1 NRF - Outil de calculs	100
4.2 NRF - Estimation du niveau de référence pour les forêts	102
4.2.1 Émissions/absorptions sur la période 2011-2020.....	102
4.2.2 Niveau de référence pour les forêts.....	105
4.3 NRF - Absorptions des GES dans les terres forestières restant terres forestières non perturbées	106
4.4 NRF - Émissions des GES dans les terres forestières restant terres forestières perturbées	106
4.5 NRF - Absorptions des GES dans les terres forestières restant terres forestières perturbées avec régénération	107
4.6 NRF - Emissions des GES dues à l'extraction de bois	107
4.7 NRF - Absorptions des GES dues à la conversion des autres affectations des terres en terres forestières	108
4.8 NRF - Emissions des GES dues à la conversion des terres forestières vers les autres affectations	109
4.9 NRF - Estimations des incertitudes	109

4.9.1	Méthode de propagation d'erreur.....	109
4.9.1.1	Equation 3.1	110
4.9.1.2	Equation 3.2	110
4.9.2	Incertitudes des données d'activité (superficies)	110
4.9.3	Incertitudes des facteurs d'émissions/absorptions et autres paramètres.....	111
4.9.4	Incertitudes du Niveau de Référence pour les Forêts.....	113
5	COHERENCE AVEC L'INVENTAIRE NATIONAL DES GAZ A EFFET DE SERRE DU SECTEUR FORESTIER	114
5.1	IGES - Total des émissions/absorptions pour la série chronologique de 2005 à 2023	114
5.2	IGES - Dynamique globale de l'occupation des terres de 2005-2023	115
5.3	IGES - Dynamique spatiotemporelle des étendues des forêts	116
5.3.1	Dynamique des terres forestières (superficie en ha)	116
5.3.2	Terres forestières converties à d'autres occupations	116
5.3.3	Conversion d'autres occupations en terres forestières.....	118
5.4	IGES - Accroissement de la biomasse et estimation de la disponibilité dans les terres forestières.....	120
5.4.1	Potentialités en biomasse des terres forestières par zone écogéographique	120
5.4.2	Accroissement de la biomasse dans terres forestières.....	121
5.5	IGES - Absorptions des gaz dans les terres forestières restant terres forestières non perturbées	122
5.6	Émissions des gaz dans les terres forestières restant terres forestières perturbées..	122
5.7	Absorptions des gaz dans les terres forestières restant terres forestières perturbées avec régénération	123
5.8	Emissions des gaz dues à l'extraction de bois.....	124
5.9	Absorptions des gaz dues à la conversion des autres affectations des terres en terres forestières.....	125
5.10	Emissions des gaz dues à la conversion des terres forestières vers les autres affectations	126
6.	CONCLUSION	127
	REFERENCES.....	128
	ANNEXES.....	130

REMERCIEMENTS

L'élaboration de ce document, portant Niveau de Référence pour les Forêts (NRF) au titre du mécanisme de « Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des Forêts, de la Conservation, de la Gestion durable 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) et en étroite collaboration avec la Direction 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 de l'étude 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.

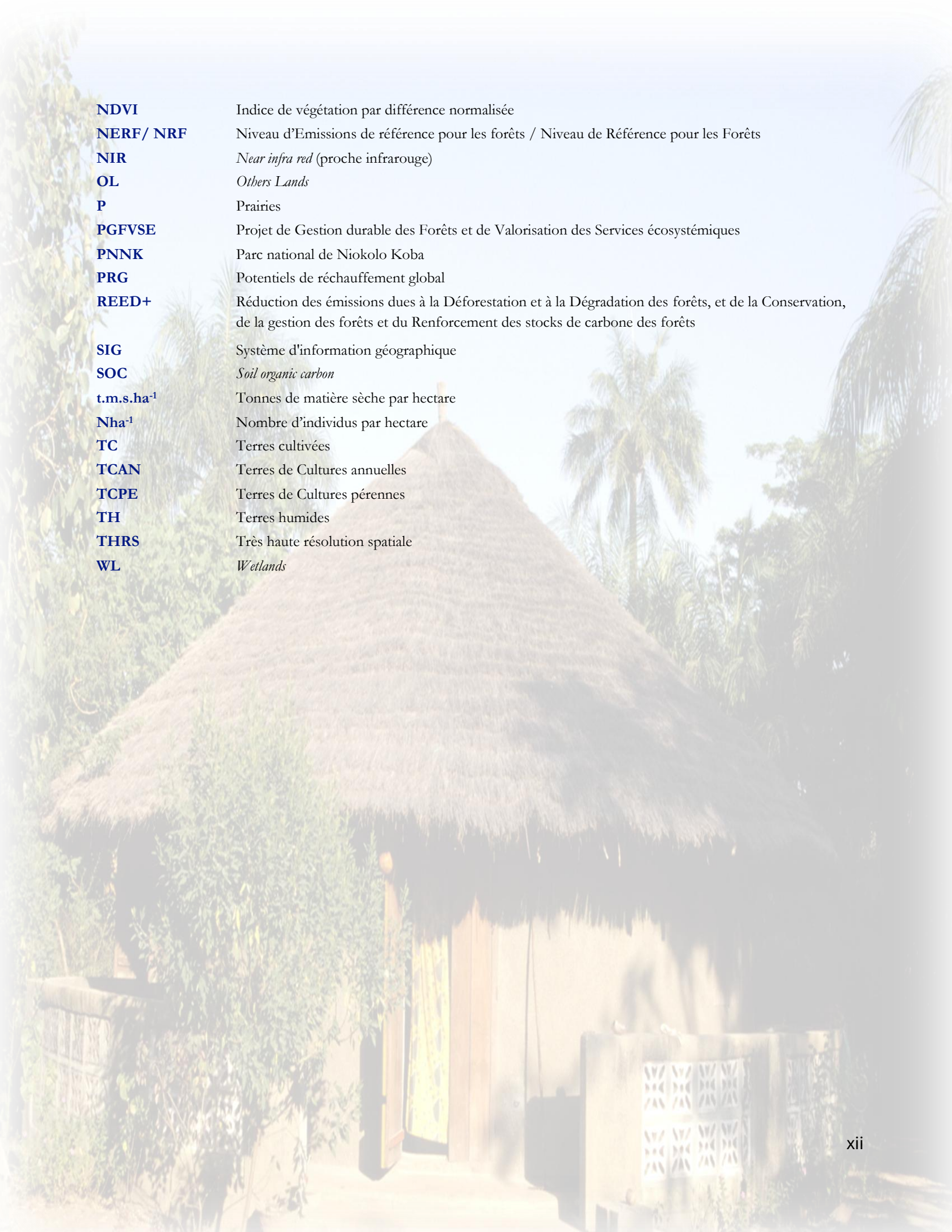
Ils sont nombreux, les experts nationaux ayant consenti d'énormes sacrifices pour la réussite de cette étude, le ministère de l'Environnement et de la Transition écologique, dépositaire de la politique de l'Etat du Sénégal, en matière de forêt et changement climatique, est reconnaissant en leur égard.

³ Photo : <https://africavera.it/articolo/il-senegal-e-una-terra-che-incanta-per-la-sua-bellezza-naturale-la-sua-ricca-storia-e-la-sua-cultura-vibrante-dalle-sabbie-dorate-delle-sue-spiagge-ai-paesaggi-selvaggi-delle-riserve-naturali-passando-per-le-citta-storiche-e-i-siti-unesco-il-paese-de>

ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ACUA	Autres cultures annuelles
AFAT	Agriculture, Foresterie et autres Affectations des Terres
AT	Autres terres
BUR	<i>Biennial update report</i>
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	<i>Coalition for Rainforest Nations</i>
CfRN LUA App	<i>Coalition for Rainforest Nations Land Uses Assessment Application</i>
CL	<i>Cropland</i>
CN	Communication nationale
COS	Carbone organique du Sol
DEEC	Direction de l'Environnement et des Établissements 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	<i>Forest land</i>
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
GWP	Potentiel de réchauffement global
IFN	Inventaire forestier national
MOM	Matière organique morte
NBR	Taux de combustion normalisé
NDFI	<i>Normalized Difference Fraction Index</i>
NDMI	Indice d'humidité par différence normalisée

⁴ Photo : <https://africavera.it/articolo/il-senegal-e-una-terra-che-incanta-per-la-sua-bellezza-naturale-la-sua-ricca-storia-e-la-sua-cultura-vibrante-dalle-sabbie-dorate-delle-sue-spiagge-ai-paesaggi-selvaggi-delle-riserve-naturali-passando-per-le-citta-storiche-e-i-siti-unesco-il-paese-de>



NDVI	Indice de végétation par différence normalisée
NERF/ NRF	Niveau d'Emissions de référence pour les forêts / Niveau de Référence pour les Forêts
NIR	<i>Near infra red</i> (proche infrarouge)
OL	<i>Others Lands</i>
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	<i>Soil organic carbon</i>
t.m.s.ha⁻¹	Tonnes 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	<i>Wetlands</i>

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Illustration graphique des conversions des forêts vers autres catégories	23
Figure 2 : Illustration graphique de conversion vers les terres forestières.....	24
Figure 3 : Tendence baissière du potentiel d'absorption du carbone par les forêts	25
Figure 4: Classes nationales d'affectation des terres	35
Figure 5: Localisation des sites expérimentaux (pré-inventaire)	39
Figure 6: Placette-échantillon et les sous-parcelles	40
Figure 7: Exemples de classification selon la hiérarchie	43
Figure 8 : Exemples de classification- Cas de superposition d'utilisation des terres	44
Figure 9: Différence de ton sur une image Map Box.	46
Figure 10: Description de la caractéristique "forme" sur des images Bing Maps.	47
Figure 11: Différence entre une forêt sur terre ferme et sur sol hydromorphe sur des images Bing Maps.	48
Figure 12: Description de la caractéristique "superficie/taille" sur une image Bing Maps	48
Figure 13: Différence entre les textures lisses et rugueuses sur une image Bing Maps	49
Figure 14: : Illustration d'une formation de forêt claire.....	50
Figure 15: Forêt galerie dans le Parc national de Niokolo-Koba (droite) - Sénégal	50
Figure16: Description des principales formations de savanes	51
Figure 17: Forêts naturelles vues dans les images satellitaires	52
Figure 18: Plantations forestières vues dans les images satellitaires	53
Figure 19: Mangrove vue dans les images satellitaires.....	54
Figure 20: Riziculture vue dans les images satellitaires	55
Figure 21: Autres cultures annuelles vues dans les images satellitaires	56
Figure 22: Cultures pérennes vues dans les images satellitaires	57
Figure 23: Représentation des savanes herbeuses et steppes	58
Figure 24: Prairies vues dans les images satellitaires	58
Figure 25: Terres humides vues dans les images satellitaires.....	59
Figure 26: Zones habitées vues dans les images satellitaires	60
Figure 27: Autres établissements vus dans les images satellitaires	60
Figure 28: Autres terres vues dans les images satellitaires.....	63
Figure 29: Exemple d'interprétation-forêt naturelle convertie à terre cultivée	63
Figure 30: Exemple d'interprétation-forêt naturelle convertie à autre terre.....	64
Figure 31: Exemple d'interprétation-prairie convertie en établissement.....	64
Figure 32: Exemple d'interprétation-terre cultivée convertie à prairie ou forêt	68
Figure 33: Formation pédologique particulière	68
Figure 34: Signes de traces de feux de brousse sur la plateforme CfRN LUA App	69
Figure 35: Exemples de la dynamique des incendies au Sénégal	70

⁵ Photo : <https://12knots.com/es/cabin-charters/destinations/africa/senegal/dakar/>

Figure 36: Carte de situation des forêts aménagées du Sénégal	71
Figure 37: Exemple de l'exploitation des forêts au Sénégal (Parcelle SEN_8221)	72
Figure 38 : Indicateur des projets ouverts sur CfRN LUA App et leur localisation	73
Figure 39: Boutons de navigation sur CfRN LUA App.....	74
Figure 40: Plot KML et autres options d'imagerie sur CfRN LUA App	75
Figure 41 : Dispositif des placettes permanentes.....	82
Figure 42 : Trajectoire des émissions/absorptions du secteur des forêts entre 2011-2020	104
Figure 43 : Valeurs moyennes des émissions/absorptions sur la période de référence 2011-2020 suivant le regroupement en 4 catégories	105
Figure 44: Principaux secteurs responsables de la déforestation au Sénégal	118
Figure 45: Conversion d'autres catégories de terres vers les terres forestières	120



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résumé des statistiques de la dynamique des forêts [ha].....	21
Tableau 2 : Résumé des informations phares du NRF.....	25
Tableau 3 : Réservoirs inclus dans le NRF.....	31
Tableau 4 : Gaz inclus dans le NRF	32
Tableau 5 : Activités REDD+ par catégories d'affectation des terres	32
Tableau 6 : 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	34
Tableau 7 : Types de formations végétales de savanes et de forêts claires définies à Yangambi	36
Tableau 8 : Classes nationales d'affectation des terres	40
Tableau 9 : Transitions possibles et impossibles	41
Tableau 10 : Hiérarchie	41
Tableau 11 : Eléments clés pour les affectations	42
Tableau 12 : Potentielles perturbations auxquelles les forêts sont soumises	45
Tableau 13 : Caractéristiques d'interprétation pour les forêts naturelles	51
Tableau 14: Caractéristiques d'interprétation pour les plantations forestières	53
Tableau 15 : Caractéristiques d'interprétation pour la mangrove	53
Tableau 16 : Caractéristiques d'interprétation pour la riziculture	54
Tableau 17 : Caractéristiques d'interprétation pour les autres cultures annuelles	55
Tableau 18 : Caractéristiques d'interprétation pour les cultures pérennes	56
Tableau 19 : Caractéristiques d'interprétation pour les prairies	58
Tableau 20 : Caractéristiques d'interprétation pour les terres humides	59
Tableau 21 : Caractéristiques d'interprétation pour les zones habitées	59
Tableau 22 : Caractéristiques d'interprétation pour les autres établissements	60
Tableau 23 : Caractéristiques d'interprétation pour les autres terres	61
Tableau 24 : Exemple d'estimation des superficies en fonction du nombre de parcelles et du facteur d'expansion.....	77
Tableau 25 : Contrôle de qualité pendant la collecte de données	78
Tableau 26 : Contrôle de qualité après la collecte de données	79
Tableau 27 : Erreur d'interprétation (incertitude basée sur l'erreur systématique)	80
Tableau 28 : Distribution des unités d'échantillonnage à l'échelle des zones écogéographiques	81
Tableau 29 : Synthèse des modèles allométriques utilisés pour l'estimation de la biomasse	83
Tableau 30 : Fraction de carbone par catégorie de terres forestières	86
Tableau 31 : Superficies des terres forestières restant terres forestières sur la période 2005-2023 [Ha]	87

⁶ Photo : https://www.viator.com/tours/Dakar/0701/d4449-101093P3?dd_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

Tableau 32 : Croissance annuelle moyenne de la biomasse	88
Tableau 33 : Croissance annuelle moyenne de la biomasse après régénération	88
Tableau 34 : Temps de croissance	89
Tableau 35 : Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	89
Tableau 36 : Tableau récapitulatif de la quantité de bois extrait des terres forestières	91
Tableau 37 : Fraction de biomasse perdue en raison de la perturbation	93
Tableau 38 : Superficie brûlée et exploitée par type de terre forestière sur la période 2005-2023	94
Tableau 39 : Biomasse et Stocks de carbone après conversion.....	96
Tableau 40 : Matrices annuelles d'utilisation et de changement d'affectation des terres 2005 - 2023 [superficie en ha]	96
Tableau 41 : Outil de calculs.....	100
Tableau 42 : Equations du GIEC utilisées pour estimer les émissions/absorptions sur les terres forestières	102
Tableau 43 : Emissions/absorptions estimées sur la période 2011-2020.....	103
Tableau 44 : NRF.....	105
Tableau 45 : Absorptions des gaz par les terres forestières restant terres forestières non perturbées.....	106
Tableau 46 : Émissions des gaz par les terres forestières restant terres forestières perturbées	106
Tableau 47 : Absorptions des gaz par les terres forestières restant terres forestières perturbées avec régénération.....	107
Tableau 48 : Emissions des GES dues à l'extraction de bois des terres forestières.....	108
Tableau 49 : Absorptions des GES dues à des conversions en terres forestières.....	108
Tableau 50 : Émissions des GES dues à des conversions des terres forestières vers les autres affectations	109
Tableau 51 : Incertitudes des données d'activité (superficies)	110
Tableau 52 : Incertitudes des FE/A et autres paramètres	111
Tableau 53 : Incertitude du NRF	114
Tableau 54 : Total des émissions/absorptions nettes pour la série chronologique de 2005 à 2023	115
Tableau 55 : Dynamique de l'occupation des sols de 2005 à 2023 (superficie en ha)	115
Tableau 56 : Matrice de changement d'affectation des sols en 2023 (superficie en ha)	116
Tableau 57 : Dynamique des terres forestières (superficie en ha)	116
Tableau 58 : Superficie (ha) de Terres forestières converties à d'autres occupations	117
Tableau 59 Conversion d'autres occupations en terres forestières	119
Tableau 60 : Potentialités en biomasse des terres forestières	121
Tableau 61 : Accroissement annuel de la biomasse dans les terres forestières par zones écogéographique	121

Tableau 62 : Absorptions des gaz par les terres forestières restant terres forestières non perturbées	122
Tableau 63 : Emissions des gaz par les terres forestières restant terres forestières perturbées	123
Tableau 64 : Absorptions des gaz par les terres forestières restant terres forestières perturbées avec régénération.....	124
Tableau 65 : Emissions dues à l'extraction de bois des terres forestières.....	124
Tableau 66 : Emissions dues à des conversions en terres forestières	125
Tableau 67 : Emissions dues à des conversions des terres forestières vers les autres affectations	126



LISTE DES ANNEXES⁷

Annexe 1. Outil LUA App	130
Annexe 2. FEU - image de MODIS.....	133
Annexe 3. Hauteur des arbres – CANOPY HEIGHT 0-45m	134
Annexe 4. Google earth engine	135
Annexe 5. Google earth	136
Annexe 6. LandTrendr GUI.....	136
Annexe 7. Liste des experts ayant participé à l’atelier de formation sur CfRN LUA App	139
Annexe 8. Liste des experts nationaux ayant participé aux opérations de collecte de données	140
Annexe 9. Contenu du 1 ^{er} atelier de collecte de données.....	141
Annexe 10. Contenu du 2 nd atelier de collecte de données	142

⁷ Photo: https://www.viator.com/tours/Dakar/0701/d4449-101093P3?dd_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

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 encouragés à renforcer leur 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, la 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 de Référence pour les Forêts (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 NRF fut enclenché en 2023.

Méthodologie

Le Sénégal a mis en œuvre les directives des décisions 12/CP.17 et 11/CP.19 concernant les Niveaux d'Émissions de Référence pour les Forêts (NERF) et/ou les Niveaux de Référence pour les Forêts (NRF). Ces niveaux, exprimés en tonnes d'équivalent dioxyde de carbone par an, sont des repères essentiels pour évaluer la performance du pays dans la mise en œuvre des activités REDD+ mentionnées au paragraphe 70 de la décision 1/CP.16. Conformément à la décision 4/CP.15, paragraphe 7, le Sénégal a établi son NRF en maintenant une cohérence avec les émissions anthropiques de gaz à effet de serre liées aux forêts par les sources et les absorptions par les puits, telles que contenues dans son inventaire national de gaz à effet de serre.

Trois (03) activités REDD+ ont été sélectionnées. Il s'agit de :

- 1) déforestation ;
- 2) dégradation forestière ;

⁸ Photo: <https://www.viator.com/tours/Dakar/Your-professional-Reserve-of-Bandia-Guide/d4449-112487P6>

3) renforcement des stocks de carbone forestier.

Le **NRF** a été calibré à l'**échelle nationale** sur la **période de référence** allant de **2011 à 2020**. 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 au Sénégal avec l'équipe technique (Annexe 8), de février à avril 2024. Quatre (04) ateliers ont eu lieu, dont un (01) sur la formation des experts nationaux à l'utilisation de la plateforme « *CfRN LUA App* » en Octobre 2023 (Annexe 7), 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 parcelles de 0.5 ha** sur toute l'étendue du territoire national en tenant compte des **six (06) classes du GIEC**, y compris les onze (11) sous-catégories nationales d'utilisation des terres (« *Forêts naturelles* », « *Plantations forestières* », « *Mangrove* », « *Autres cultures annuelles* », « *Riziculture* », « *Cultures pérennes* », « *Prairies* », « *Terres humides* », « *Habitations* », « *Autres établissements* » et « *Autres terres* »). L'échantillonnage systématique a été mis en œuvre avec une distance de quatre (04) kilomètres entre deux placettes. La quasi-totalité de toutes les classes d'occupations ont été représentées dans le dispositif.

Les données d'activités (superficies des classes, changement d'affectation des terres, superficies des terres impactées par les feux de brousse, etc.) ont été obtenues à partir des données issues de la collecte pour la période historique 2005 – 2023.

La plupart des valeurs pour les facteurs d'émission/absorption et d'autres sont des valeurs par défaut du GIEC. Les valeurs de la biomasse après conversion et les fractions de perturbation sont estimées sur base des valeurs nationales issues du dernier inventaire forestier national de la campagne 2023-2024.

Les estimations de gaz à effet de serre ont été faites suivant, exclusivement, les recommandations et méthodologies des lignes directrices 2006 du GIEC, Volume 4, Chapitre 2. L'analyse comprend les émissions et les absorptions de CO₂. Les réservoirs de carbone pris en compte sont la biomasse aérienne et la biomasse souterraine. Les valeurs GWP utilisées proviennent du 5e rapport d'évaluation du GIEC.

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.

Résultats obtenus NRF

Superficie forestière

Les terres forestières, restant dans la même catégorie, ont été estimées à 9,490,018 hectares (48.24% de la superficie totale du pays) en **2011** contre 9,374,657 ha en **2020** soit 47.65% de la superficie totale du pays (Tableau 1). Toutefois, la dynamique est notée dans les deux sens (gains et pertes de forêts). La classification nationale des terres forestières comprend les forêts naturelles, les plantations forestières et la mangrove. La déforestation nette de la période de référence est estimée à 115 361 hectares soit une perte annuelle de 11 536,1 hectares.

Conversion de forêts

Tableau 1 : Résumé des statistiques de la dynamique des forêts [ha]

a) Solde net de superficie de terres forestières et pourcentage de couverture nationale

Catégorie	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total [ha]
TF	9,488,416	9,469,189	9,465,984	9,461,178	9,459,576	9,441,951	9,443,553	9,417,918	9,405,100	9,397,089	
>F	12,818	19,227	19,227	11,216	16,022	22,431	1,602	14,420	20,829	6,409	144,201
F>	11,216	32,045	22,431	24,033	12,818	33,647	20,829	27,238	27,238	28,840	240,335
Net	9,490,018	9,456,371	9,462,780	9,448,360	9,462,780	9,430,735	9,424,326	9,405,100	9,398,691	9,374,657	115,361
% terres forestières	48.2%	48.1%	48.1%	48.0%	48.1%	47.9%	47.9%	47.8%	47.8%	47.7%	- 0.59%

TF : Terres forestières qui restent en tant que terres forestières, >F : Autres utilisations des terres converties en terres forestières, F> : Terres forestières converties en autres utilisations des terres, Net =(TF)+(>F)-(F>)

b) Superficie des autres utilisations des terres converties en terres forestières

Année	Autres cultures annuelles	Riziculture	Cultures pérennes	Prairies	Terres Humides	Habitations	Autres établissements	Autres Terres	Total [ha]
2011	4,807	0	0	6,409	0	1,602	0	0	12,818
2012	1,602	0	1,602	16,022	0	0	0	0	19,227
2013	6,409	0	1,602	9,613	0	0	0	1,602	19,227
2014	3,204	0	0	8,011	0	0	0	0	11,216
2015	6,409	0	0	8,011	0	0	0	1,602	16,022
2016	9,613	0	0	8,011	1,602	0	0	3,204	22,431
2017	0	0	0	1,602	0	0	0	0	1,602
2018	4,807	0	1,602	6,409	1,602	0	0	0	14,420
2019	3,204	0	0	12,818	1,602	0	1,602	1,602	20,829
2020	0	0	1,602	4,807	0	0	0	0	6,409
Total	40,056	0	6,409	81,714	4,807	1,602	1,602	8,011	144,201

c) Superficies des terres forestières converties en autres utilisations des terres

Année	Autres cultures annuelles	Riziculture	Cultures pérennes	Prairies	Terres Humides	Habitations	Autres établissements	Autres Terres	Total [ha]
2011	9,613	0	0	1,602	0	0	0	0	11,216
2012	24,033	0	0	8,011	0	0	0	0	32,045
2013	8,011	0	1,602	12,818	0	0	0	0	22,431
2014	12,818	0	0	9,613	0	0	1,602	0	24,033
2015	9,613	0	0	3,204	0	0	0	0	12,818
2016	24,033	0	3,204	6,409	0	0	0	0	33,647
2017	16,022	0	0	3,204	0	0	1,602	0	20,829
2018	19,227	0	3,204	1,602	0	0	3,204	0	27,238
2019	17,625	0	0	9,613	0	0	0	0	27,238
2020	11,216	0	0	12,818	0	3,204	1,602	0	28,840
Total	152,212	0	8,011	68,896	0	3,204	8,011	0	240,335

Perte de forêts

Le secteur de l'agriculture (66.7%) et la migration des forêts en terres de pâturages (28.7%) sont les principaux facteurs de perte de forêts comme l'atteste la figure 1. Les pertes brutes cumulées pour les deux secteurs s'élève à 229,121 ha soit 22,912 ha.an⁻¹, c'est-à-dire 160,223 ha (16,022 ha.an⁻¹) issus des terres de cultures et de 68,896 (6,890 ha.an⁻¹) pour les terres de pâturages (Tableau 1, Figure 1).

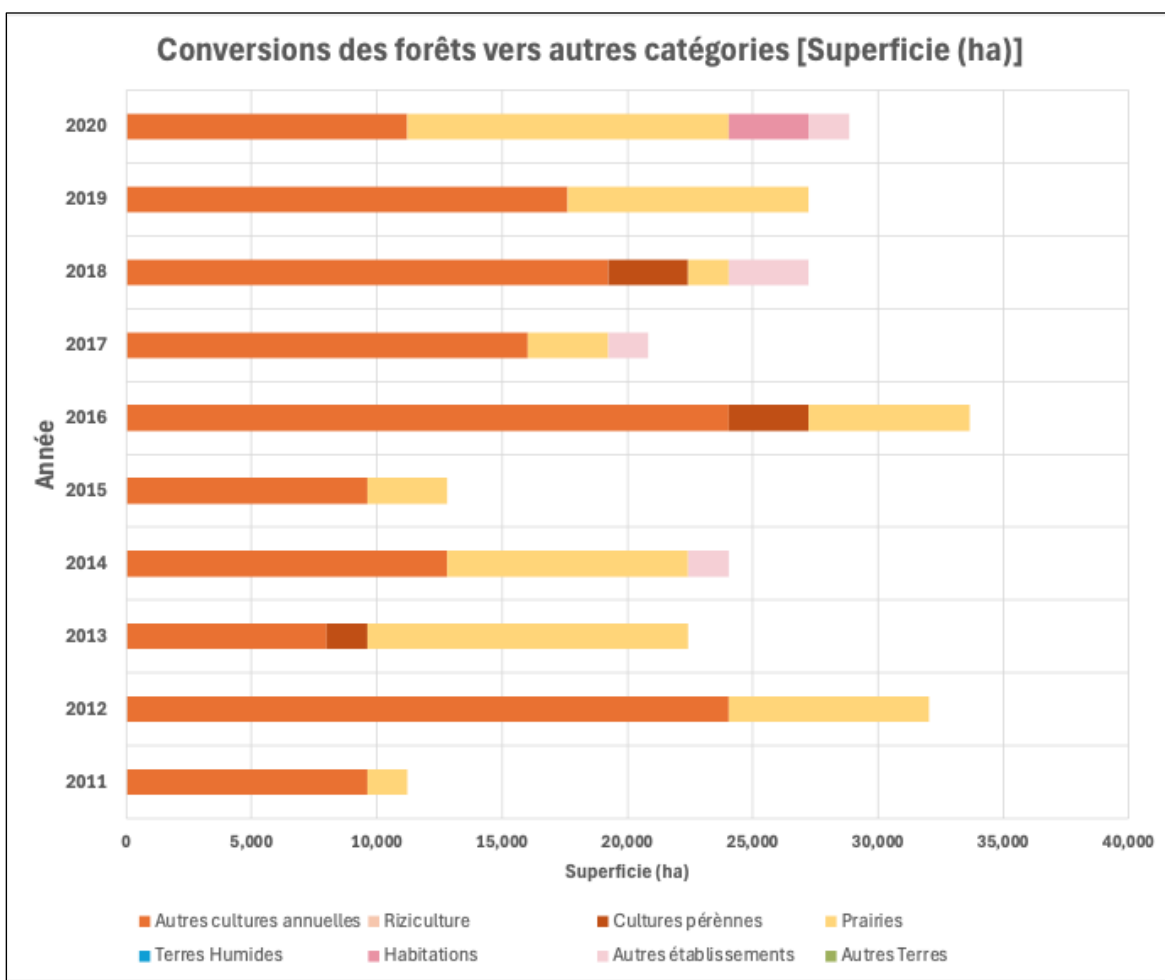


Figure 1 : Illustration graphique des conversions des forêts vers autres catégories

Gains de forêts

Les gains de superficies forestières sont issus principalement des conversions des terres de pâturages (56.7%) et des terres de cultures (32.2%) vers les terres forestières. Le cumul pour les deux secteurs s'élève à 128,179 ha soit 12,179 ha.an⁻¹, c'est-à-dire 81,714 ha (8,171 ha.an⁻¹) issus des terres de pâturages et de 46,465 (4,646 ha.an⁻¹) pour les terres de cultures (Tableau 1, Figure 2).

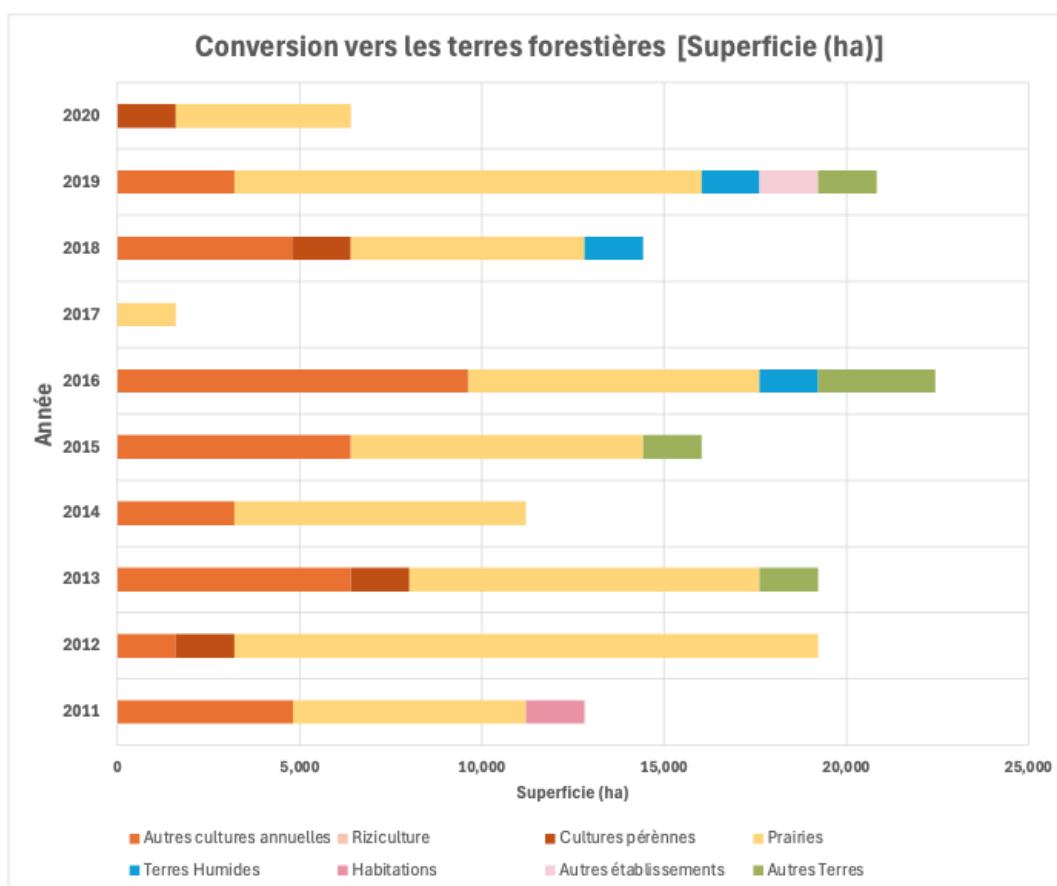


Figure 2 : Illustration graphique de conversion vers les terres forestières

Émissions/absorptions sur la période de 2011-2020

Les émissions/absorptions estimées sur la période 2011-2020 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 puits 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).

Il est passé de -12,130,303 tCO₂ eq à -6,137,164 tCO₂ eq., entre 2011 et 2020, soit une réduction 5,993,139 tCO₂eq (50.6%) sur une période de 10 ans, ce qui est équivalent à une diminution de de 599,314 tCO₂ eq.an⁻¹.

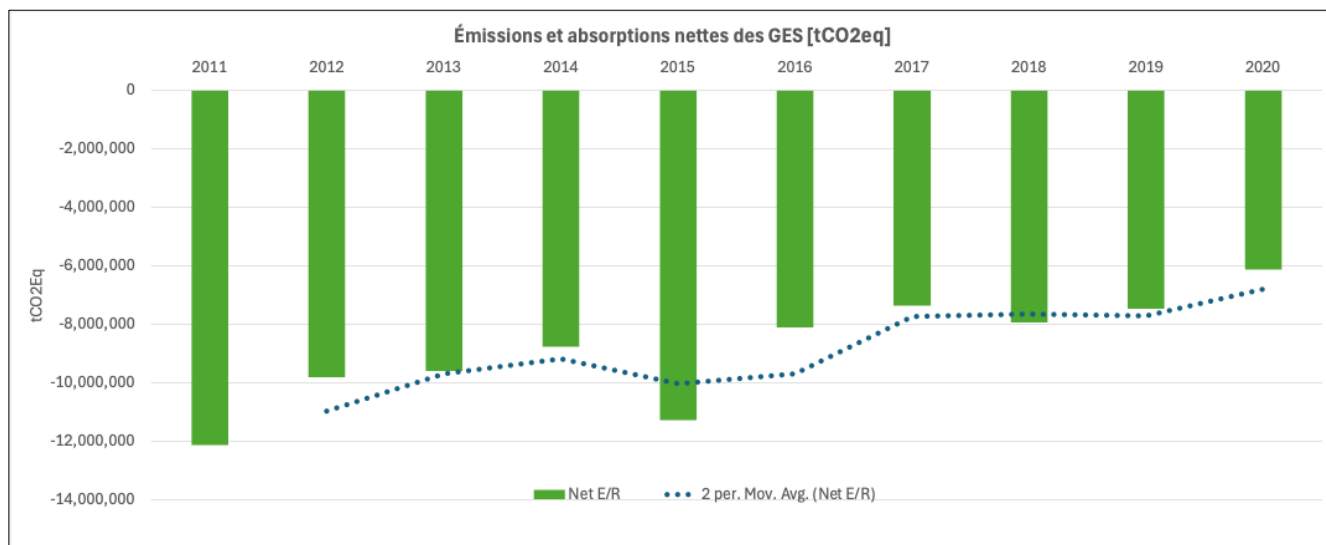


Figure 3 : Tendence baissière du potentiel d'absorption du carbone par les forêts

Niveau de Référence pour les Forêts (NRF)

Pour la construction du NRF, le Sénégal a pris en compte les données historiques de manière exhaustive et transparente, conformément aux décisions de la COP. Sénégal a utilisé une période de référence de 10 ans. En termes de complétude, les rapports et les feuilles de calcul que Sénégal a soumis permettent la reconstruction aisée de ces données historiques ; toutes les informations disponibles ont été partagées. De plus, Sénégal a veillé à maintenir une cohérence avec l'inventaire national des gaz à effet de serre du secteur forestier, en estimant les émissions et les absorptions historiques selon les mêmes méthodes que celles utilisées dans l'inventaire. Par conséquent, **le Niveau de Référence pour les Forêts est estimé comme une moyenne arithmétique des émissions et des absorptions estimées au cours de la période 2011-2020, ce qui équivaut à -8 860 748 tCO2eq** (Tableau 43 et Tableau 44). Cette période est choisie parce que le pays considère que ces années représentent les circonstances nationales les plus récentes, et c'est dans ces circonstances que la stratégie REDD+ sera élaborée.

Tableau 2 : Résumé des informations phares du NRF.

Date de soumission	Juin 2025
Représentation des terres	Échantillonnage systématique Superficie de la placette 0.5 ha Distance 4x4 Km Total placettes 12 278

Échelle	Nationale
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
Méthodologie GIEC	Gains et Pertes
Période de référence historique	2011-2020
Approche NRF	Moyenne arithmétique
NRF	-8 860 748 tCO ₂ eq <i>Incertitude : 19.84%</i>

Flexibilités et perspectives

Suivant les dispositions de la Décision 1/CP.16, paragraphe 70, un choix stratégique a été opéré pour orienter les analyses sur trois activités REDD+ (la déforestation, la dégradation des forêts et le renforcement des stocks de carbone des forêts) et deux pools de carbone (biomasse aérienne et souterraine)

En perspectives des prochaines soumissions, des besoins en renforcement de capacités sont nécessaires pour améliorer les estimations. Les axes d'améliorations sont récapitulés ci-après :

- estimer les potentialités en carbone organique des sols à l'échelle nationale ;
- élaborer un dispositif rigoureux pour l'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) ;
- renforcer la gouvernance des forêts pour une gestion durable des forêts ;
- améliorer les techniques et méthodes pour l'estimation des superficies forestières brûlées ;
- améliorer les techniques de collecte et de quantification de données sur l'extraction de bois issus de l'exploitation forestière ;
- Elaborer les facteurs d'émissions par types de formations forestières dans le pays.

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 la préservation des forêts et de leur biodiversité et de la 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 également soumis en ce mois de janvier 2025 au Secrétariat de la CCNUCC.

Le présent rapport, portant élaboration du Niveau de Référence pour les Forêts (NRF) conformément aux directives de la CCNUCCC et aux 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 du Changement climatique, 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 de domaines 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 2018 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 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 dans la gestion des forêts, de la biodiversité et des terres sur les processus de la 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.

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. Continuent d'être considérées 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.

2.2 Déforestation et dégradation forestière¹¹

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). Définition opérationnelle de la déforestation : Terres forestières de 0,5 hectare qui ne restent pas comme terres forestières parce qu'elles perdent leur couvert forestier et se retrouvent avec moins de 10 % de couvert forestier.
- 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 affectent négativement la structure ou la fonction du peuplement ou du site et qui, par conséquent, diminuent sa capacité de fournir des produits et/ou des services (FAO, 2001).

¹⁰ Photo: https://fr.wikipedia.org/wiki/Parc_national_du_Niokolo-Koba

¹¹ Photo: https://www.pressafrik.com/Dagana-une-centaine-de-champs-ravages-par-le-feu_a272985.html



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 action qui contribue à la restauration des terres dégradées et/ou des forêts dans le but de renforcer leur capacité de production. Définition opérationnelle du renforcement des stocks de carbone forestier : Autres utilisations des terres converties en terres forestières, selon la définition de forêt.

3 APPROCHES METHODOLOGIQUES ET PROCEDURES

3.1 Informations utilisées pour construire le NRF

3.1.1 Échelle

L'échelle du NRF est nationale. La superficie totale du territoire sénégalais est de 196,722 kilomètres carrés (196,722 km²) soit 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 et série historique

Le premier NRF du Sénégal est établi sur la période de référence 2011-2020. Le NRF consiste en une moyenne arithmétique des absorptions nettes estimées sur ladite période de référence.

Le NRF est extrait de l'Inventaire GES, avec une série historique qui couvre la période 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. Des projets et programmes d'envergure 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 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 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 la période de référence sur 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, pour les mêmes raisons que le pool MOM, le réservoir de carbone organique du sol n'a pas, non plus, été retenu, dans ce premier 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

Le dioxyde de carbone (CO₂).

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 activités REDD+ retenues pour cette présente soumission 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.

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 (Terres forestières affectées par le feu, exploitation, extraction de bois rond et bois de chauffe)	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 Représentation des terres et définitions

3.3.1.1 Les six catégories du GIEC

Les catégories du GIEC sont définies comme suivent :

- **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** : La catégorie inclut les sols dénudés (infertiles), les roches, les dunes, 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.

3.3.1.2 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 (Tableau 6).

Tableau 6 : 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

CN1	CN 2	CN 3	CDN
- Plantations - Forêts claires - Savane arborée - Savane arbustive	F. à Potentiel Faible F. Potentiel Peu riche - Forêt à Potentiel Riche F. Potentiel très riche - Filao - Mangrove - Zone agricole	F. à Potentiel Faible F. Potentiel Peu riche - Forêt à Potentiel Riche F. Potentiel très riche - Filao - Mangrove - Zone agricole	- Forêts claires - Savanes arborées - Savane arbustives - Plantations - Pâturages (savanes) - Pâturages (RSP) - Mangrove adulte à jeune - Mangrove jeune - Bande de filao

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 la mission d'élaboration du 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 au 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 4).

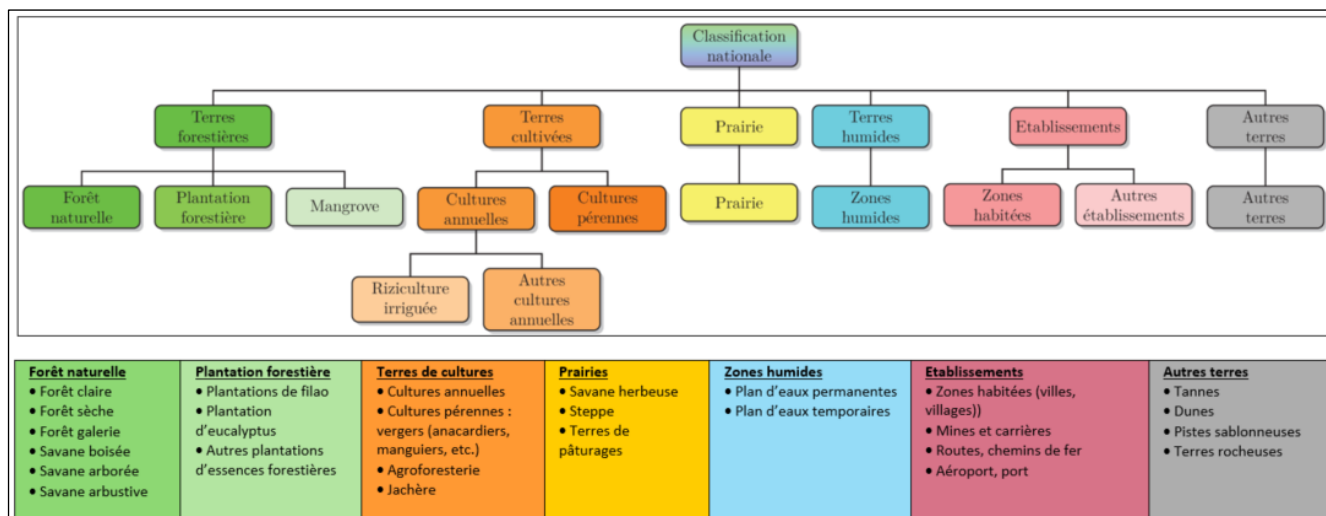


Figure 4: Classes nationales d'affectation des terres

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 différents 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 dans le processus d'implantation. 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 7.

Tableau 7 : 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 (1957)

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), sur l'évaluation des ressources forestières mondiales, 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 annuelles et les plantes pérennes sont associés de manière harmonieuse (parcs agroforestiers). Cette catégorie de terres de cultures sont rencontrées dans plusieurs régions du pays notamment dans les zones à systèmes de 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 à la suite de rotation de mise en valeur.

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, et 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 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 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 de 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

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

3.4.1 Plan d'échantillonnage

En prélude de la définition de la taille de l'échantillon pour la collecte de données, un atelier de trois (03) jours 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 5). La sélection des sites tests a été faite sur la base des considérations ci-après :

- 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.

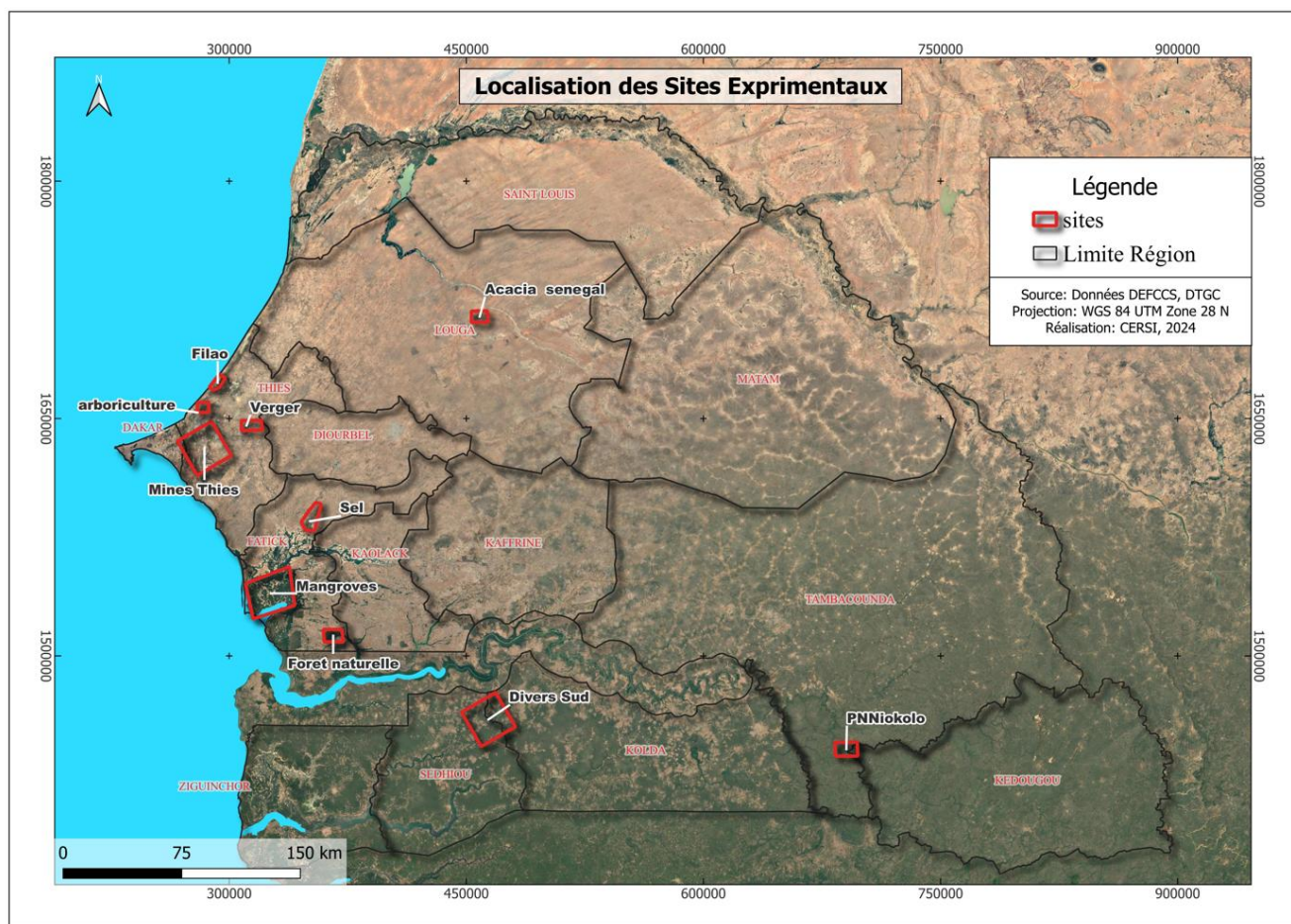


Figure 5: Localisation des sites expérimentaux (pré-inventaire)

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 49 points espacés de 10 m.

La figure 6 illustre comment une placette a été visualisée dans chacune des plateformes intégrées avec l'outil **CfRN LUA App**.



Figure 6: Placette-échantillon et les sous-parcelles

Tableau 8 : Classes nationales d'affectation des terres

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

3.4.2 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 9 a été dérivé pour illustrer les transitions réalisables et irréalisables d'une catégorie d'utilisation des terres à une autre.

Tableau 9 : Transitions possibles et impossibles

		Après										
		GIEC	Terres forestières			Terres cultivées		Prairies	Terres humides	Etablissements	Autres terres	
		GIEC	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	

3.4.3 Classification des placettes multi-affectation

3.4.3.1 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 10) afin de faciliter l'interprétation visuelle des parcelles échantillonnées à l'aide de l'outil CfRN LUA App.

Tableau 10 : Hiérarchie

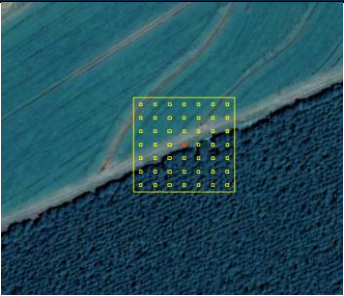
Classification selon le compte d'échantillons	Seuil (%)
Terre forestière	Au moins 10%
Prairie	20%
Terre de culture	20%
Établissement	20%
Zone humide	20%
Autre terre	20%

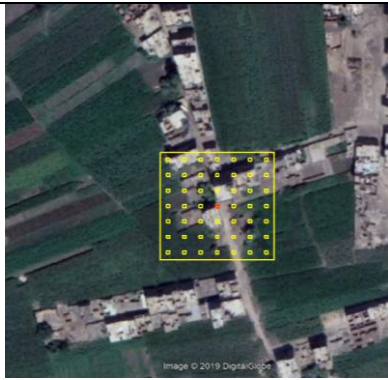
Le seuil de 20% d'une placette est atteint lorsqu'au minimum 10 points d'échantillon tombent sur un élément qualifiant l'affectation. Il y a 49 points d'échantillon dans la placette, chaque point équivaut à 2% de la placette.

Tableau 11 : Éléments clés pour les affectations

Classe	Éléments aidant à classer 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	
25-29 Points (50%) de la placette est Terres Forestières (plantation) et 25-29 Points (50%) est Prairies. Par conséquent, cette placette est classifiée comme Terres Forestières.	

Exemple 2	
25-29 Points (50%) de la placette est Terre Forestière (plantation) et 25-29 Points (50%) est Terre Cultivée. La placette sera donc classifiée comme Terre Forestière	
Exemple 3	

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). L'utilisation des terres assignée à la placette sera celle occupant la majorité de la superficie au sein de la placette. Dans ce cas : UT-Etablissements (%) > UT- Terres Agricoles (%) → Catégorie UT = Etablissements	
---	--

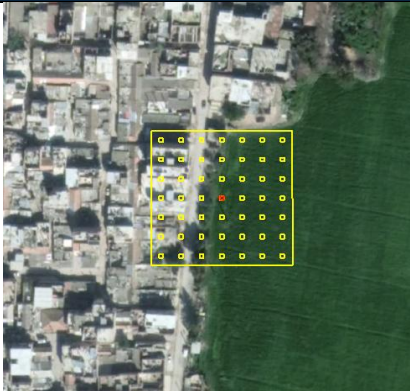
Exemple 4	
25-29 Points (50%) de la placette est Terres Agricoles et 25-29 Points (50%) est Etablissements (y compris les arbres qui appartiennent aux établissements). L'utilisation des terres assignée à la placette sera celle occupant la majorité de la superficie au sein de la placette, sauf lorsque 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.	

Figure 7: Exemples de classification selon la hiérarchie

3.4.3.2 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	
Lorsque les utilisations des terres sont superposées, l'utilisation dans la classification finale de la placette est définie par la hiérarchie du GIEC. 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). Veuillez noter que dans l'onglet Description, il faut spécifier également 100% d'herbe.	

Exemple 2 Lorsque les utilisations des terres sont superposées, l'utilisation dans la classification finale de la placette est définie par la hiérarchie du GIEC. 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).	
Exemple 3 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). Compter les points de contrôle sur la canopée des arbres ; Catégorie d'utilisation des terres : • Si points de contrôle < 5 : Prairie. • Si points de contrôle >= 5 : Terre forestière.	
Exemple 4 Arbres forestiers ou arbres hors forêt dans un champ. Compter les points de contrôle sur la canopée des arbres et spécifiez la même valeur pour l'utilisation des terres forestières ; Compter les points de contrôle sur les cultures : même valeur pour l'utilisation des terres cultivées. La catégorie finale sera déterminée par l'algorithme suivant : • Si points de contrôle Terres cultivées >=10 : la parcelle sera classifiée comme Terres agricoles • Autrement : Terres forestières.	

Figure 8 : Exemples de classification- Cas de superposition d'utilisation des terres

3.4.4 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. La perturbation peut avoir une origine anthropique ou naturelle. 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 des habitations dans zone forêt ;
- 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 les 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 12 montre les perturbations prioritaires et leur relation avec les différentes catégories d'utilisation des terres.

Tableau 12 : 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	
Établissements	oui	oui		oui	
Autres terres	oui	oui		oui	

En raison de la non-disponibilité de données cohérentes et exhaustives sur l'impact chiffré des différents types de perturbations sur les pertes de carbone forestier, seules les émissions liées aux feux de brousse et à l'exploitation forestière sont estimées dans ce premier NRF.

3.4.5. Clés pour l'identification des objets et l'interprétation des images

3.4.5.1 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 *CfRN LUA App* nous disons que la couleur ou la teinte se réfère à la clarté relative des objets sur une image. 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 App* sont en couleurs naturelles exceptées celles de Sentinel 1 où la forêt est caractérisée par une couleur vert vif. Ainsi, 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 9).

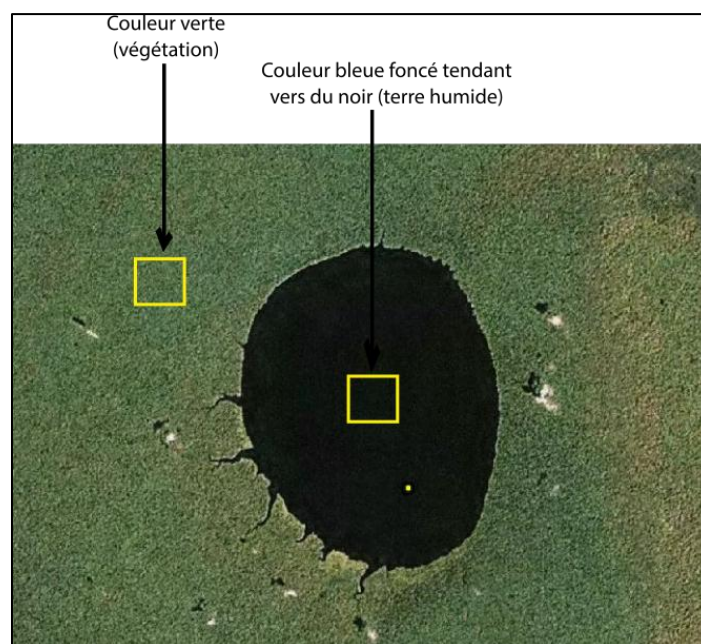


Figure 9: Différence de ton sur une image Map Box.

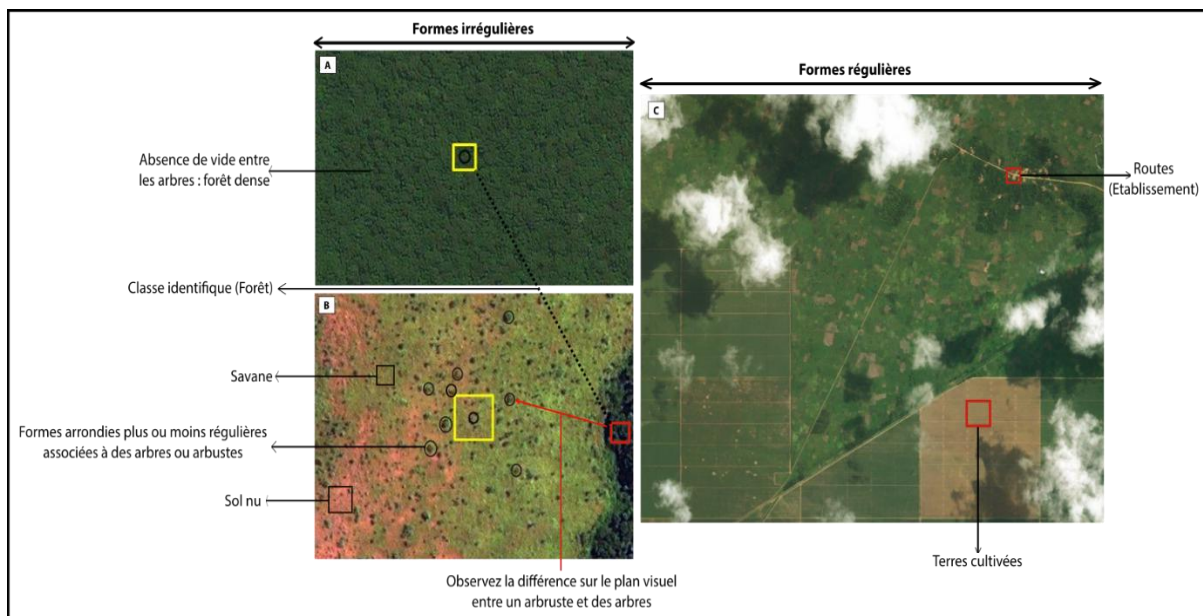
Forme

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 : 1) soit à un arbre donc éventuellement une forêt sur terre ferme ou 2) soit à un arbuste donc une savane arbustive.

Lorsqu'il y a très peu ou pas de vides entre les arbres, l'interprète pensera à une forêt dense. 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 (Figures 10 et 11). Si cette couleur est bleu foncé à noire, on estime que la forêt est sur sol hydromorphe ou forêt marécageuse (Figure 11).



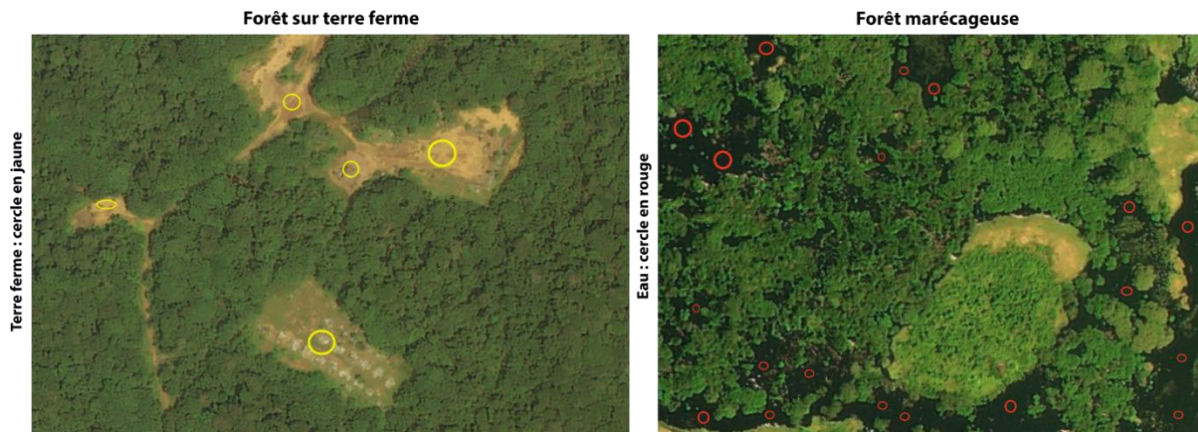


Figure 11: Différence entre une forêt sur terre ferme et sur sol hydromorphe sur des images Bing Maps.

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 12).

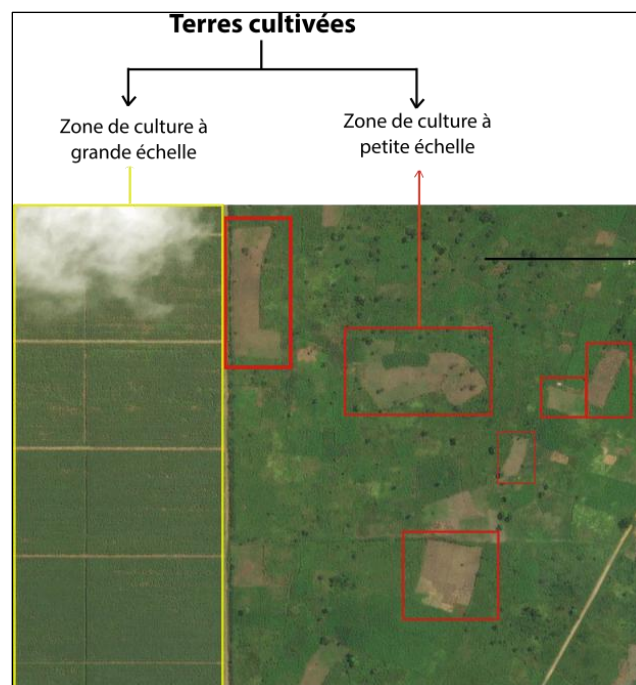


Figure 12: Description de la caractéristique "superficie/taille" sur une image Bing Maps

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 13).

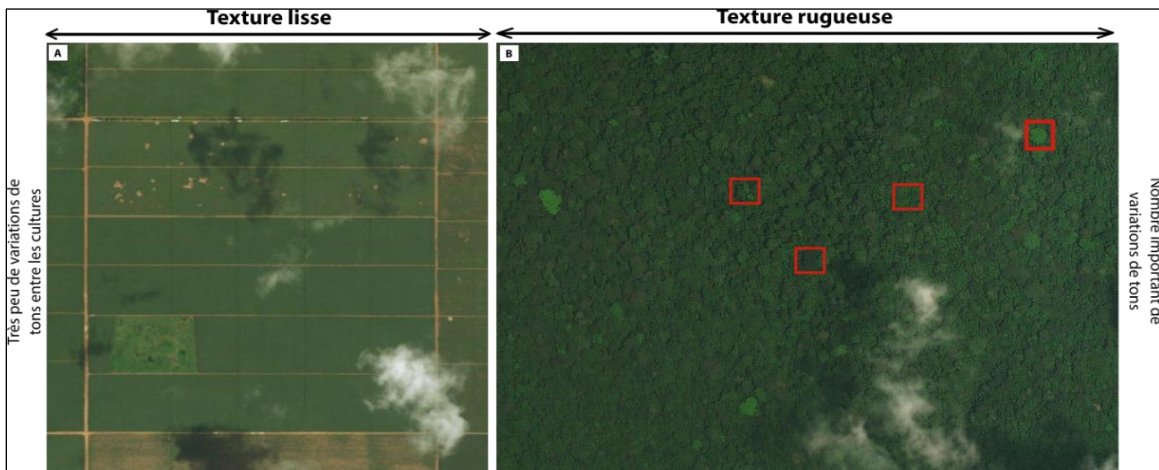


Figure 13: Différence entre les textures lisses et rugueuses sur une image Bing Maps

N.B : Les images disponibles dans *CfRN LUA App* et Google Earth Pro 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’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.

3.4.5.2 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.

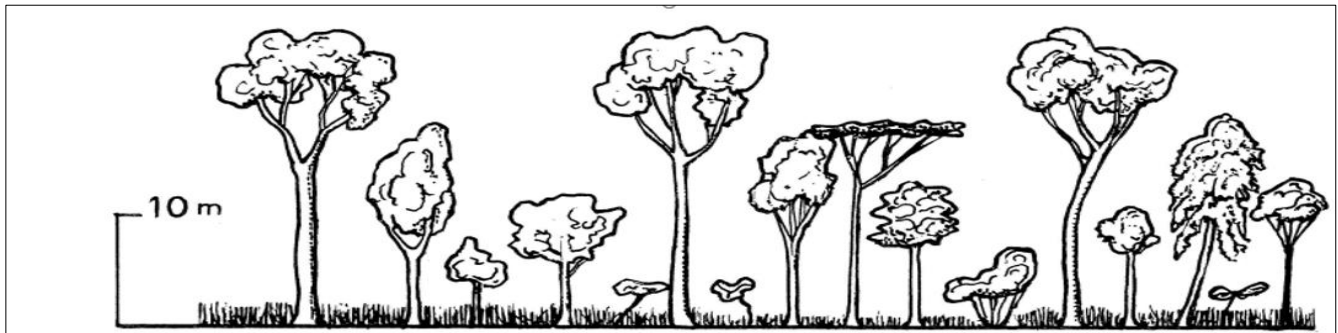


Figure 14: : Illustration d'une formation de formation de forêt claire

Forêt galerie :

C'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 permanente 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 15: 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 classée. 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.

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.

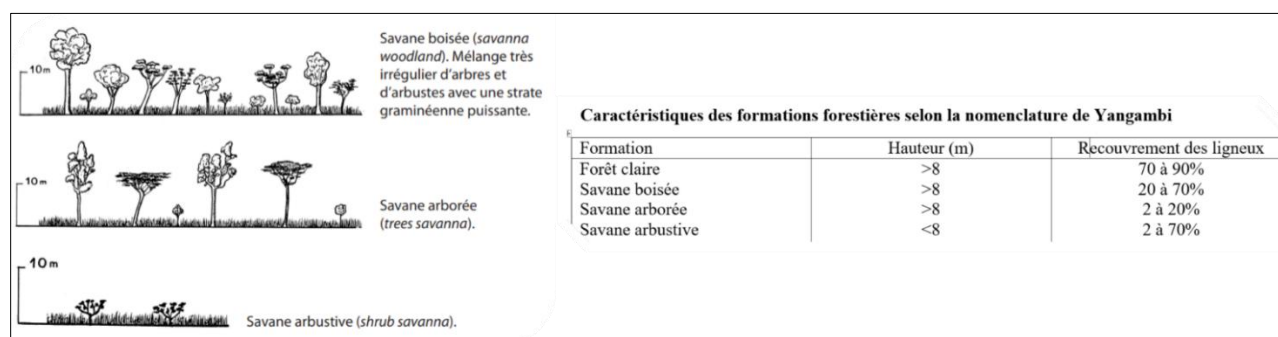


Figure 16: Description des principales formations de savanes

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 13 : 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 brune / fausse couleur = rouge clair avec du blanc
Forme	
Taille	
Texture	
Contexte	Saison des pluies- Décembre - Arbres feuillus, vert Saison sèche - mai

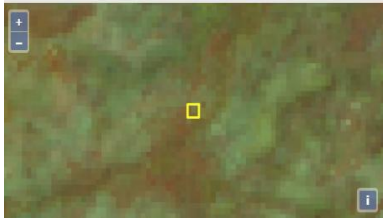
Terrain	Haute résolution	Planet NICFI	Landsat
	Saison des pluies  Saison sèche 	Saison des pluies  Saison sèche 	Landsat 8 - 2020 
	Deux exemples de forêt galerie dans une zone humide du pays et dans une zone sèche 		Deux exemples de savane arbustive en saison sèche et en saison des pluies 

Figure 17: 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 14: 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.

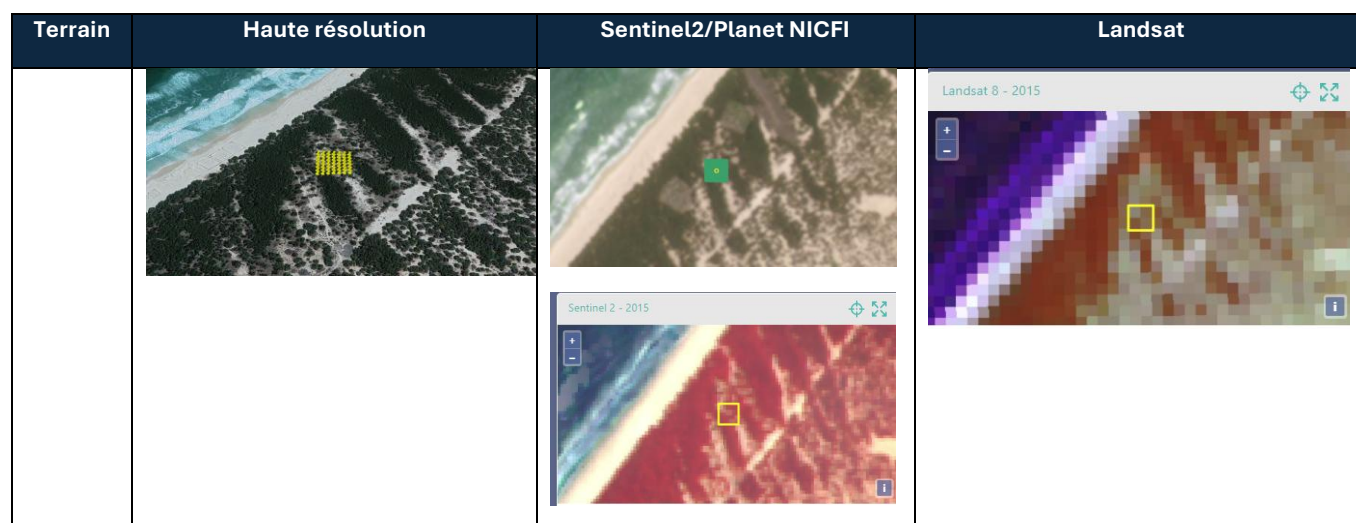


Figure 18: Plantations forestières vues dans les images satellitaires

Mangrove

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

Tableau 15 : 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.

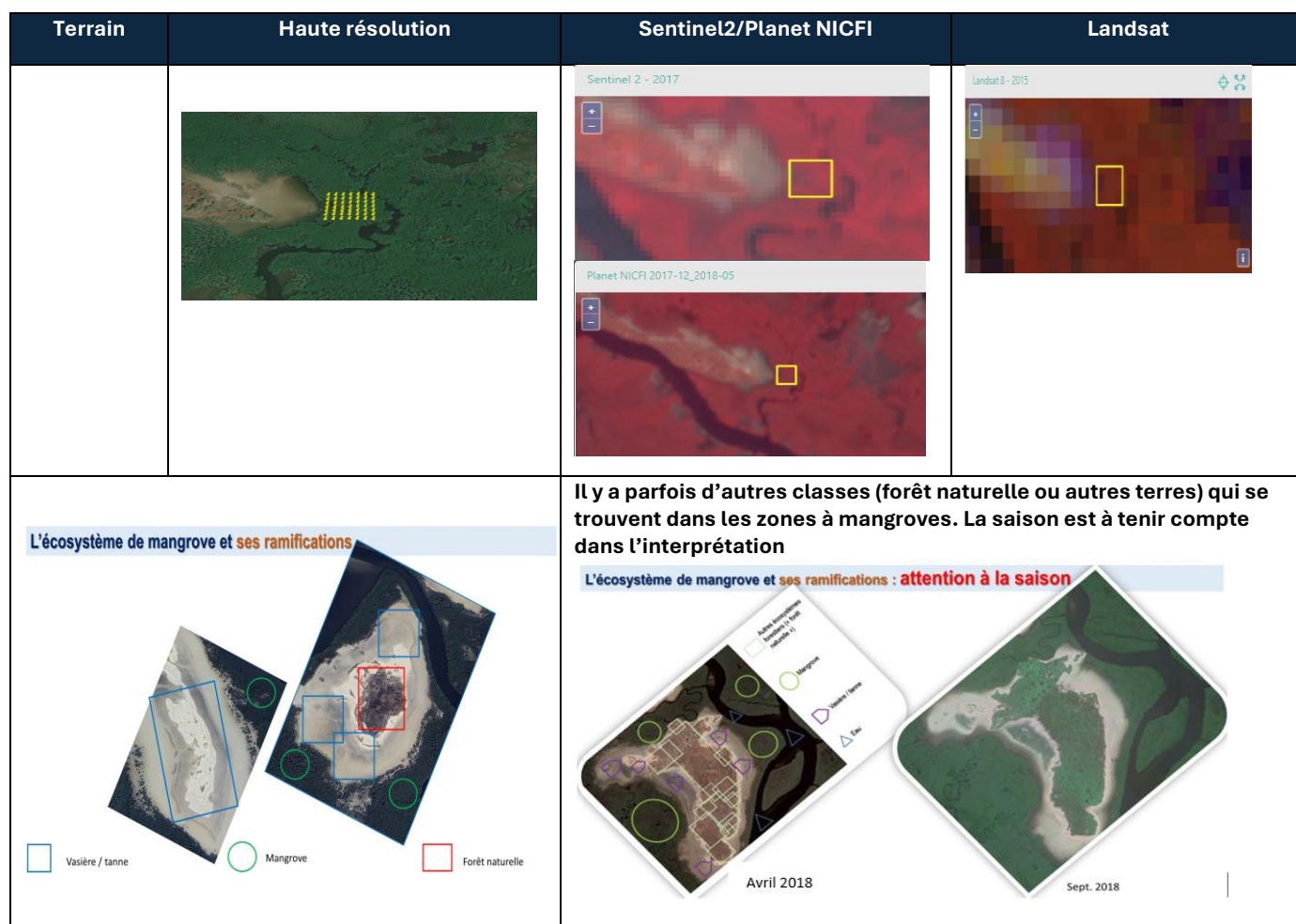


Figure 19: Mangrove vue dans les images satellitaires

3.4.5.3 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 16 : 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

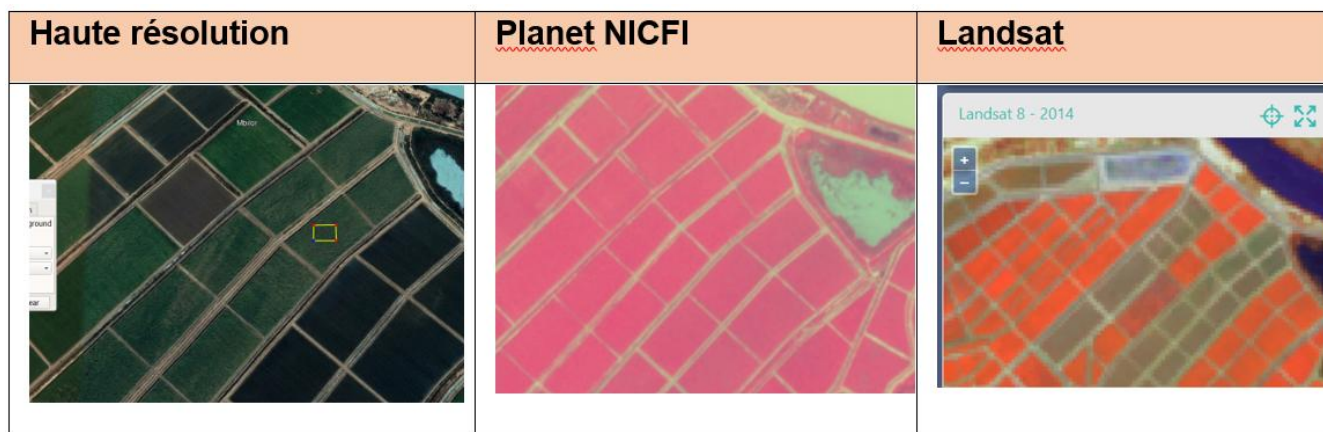


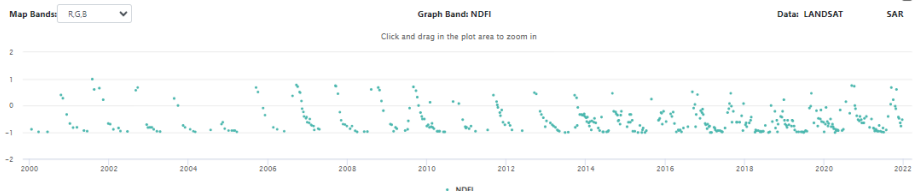
Figure 20: Riziculture vue dans les images satellitaires

Cultures annuelles- Autres cultures annuelles

Définition : Agriculture où la culture est récoltée en moins de 12 mois. 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 17 : 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. 

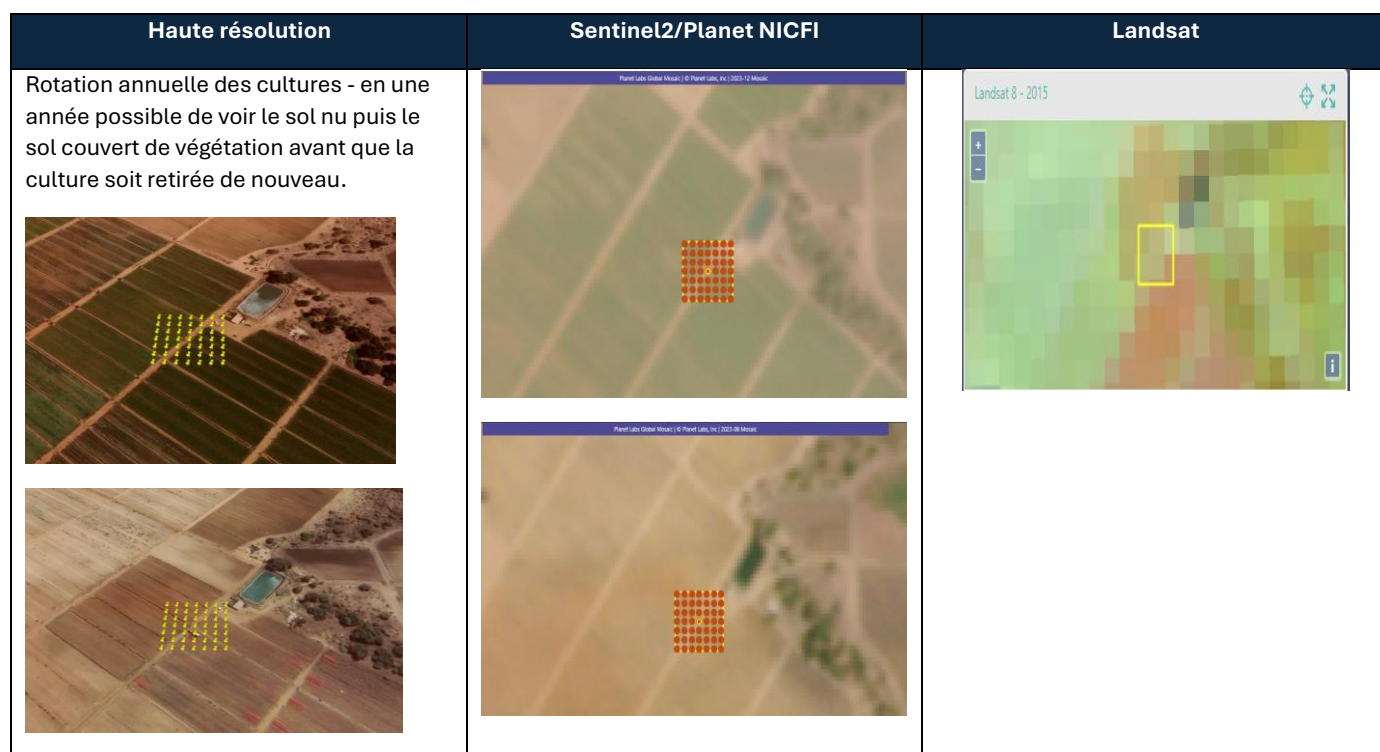


Figure 21: Autres cultures annuelles vues dans les images satellitaires

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 18 : 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	

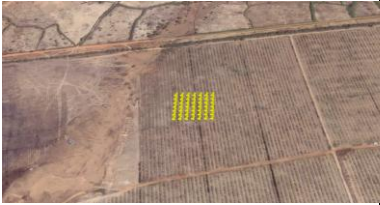
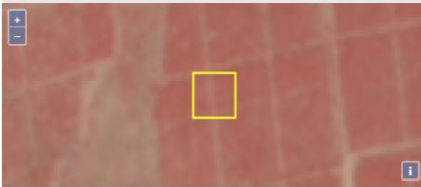
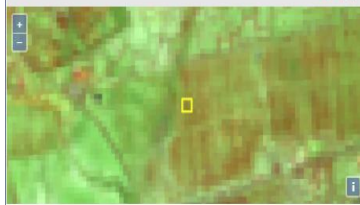
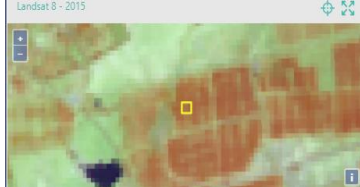
Terrain	Haute résolution	Sentinel2/Planet NICFI	Landsat
	2003  2012  2022 	Sentinel 2 - 2017  Planet NICFI 2017-12_2018-05 	Landsat 7 - 2005  Landsat 8 - 2015 
Agroforesterie	 		

Figure 22: Cultures pérennes vues dans les images satellitaires

3.4.5.4 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).

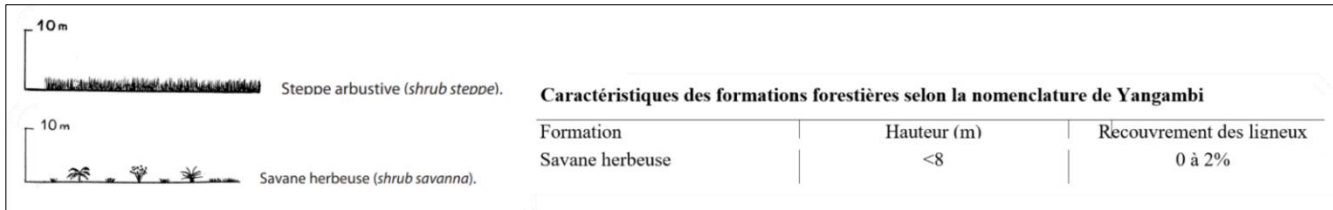


Figure 23: Représentation des savanes herbeuses et steppes

Tableau 19 : 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

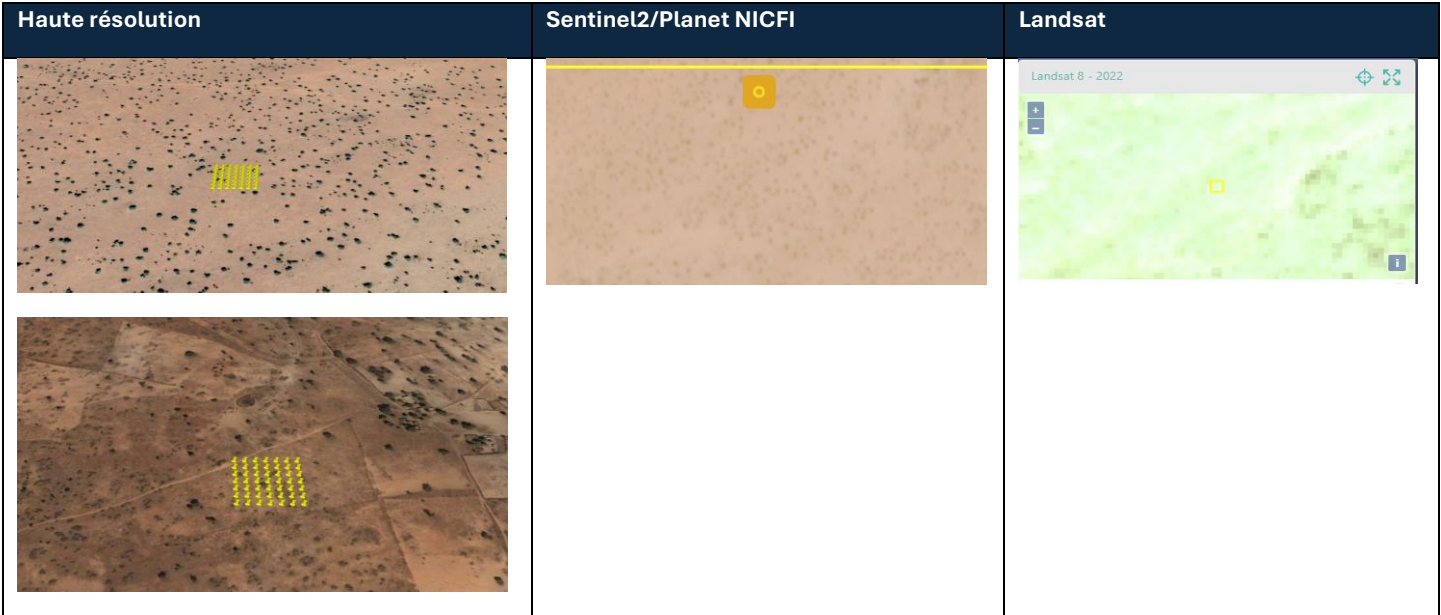


Figure 24: Prairies vues dans les images satellitaires

3.4.5.5 Terres humides

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

Tableau 20 : 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	



Figure 25: Terres humides vues dans les images satellitaires

3.4.5.6 Etablissements

Zones habitées

Définition : comprend les villages, villes.

Tableau 21 : 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.

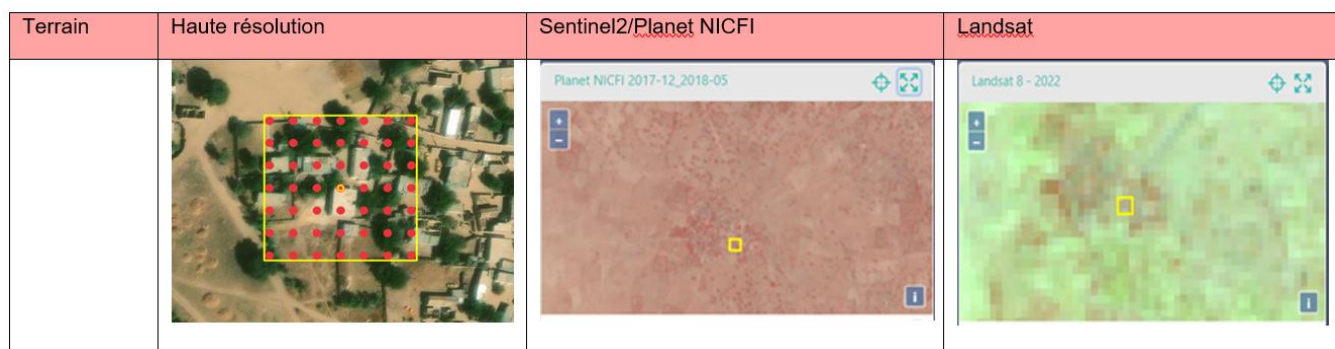


Figure 26: Zones habitées vues dans les images satellitaires

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 22 : 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 27).

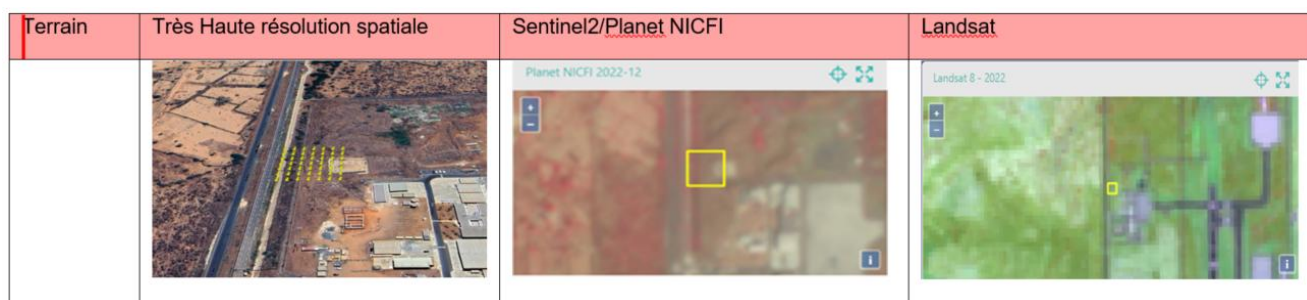


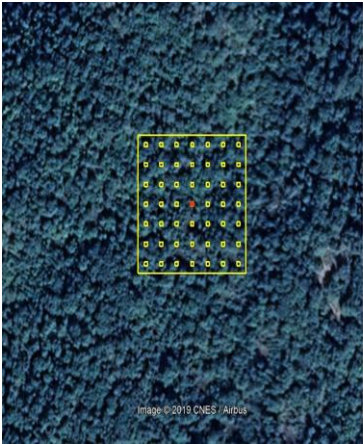
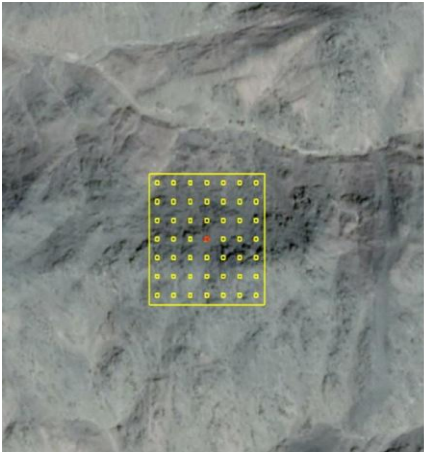
Figure 27: Autres établissements vus dans les images satellitaires

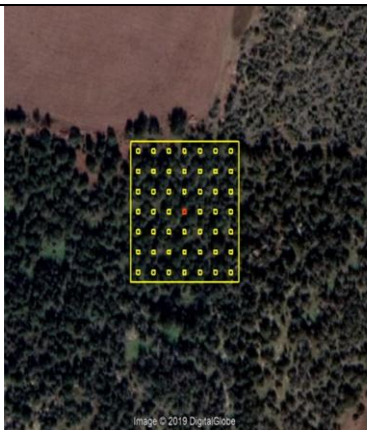
3.4.5.7 Autres terres

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 23 : Caractéristiques d'interprétation pour les autres terres

Couleur	Blanc brillant
Forme	
Taille	
Texture	
Contexte	Tannes se trouvent entourées de mangrove, ce sont les zones de sable sans couverture végétale qui ressorte de l'eau (voir exemple dans Mangrove) 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

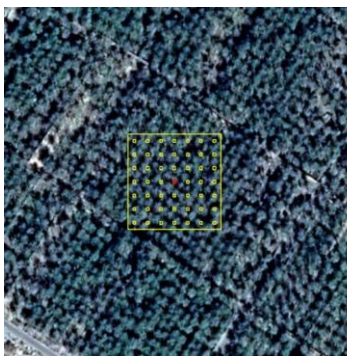
 Homogène Dans une placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme une seule utilisation du sol. Dans l'exemple, 100% de la parcelle est constituée de Terres forestières. Image © 2019 CNES / Airbus	 Homogène Dans une placette homogène, toute la surface de la parcelle (100% ou 45-49 points) sera marquée comme une seule utilisation du sol. Dans l'exemple, 100% de la parcelle est constituée de Autres Terres - Pas de végétation - Pierre/Roche
	 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 d' 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 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 cette placette, tout les palmiers sont 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 les 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**

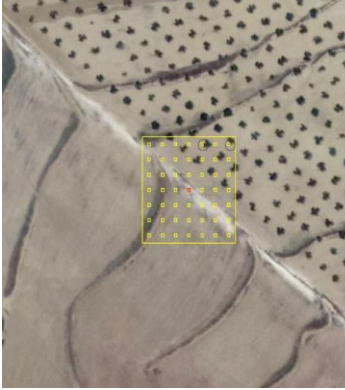


Homogène

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 : forêt naturelle et forêt 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
---	---

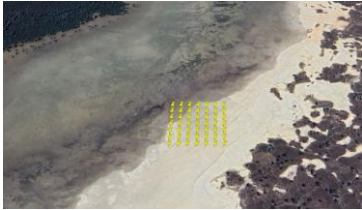
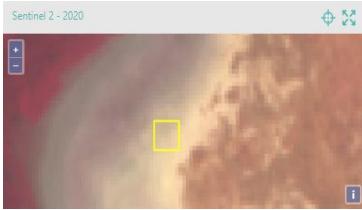
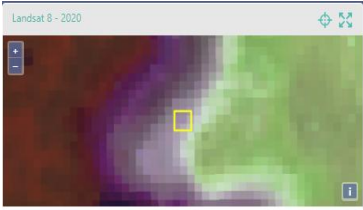
Terrain	Très Haute résolution spatiale	Sentinel2/Planet NICFI	Landsat
			

Figure 28: Autres terres vues dans les images satellitaires

3.4.5.8 Exemples d'interprétation

Changement d'affectation

Forêt naturelle convertie en terre cultivée

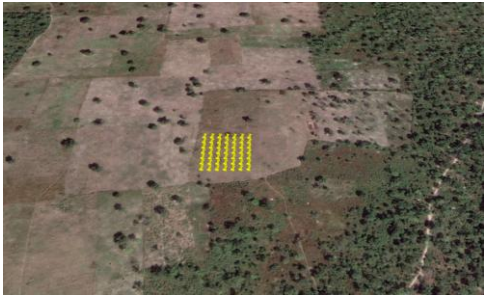
Avant le déboisement	Après le déboisement
2006 	2015 

Figure 29: Exemple d'interprétation-forêt naturelle convertie à terre cultivée

Forêt naturelle convertie à autre terre

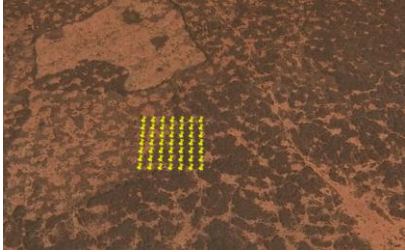
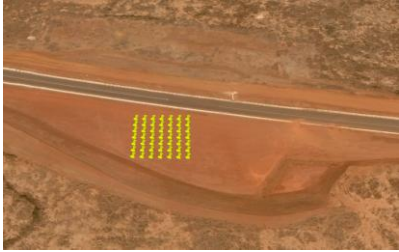
Avant	Durant la conversion	Après
2010 	2013 	2016 

Figure 30: Exemple d'interprétation-forêt naturelle convertie à autre terre

Prairie convertie en établissement

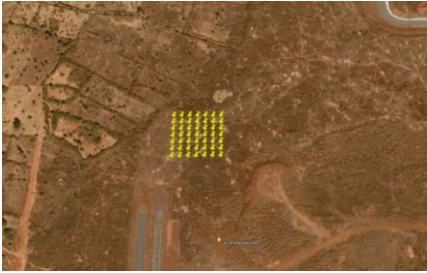
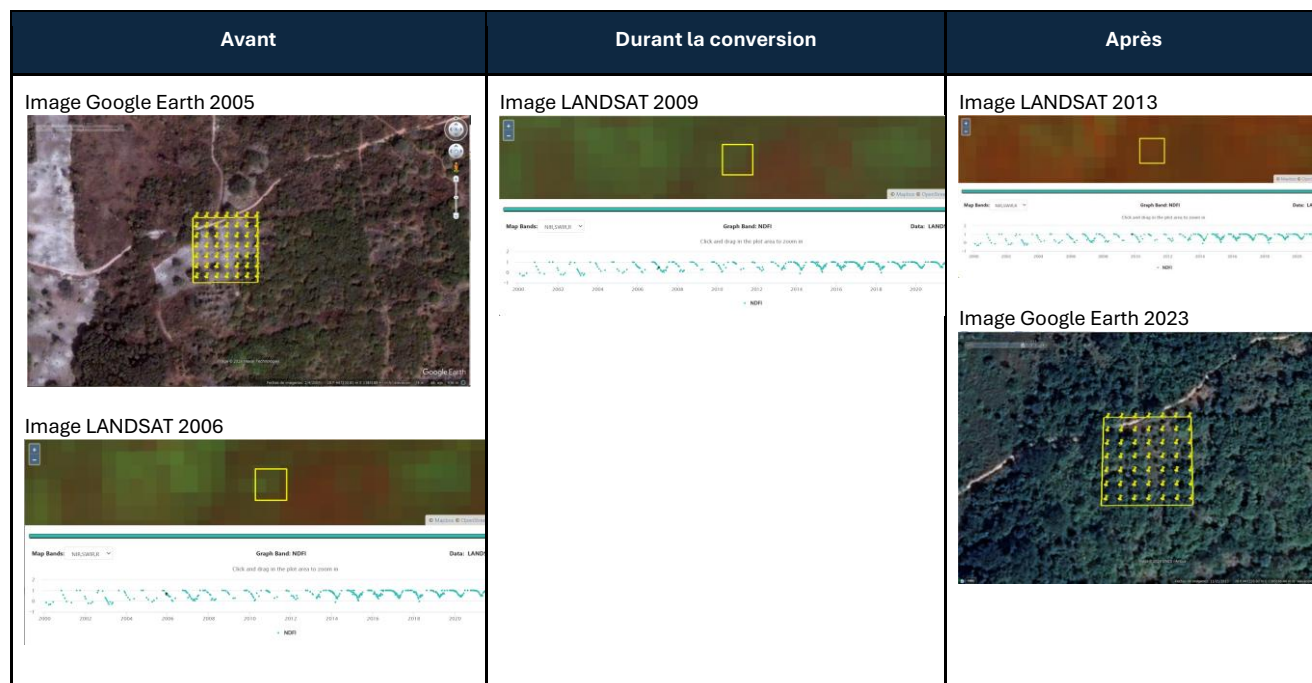
Avant	Durant conversion	Après
2003 	2010 	2023 
2009 	2016 	2023 

Figure 31: Exemple d'interprétation-prairie convertie en établissement

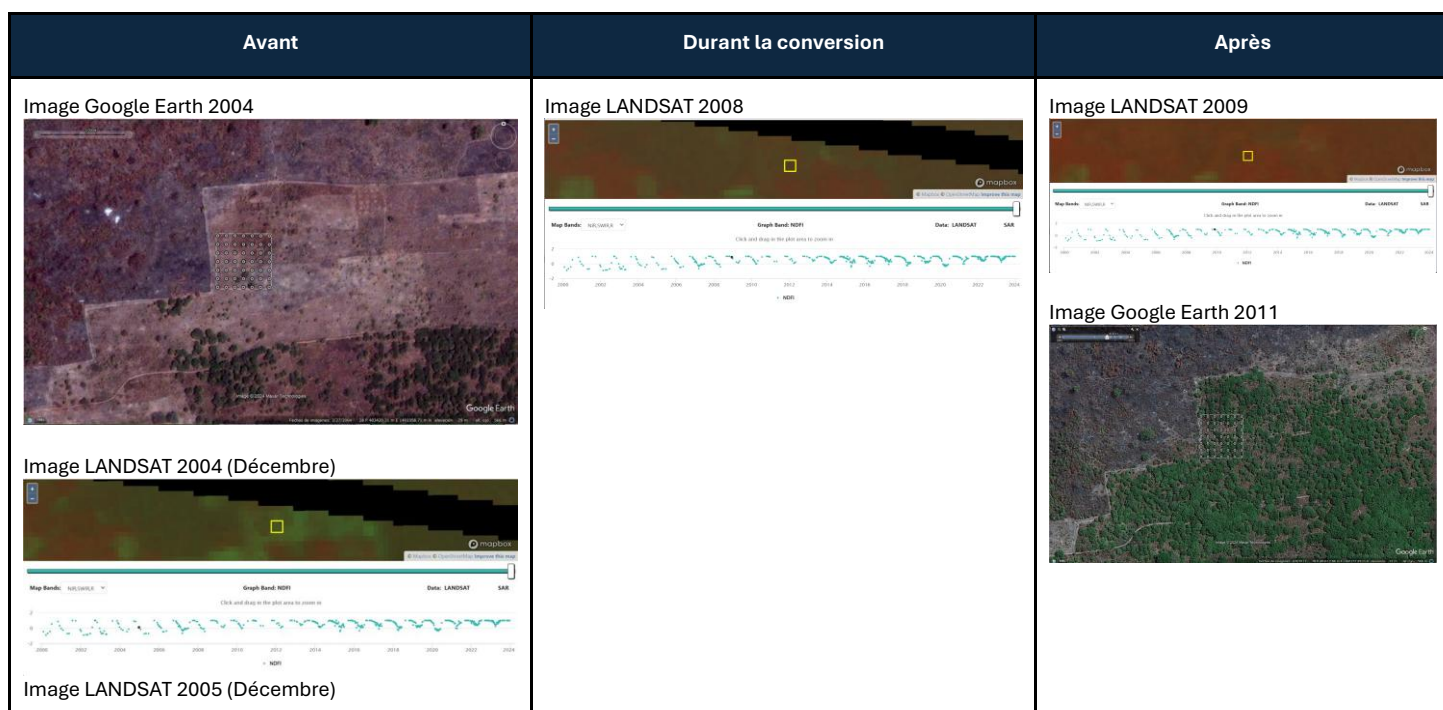
Terres cultivées converties à Terres forestières - Terres cultivées converties à Forêts naturelles
Exemple 1 : Parcelle SEN_3599

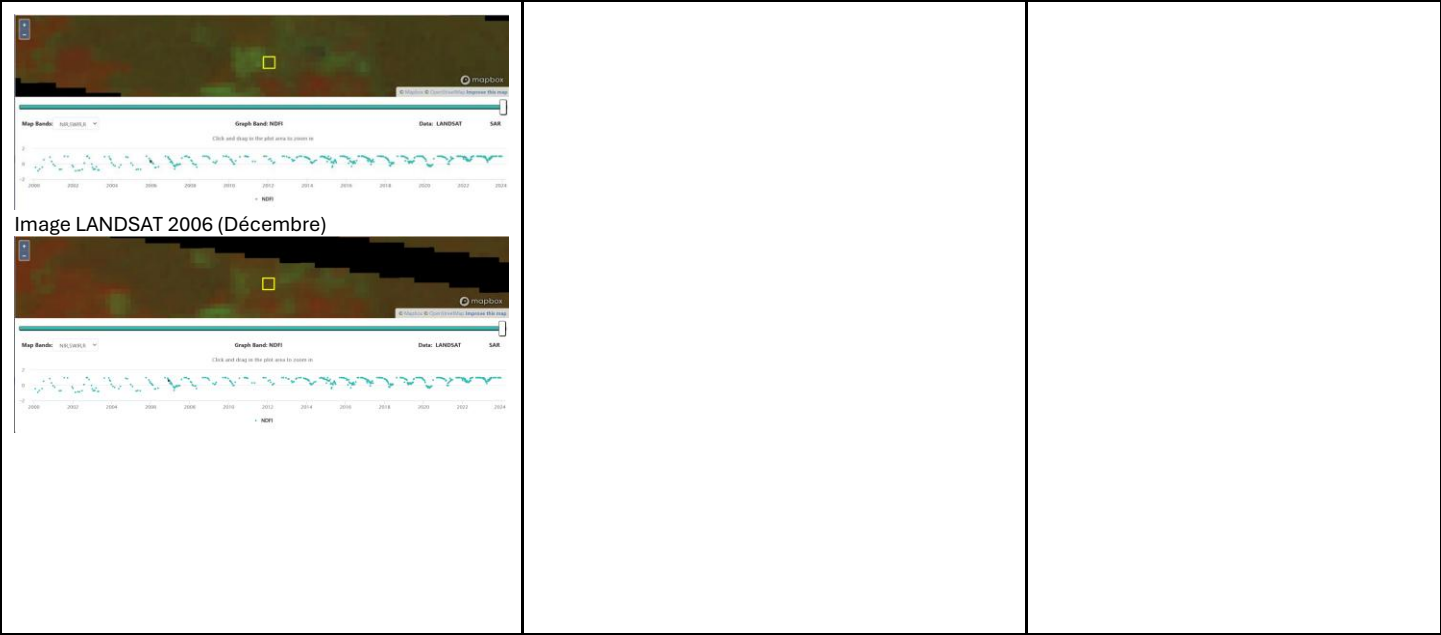
Durée de récupération : 2005 à 2009 = 5 ans



Exemple 2 : Parcelle SEN_2442

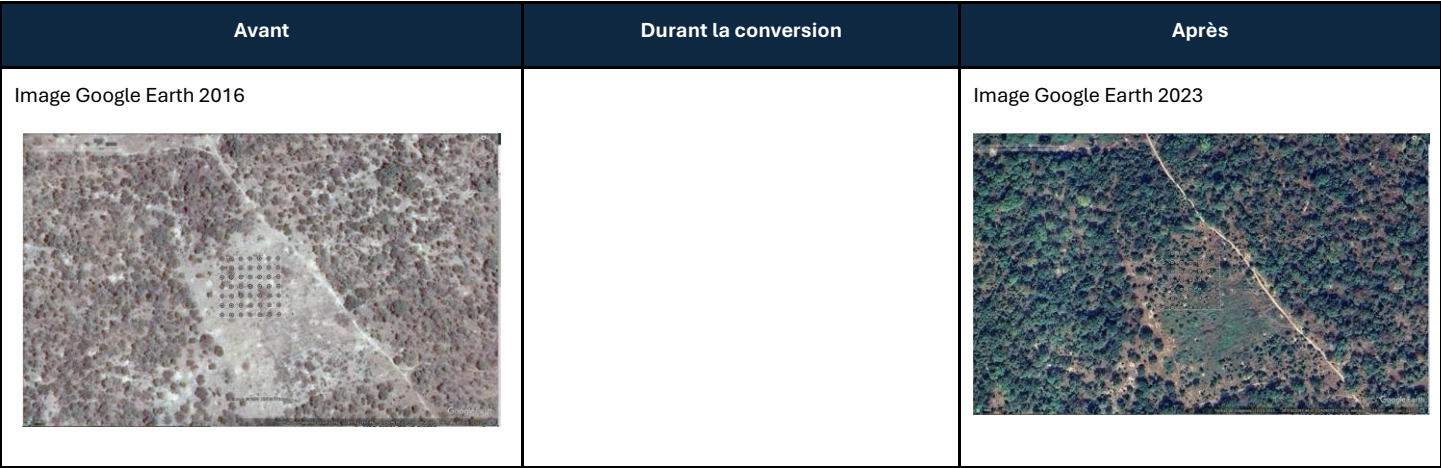
Durée de récupération : 2004-2008 = 4 ans





Exemple 3 : Parcelle SEN_7943

Durée de récupération : 2016-2021 = 4 ans



Exemple 4 : Parcelle SEN_4190

Durée de récupération : 2002-2007 = 5 ans

Avant	Durant la conversion	Après
Image Google Earth 2002 		Image Google Earth 2008 

Terres cultivées converties à Plantations

Exemple 5 : Parcelle SEN_2446

Durée de récupération : 2013-2018 = 5 ans

Avant	Durant la conversion	Après
Image Google Earth 2004  Image Google Earth 2009  Image Google Earth 2013	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).	



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

3.4.5.9 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 33: Formation pédologique particulière

3.4.5.10 Dynamique des feux de brousse dans les terres forestières

Les feux de brousse 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.

La plateforme **CfRN LUA App**, utilisée pour la collecte de données et l'évaluation de l'utilisation des terres permet également de détecter le passage des feux de brousse (Figure 34).



Figure 34: Signes de traces de feux de brousse sur la plateforme CfRN LUA App

3.4.5.11 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 garantit, d'une manière générale, la reconstitution de la ressource prélevée.

Cette tradition est un legs de 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 métropole 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 36).

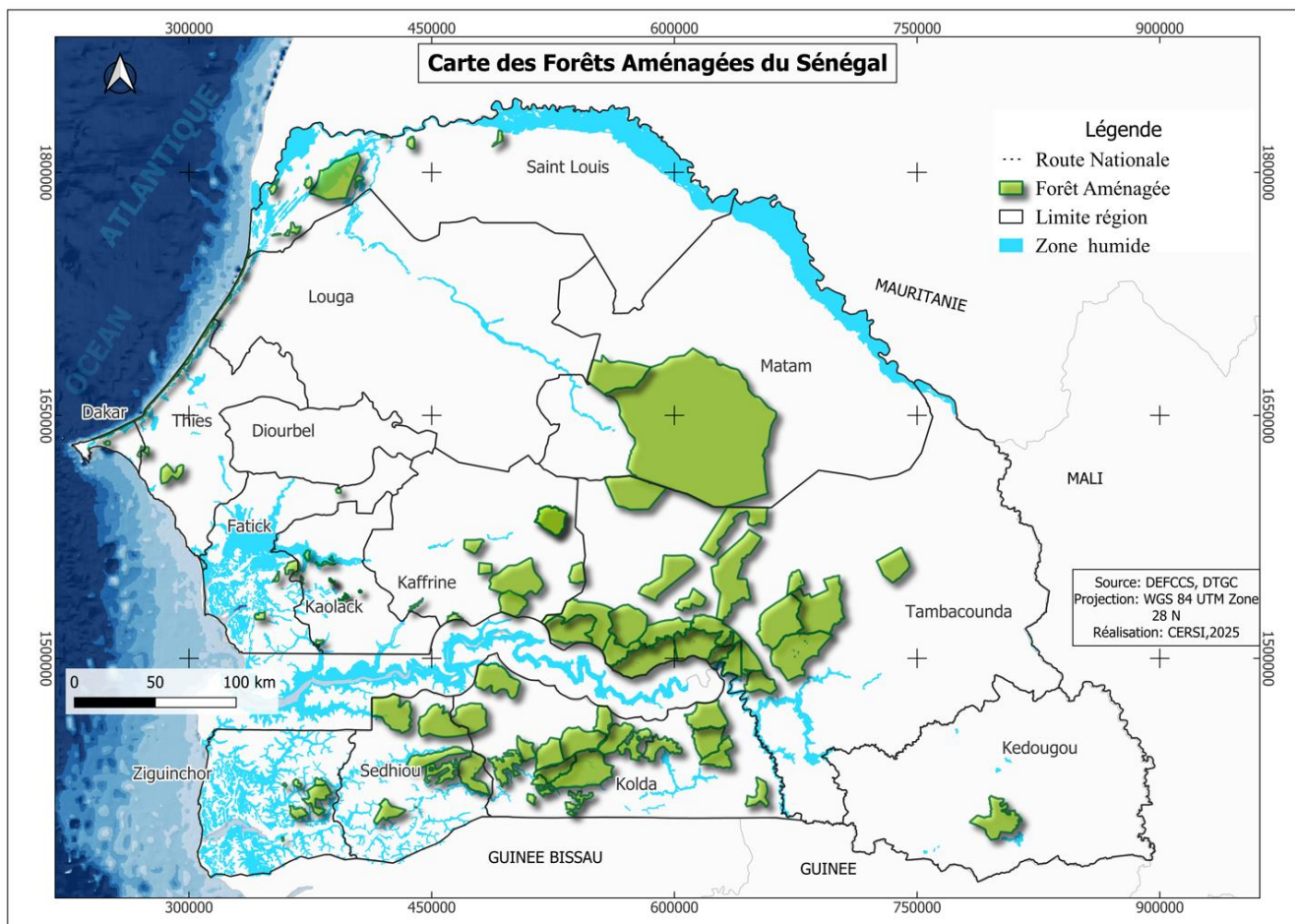


Figure 36: Carte de situation des forêts aménagées du Sénégal

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 la période de 1994 à 2018, sans être exhaustive, font état de 873,705 ha de forêts naturelles aménagées. Elles sont réparties entre les forêts classées pour 234,440 ha (26.83%) et 639,265 ha (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 durable des forêts, l'approvisionnement des populations en biens et services forestiers est assuré à partir des grands bassins forestiers du pays (Tambacounda, Kolda et Sédhiou).

Toutefois, 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 considéré 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 illégale 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.

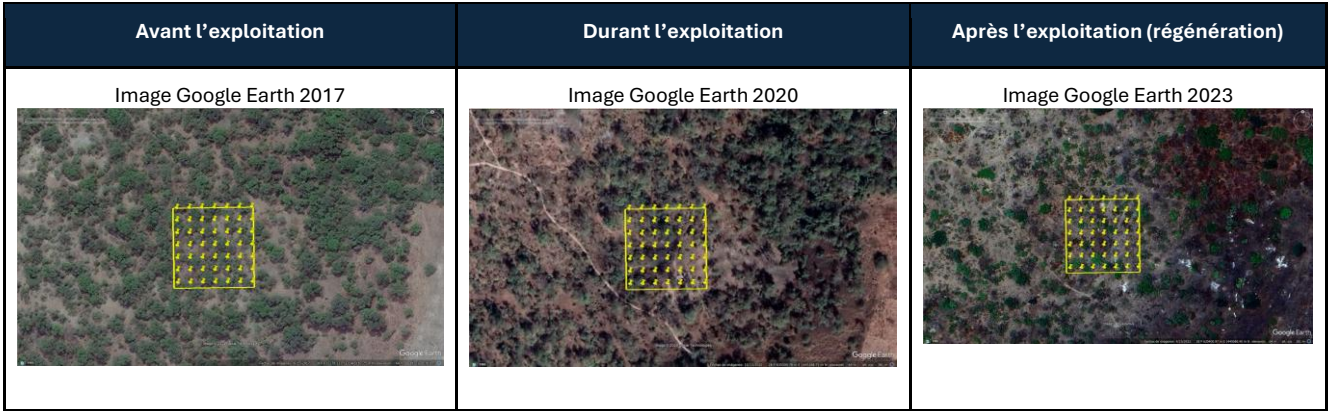


Figure 37: Exemple de l'exploitation des forêts au Sénégal (Parcelle SEN_8221)

3.5 Organisation de la collecte

3.5.1 Organisation de l’atelier des experts collecteurs

Avant la collecte des données une formation de cinq (5) jours a été dispensée aux experts nationaux. Elle 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 7) ont été choisis de telle sorte à impliquer les principales parties prenantes à la gestion des forêts, de la biodiversité et des terres.

3.5.1.1 Rôles et tâches

Les experts nationaux ayant 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* assurent la coordination de toutes les activités et s’occupent du contrôle qualité et de l’assurance qualité des données collectées.

3.5.1.2 Durée de la collecte de données

La collecte des données est organisée en deux sessions au Centre forestier de Recyclage à Thiès (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).

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

Au courant de la première session les activités de la collecte ont été supervisés par les experts de la **Coalition for Rainforest Nations** (CfRN). Le chronogramme et l'agenda détaillés sont présentés à l'annexe 9.

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 courant du premier atelier afin de parachever l'analyse complète de l'ensemble des 12,278 placettes de la grille nationale.

3.5.2 Collecte de données sur un projet

3.5.2.1 Identification de la parcelle échantillon et ses informations

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

- Les épingles disséminées sur la carte montrent les projets ouverts et leur localisation

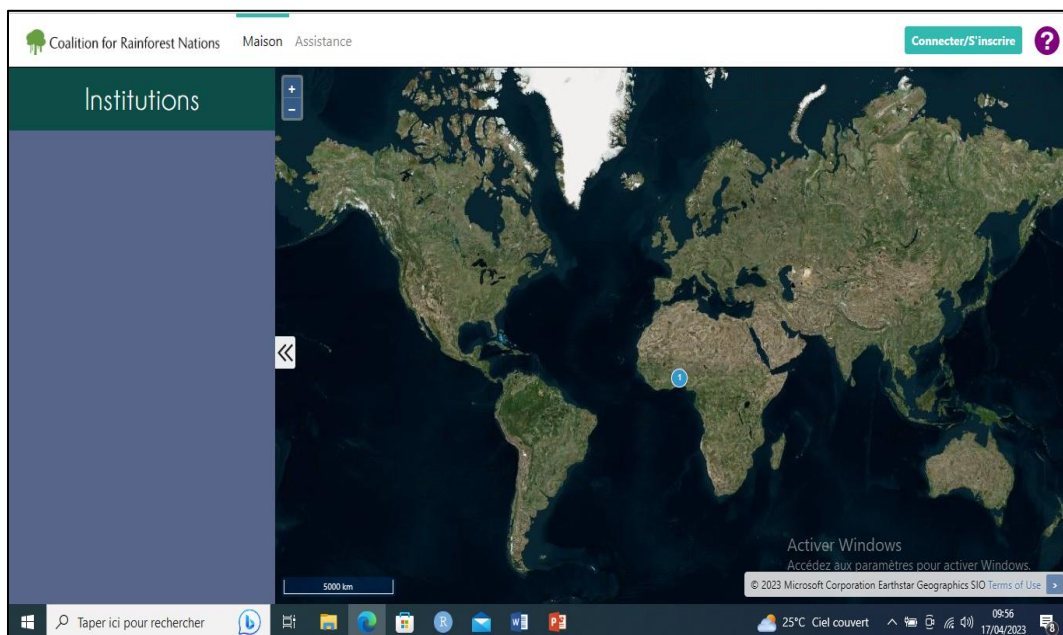


Figure 38 : Indicateur des projets ouverts sur CfRN LUA App et leur localisation

- 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 39: Boutons de navigation sur CfRN 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.

3.5.2.2 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.

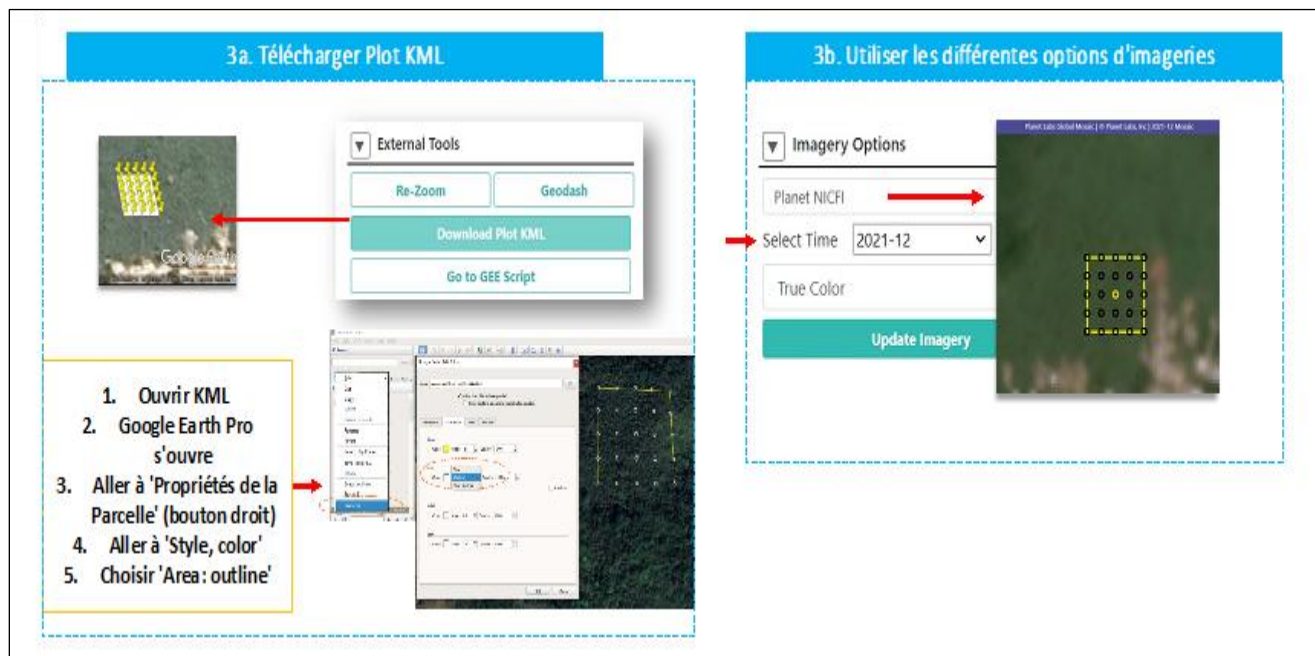


Figure 40: Plot KML et autres options d'imagerie sur CfrN LUA App

3.6. Analyse des parcelles

3.6.1 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 portant sur le dispositif expérimental (voir 3.4.1).

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 déterminée 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.

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

Tableau 24 : Exemple d'estimation des superficies en fonction du nombre de parcelles et du facteur d'expansion

Superficie nationale	19,672,200	
Nombre de parcelles	12,278	
Facteur d'expansion	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

3.6.2 Contrôle de qualité

3.6.2.1 Contrôle de qualité pendant et après la collecte de données

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. 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	1,078	68	6%	20	29%	20	100%
14.03.2024	1,431	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	1,559	79	5%	19	24%	19	100%
17.04.2024	1,837	67	4%	14	21%	14	100%
18.04.2024	2,053	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 26 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
	12,278	1,224

3.6.2.2 Erreur d'interprétation

Sur les 1,224 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 27 montre la désagrégation du processus de contrôle de qualité par catégorie d'affectation des terres.

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

	Coïncidence Interprétation- Vérification	Pas de coïncidence Interprétation- Vérification	Nombre de parcelles soumises au CQ	Erreur d'interprétation	Précision
Forêts naturelles	528	32	560	5.7%	94.3%
Plantation forestière	0	0	0		100.0%
Mangroves	7	1	8	12.5%	87.5%
Riziculture	13	1	14	7.1%	92.9%
Autres cultures annuelles	239	22	261	8.4%	91.6%
Cultures pérennes	12	2	14	14.3%	85.7%
Prairies	273	29	302	9.6%	90.4%
Terres humides	28	4	32	12.5%	87.5%
Habitations	18	1	19	5.3%	94.7%
Autres établissements	2	0	2	0.0%	100.0%
Autres terres	8	4	12	33.3%	66.7%
	1,128	96	1,224	7.8%	92.2%

3.7 Inventaire forestier national

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, d'autre part.

Ainsi, de nouvelles placettes permanentes 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 28) et (Figure 41).

Tableau 28 : 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

3.7.1 Dispositif national : distribution et variables mesurées

La distribution des unités d'échantillonnages a été faite en tenant compte de la zone écologique qui est directement liée aux types de formations forestières (Figure 41).

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 du centre, 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.

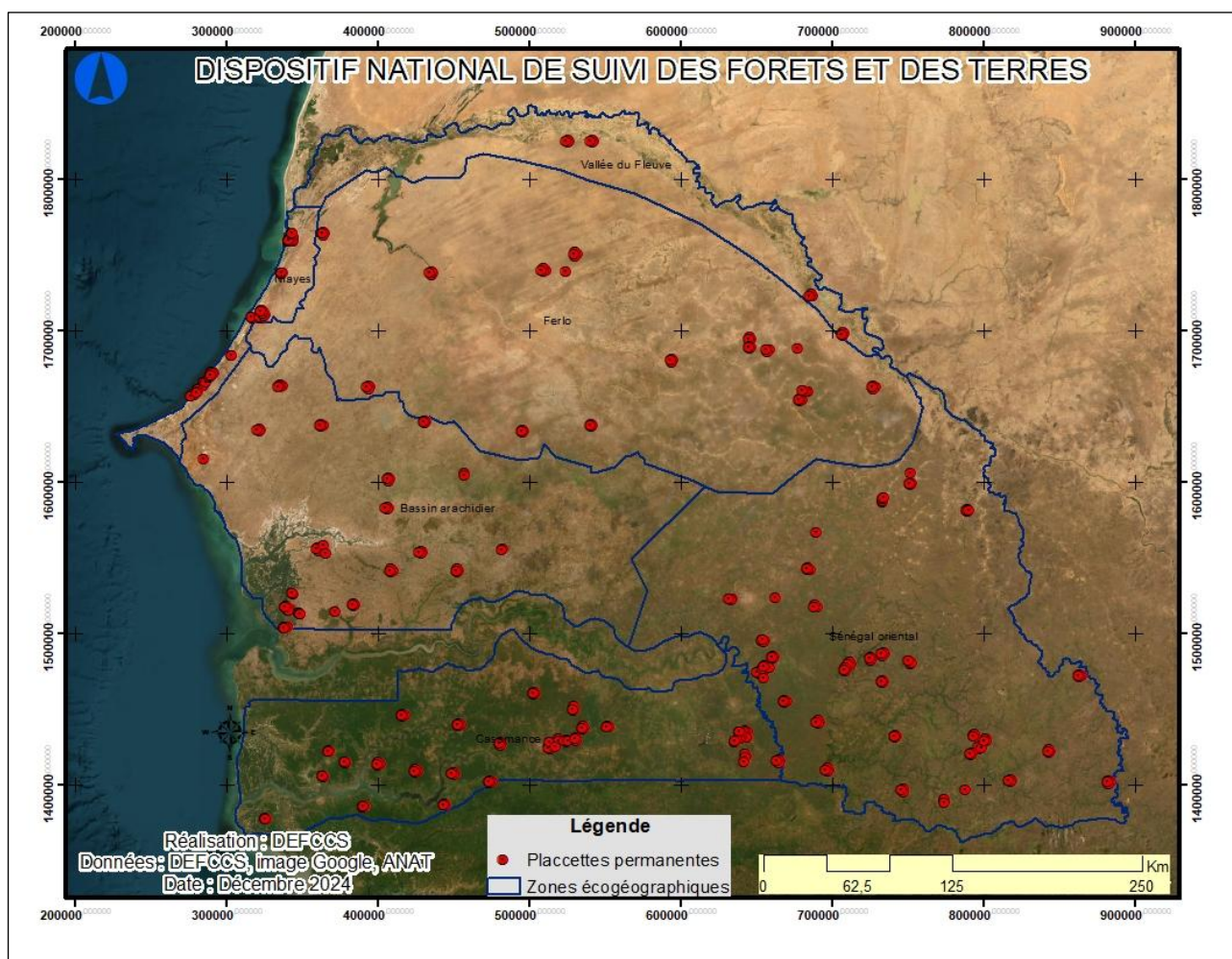


Figure 41 : Dispositif des placettes permanentes

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 (diamètre < 3 cm) ;
- Les indicateurs de biodiversité (traces, crottes, nids d'oiseaux, etc.)

- Les facteurs dégradation (feux de brousse, pâturages, coupes et extraction illégales de bois, etc.).

3.7.2 Estimation de la biomasse aérienne et souterraine

La biomasse aérienne a été estimée à l'aide des modèles allométriques renseignés dans le tableau 29. 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 29 : 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.

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.

3.8.2 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 3.3.1.

3.8.3 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

HWP= Produits ligneux récoltés.

La biomasse (biomasse aérienne et biomasse souterraine) est le seul réservoir qui a été prise en compte dans l'estimation du premier NRF.

3.8.4 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.

3.8.5 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 3.8.3) 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.

3.8.5.1 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.

Fraction de carbone

Le tableau 30 présente les valeurs de Fraction de carbone utilisées pour estimer les absorptions dans les terres forestières restant terres forestières sans perturbations.

Tableau 30 : Fraction de carbone par catégorie de terres forestières

Catégorie d'affectation	Valeur	Valeur GIEC (Tier 1)	Source	Commentaires et hypothèses
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	

Dynamique des superficies des terres forestières restant terres forestières non perturbées

Le tableau 31 montre les superficies en ha des terres forestières restant terres forestières sur la période 2005-2023.

Tableau 31 : Superficies des terres forestières restant terres forestières sur la période 2005-2023 [Ha]

Année	Forêts naturelles [Ha]	Forêts plantées [Ha]	Mangrove [Ha]
2005	7,474,411	12,818	189,063
2006	7,429,548	12,818	187,461
2007	6,879,983	12,818	187,461
2008	6,862,358	12,818	187,461
2009	6,416,938	12,818	187,461
2010	6,384,893	12,818	187,461
2011	5,897,815	12,818	185,859
2012	5,880,190	12,818	185,859
2013	5,577,368	12,818	184,257
2014	5,546,926	12,818	184,257
2015	5,325,818	12,818	184,257
2016	5,292,171	12,818	184,257
2017	5,051,836	11,216	184,257
2018	5,042,223	11,216	184,257
2019	4,920,453	11,216	184,257
2020	4,902,829	11,216	184,257
2021	4,760,230	11,216	184,257
2022	4,744,208	11,216	184,257
2023	4,590,394	11,216	184,257

3.8.5.2 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 :

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

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.

Croissance annuelle moyenne de la biomasse

Le tableau 32 présente les valeurs de croissance annuelle moyenne de la biomasse qui ont été utilisées pour estimer les absorptions dans les terres forestières restant terres forestières sans perturbations.

Tableau 32 : Croissance annuelle moyenne de la biomasse

Catégorie d'affectation	Valeur	Valeur GIEC (Tier 1)	Source Value	Commentaires et hypothèses
Forêts naturelles [>20 ans]	1.6	x	GIEC 2019 Refinement, Vol . 4, Chap. 4, Tableau 4.9	Africa, Tropical Dry Forest, Secondary>20 years
Forêts naturelles [<=20 ans]	3.9	x	GIEC 2019 Refinement, Vol . 4, Chap. 4, Tableau 4.9	Africa, Tropical Dry Forest, Secondary<=20 years
Plantation forestière	6.0	x	GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.10	Tropical rainforest, Africa other <20 years
Mangrove	3.3	x	GIEC 2013 Wetlands Supplement, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.4	Tropical sec

Croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne et souterraine après régénération

Après la perturbation, la terre forestière régénère. La croissance annuelle moyenne de la biomasse après régénération est en fonction de la fraction de biomasse perdue en raison de la perturbation et de la biomasse avant la perturbation. Pour les détails d'estimation, voir l'onglet [Gains (Eq. 2.9)] dans l'outil de calcul.

Tableau 33 : Croissance annuelle moyenne de la biomasse après régénération

Paramètres dans les équations du GIEC	Notation	Unités	Catégorie d'affectation	Valeur	Valeur nationale (Tier 2)	Source Value
Croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne et souterraine après régénération	Gtotal_Feu	t C/ha/an	Forêts naturelles	4.96	x	Calculée
			Plantation forestière	5.64	x	Calculée
			Mangrove	8.28	x	Calculée
	Gtotal_Exploitation	t C/ha/an	Forêts naturelles	0.54	x	Calculée
			Plantation forestière	N.O		
			Mangrove	0.48	x	Calculée

Le taux de croissance annuelle moyenne de la biomasse après régénération est appliqué jusqu'à ce que le temps de croissance soit atteint, puis il passe au taux de croissance de permanence.

Tableau 34 : Temps de croissance

Paramètres dans les équations du GIEC	Unités	Catégorie d'affectation	Valeur	Valeur nationale (Tier 2)	Source Value
Temps de croissance	Année	Forêts naturelles	13.54	x	Calculée
		Plantation forestière	10.00	x	Calculée
		Mangrove	27.9	x	Calculée

Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne

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

Tableau 35 : Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne

Catégorie d'affectation	Valeur	Valeur GIEC (Tier 1)	Source	Commentaires et hypothèses
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 Wetlands Supplement, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.5	Tropical sec

3.8.5.3 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 directrices 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.

3.8.5.4 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 :

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

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.

Quantité de bois extrait des terres forestières

Pour garantir la gestion durable des ressources forestières, tout en maintenant l'approvisionnement du marché national en biens et services forestier, l'Etat a pris l'option de domicilier exclusivement l'exploitation forestière dans les massifs aménagés. Au cours des 20 dernières années, cette longue tradition a été perpétuée avec des innovations majeures

notamment une réelle responsabilisation des communautés locales (collectivités territoriales et des populations locales) dans la gestion des ressources forestières.

A ce titre, seules les régions de Tambacounda (Sénégal oriental Nord), Kolda et Sédhiou (Haute et Moyenne Casamance) et dans un moindre mesure, Kaffrine et Kaolack (Bassin arachidier Sud) sont ouvertes à l'exploitation forestière pour l'approvisionnement du marché national en combustibles domestiques (charbon de bois et bois de chauffage).

Série historique de la quantité de bois extrait des terres forestières

Les statistiques sur l'exploitation forestière ont été compilées à partir des rapports annuels de la Direction des Eaux et Forêts Chasses et de la Conservation des Sols. La base de données disponible ne spécifie pas de quelle catégorie des terres forestières le bois est extrait. Les estimations des émissions dues à l'extraction de bois ont été réalisées en supposant que tout le bois est extrait des forêts naturelles. Dans la même optique, on suppose que le bois de chauffage implique le découpage de l'arbre entier.

Tableau 36 : Tableau récapitulatif de la quantité de bois extrait des terres forestières

Extraction de bois rond (GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 2, Eq. 2.12)

Année	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011								
m³/an	49,950	47,235	44,520	41,805	39,090	36,375	33,660								

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total	Moyenn e	Ecart- type	Incertitud e
m³/an	38,064	18,969	32,741	17,862	16,568	23,364	281	350	29,674	491	5,213	395	476,607	25,085	16,879	132%

Bois de chauffage (GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 2, Eq. 2.13)

Année	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011								
m³/an	204,445	230,603	256,761	282,919	309,077	335,235	361,393								

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total	Moyenn e	Ecart- type	Incertitud e
m³/an	448,972	325,628	783,537	310,968	514,378	725,162	586,628	607,026	646,464	598,545	620,366	484,124	8,632,231	454,328	173,857	75%

Les valeurs de 2005 à 2011 sont obtenues par une prédiction basée sur un modèle de régression linéaire simple

Facteur de conversion et d'expansion de la biomasse

La valeur utilisée pour le facteur de conversion et expansion de la biomasse : 0.73 t.m.s/m³ (GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.5 & CN, Sénégal 2015, Page 114).

3.8.5.5 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 :

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

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.

3.8.5.6 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 :

$$P_{disturbance} = \left\{ A_{disturbance} \bullet B_w \bullet (1+R) \bullet CF \bullet fd \right\},$$

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.

Fraction de biomasse perdue en raison de la perturbation

Le tableau 37 présente la quantité de biomasse perdue en raison de la perturbation.

Tableau 37 : Fraction de biomasse perdue en raison de la perturbation

Notation du GIEC	Unités	Catégorie d'affectation	Valeur	Valeur nationale (Tier 2)	Source Value
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 à la biomasse aérienne et de la fraction de carbone, voir la section 3.8.5.

Superficies forestières brûlées

Les images MODIS ont été analysées pour identifier les placettes qui ont été touchées par les feux. 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.

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

Tableau 38 : Superficie brûlée et exploitée par type de terre forestière sur la période 2005-2023

	Forêts naturelles		Forêts plantées		Mangrove	
Année	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.				

3.8.5.7 Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse dues à la conversion

Les variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres converties à d'autres catégories d'affectation des terres sont déterminées à l'aide de l'équation 2.15, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta C_{CONVERSION} - \Delta C_L$$

Où :

ΔC_B = Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des terres converties à une autre catégorie d'affectation des terres, en tonnes de carbone par an,

ΔC_G = Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse due à la croissance sur terres converties à une autre catégorie d'affectation des terres, exprimée en tonnes de carbone par an,

$\Delta C_{CONVERSION}$ = Variations initiales des stocks de carbone de la biomasse sur les terres converties à une autre catégorie d'affectation des terres, en tonnes de carbone par an,

ΔC_L = Diminution annuelle des stocks de carbone de la biomasse due aux pertes causées par les récoltes, la collecte de bois de chauffage et les perturbations sur les terres converties à une autre catégorie d'affectation des terres, exprimée en tonnes de carbone par an.

Les variations initiales des stocks de carbone de la biomasse pour les terres converties à d'autres catégories d'affectation des terres sont données par l'équation 2.16, du volume 4, chapitre 2, des lignes directrices du GIEC de 2006 :

$$\Delta C_{CONVERSION} = \sum_i \left\{ (B_{AFTER_i} - B_{BEFORE_i}) \cdot \Delta S_{TO_OTHERS_i} \right\} \cdot CF$$

Où :

$\Delta C_{CONVERSION}$ = Variations initiales des stocks de carbone de la biomasse sur les terres converties à une autre catégorie d'affectation des terres, en tonnes de carbone par an,

B_{AFTER_i} = Stocks de biomasse sur le type de terre i immédiatement après conversion, en tonnes de matière sèche par hectare,

B_{BEFORE_i} = Stocks de biomasse sur le type de terre i immédiatement avant conversion, en tonnes de matière sèche par hectare,

$\Delta S_{TO_OTHERS_i}$ = Superficie d'affectation i convertie en une autre catégorie d'affectation des terres au cours d'une année donnée, en hectare par an,

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

i = Type d'affectation des terres convertie en une autre catégorie d'affectation des terres.

Tableau 39 : Biomasse et Stocks de carbone après conversion

Paramètres dans les équations du GIEC	Notation du GIEC	Unités	Catégorie d'affectation	Valeur	Valeur nationale (Tier 2)	Source Value
Biomasse aérienne après conversion	AGB After conversion	t m.s./ha	Forêts naturelles	16.00	x	Calculée. D'après les images satellites, on estime qu'il faut 5 ans pour qu'une terre soit considérée comme une terre forestière
			Plantation forestière	39.00	x	
			Mangrove	60.00	x	
Stocks de carbone aérien et souterrain après conversion	AGC+BGC After conversion	t C/ha	Forêts naturelles	9.63	x	Calculée.
			Plantation forestière	23.46	x	Calculée.
			Mangrove	34.83	x	Calculée.

Dynamique des conversions des terres sur la période 2005-2023

Tableau 40 : Matrices annuelles d'utilisation et de changement d'affectation des terres 2005 - 2023 [superficie en ha]

2004-2005	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	9,270,512			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						203,483						203,483
	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	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	9,275,319			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	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	9,281,728			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				4,807	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	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	9,286,535			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			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			1,602			1,602		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		1,602				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			1,602					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	1,602								219,506			221,108
	Autres établissements										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					9,286,535
	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									219,506			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	190,666	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						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						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						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						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		1,602				229,119						230,721
	Prairies	6,409			16,022		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						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						233,926			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				469,454
	Habitations									245,141			246,744
	Autres établissements		1,602								54,476		56,078
	Autres Terres	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			9,174,378
	Forêts plantées		32,045										32,045
	Mangroves			197,074									197,074
	Autres cultures annuelles				4,084,088								4,084,088
	Riziculture	3,204				185,859		3,204		1,602			193,870
	Cultures pérennes						233,926	1,602					235,528
	Prairies	4,807			8,011			4,816,308		4,807			4,835,535
	Terres Humides								467,852				467,852
	Habitations									265,970	1,602		267,573
	Autres établissements										64,089		64,089
	Autres Terres											120,167	120,167
	Grand Total	9,166,367	32,045	197,074	4,106,520	185,859	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	9,166,367
	Forêts plantées		32,045										32,045
	Mangroves			197,074									197,074
	Autres cultures annuelles				4,090,497					1,602			4,092,100
	Riziculture	1,602				184,257		1,602	3,204	9,613			200,279
	Cultures pérennes						235,528						235,528
	Prairies	1,602			16,022	3,204		4,800,296					4,821,115
	Terres Humides								467,852				467,852
	Habitations									273,982			273,982
	Autres établissements	1,602									64,089		65,691
	Autres Terres										1,602	118,565	120,167
	Grand Total	9,148,743	32,045	197,074	4,122,542	187,461	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					9,148,743
	Forêts plantées		32,045										32,045
	Mangroves			197,074									197,074
	Autres cultures annuelles				4,116,133								4,116,133
	Riziculture	3,204				187,461		3,204					193,870
	Cultures pérennes				1,602		235,528						237,130
	Prairies	6,409			4,807			1,602	4,792,275	1,602			4,806,695
	Terres Humides								467,852				467,852
	Habitations									285,197			285,197
	Autres établissements										67,294		67,294
	Autres Terres											120,167	120,167
	Grand Total	9,145,538	32,045	197,074	4,133,758	187,461	237,130	4,797,082	467,852	286,799	67,294	120,167	19,672,200

4 NRF - PRESENTATION DES RESULTATS

4.1 NRF - Outil de calculs

Les estimations ont été réalisées à l'aide de l'outil Excel [**NRF-SENEGAL-Juin 2025**]. Le tableau 41 présente le contenu de l'outil de calcul.

Tableau 41 : Outil de calculs

Onglet	Contenu
Pools&Gas	Reservoirs et Gaz
REDD+ Activities	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	Hiérarchie utilisée pour classer 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 12,278 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 œuvre 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 d'équivalent CO2 (tCO2e) par utilisation des terres et changement d'affectation des terres. Les totaux d'inventaire sont compilés à l'aide du GWP AR5
Forest land only_2005-2023	Émissions et absorptions dans les terres forestières restant terres forestières, terres forestières converties à d'autres utilisations des terres, autres utilisations des terres converties en terres forestières et extraction de bois sur la période 2005-2023
FRL 2011-2020_REPORT	Estimation du NRF

Onglet	Contenu
FRL_U2011, FRL_U2012, FRL_U2013, FRL_U2014, FRL_U2015, FRL_U2016, FRL_U2017, FRL_U2018, FRL_U2019, FRL_U2020	Estimation des incertitudes : propagation de l'erreur sur la période de référence 2011-2020
FRL_UNCERTAINTY	Estimation de l'incertitude du NRF
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_NRF(2023-2024)
Annex.IFN_2023-2024_Zone	Biomasse par strates_NRF. Résultats par ZEG (zone eco-géographique).
Annex.NFI1vs2	Biomasse par strates_NRF (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-CO ₂ [N ₂ O] dans les réservoirs de carbone AGB+BGB [DOM]
Annex T1 Non CO2 _CH4 (Eq.2.27)	Emissions Equation 2.27 Non-CO ₂ [CH ₄] 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 NRF - Estimation du niveau de référence pour les forêts

4.2.1 Émissions/absorptions sur la période 2011-2020

Les émissions/absorptions présentées pour l'établissement du NRF 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 NRF (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 2011-2020 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

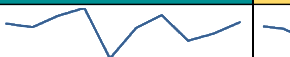
Le tableau 42 présente les équations du GIEC utilisées pour estimer les émissions/absorptions par catégorie d'affectation des terres. Le tableau indique également où il faut trouver les détails de calculs dans l'outil Excel [**NRF-SENEGAL-Juin 2025**].

Tableau 42 : 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	Gains (Eq. 2.9)
	Terres forestières restant Terres forestières (perturbées)	GIEC 2006, Volume 4, Chapitre 2, Equation 2.11	Losses (Eq. 2.11)
	Terres converties en Terres forestières & Terres forestières converties en d'autres affectations	GIEC 2006, Volume 4, Chapitre 2, Equation 2.15	Conversions (Eq. 2.15)

Le tableau 43 présente les émissions/absorptions estimées sur la période 2011-2020.

Tableau 43 : Emissions/absorptions estimées sur la période 2011-2020

Année	A) Terres forestières restant Terres forestières (non perturbées) [tCO ₂ eq]	B) Terres forestières restant Terres forestières (perturbées) [tCO ₂ eq]	C) Terres converties en Terres forestières [tCO ₂ eq]	D) Terres forestières converties en d'autres affectations [tCO ₂ eq]	Total (émissions/absorptions) [tCO ₂ eq]
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
Tendance					
Moyenne NRF	-20,317,849	9,102,335	-443,577	2,798,343	-8,860,748

La combinaison des absorptions par les puits 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 42). En passant de -12,130,303 à -6,137,164 tCO₂ eq., entre 2011 et 2020, la baisse du potentiel d'absorption est ainsi établie à 599 313,9 tCO₂ eq.an⁻¹.

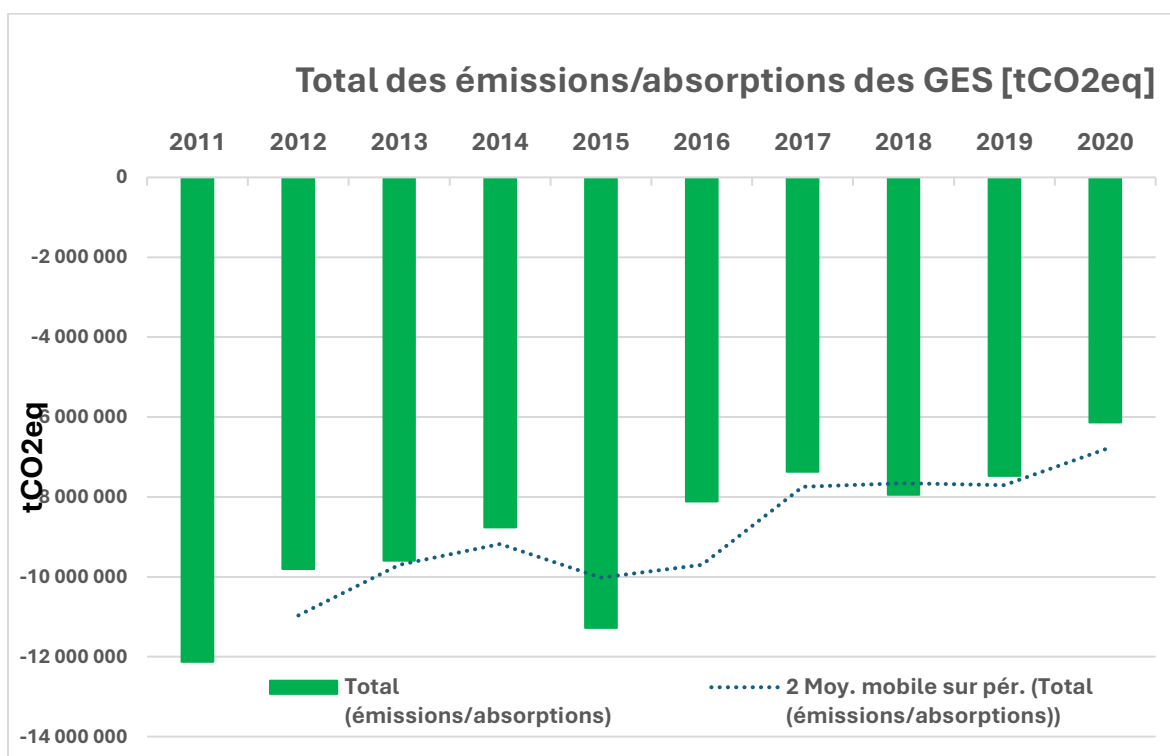


Figure 42 : Trajectoire des émissions/absorptions du secteur des forêts entre 2011-2020

Par ailleurs, les résultats ont confirmé que les forêts restant dans la même catégorie, en l'absence de perturbations, constituent la plus importante part des absorptions des forêts (20,32 millions tCO₂ eq.an⁻¹). Les absorptions provenant de conversions d'autres utilisations des terres vers les terres forestières sont relativement faibles (-443,577 tCO₂ eq. an⁻¹).

Avec, une émission annuelle 9,1 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 43).

La figure 43 présente les valeurs moyennes des émissions/absorptions nettes annuelles sur la période de référence 2011-2020 selon le regroupement en catégories.

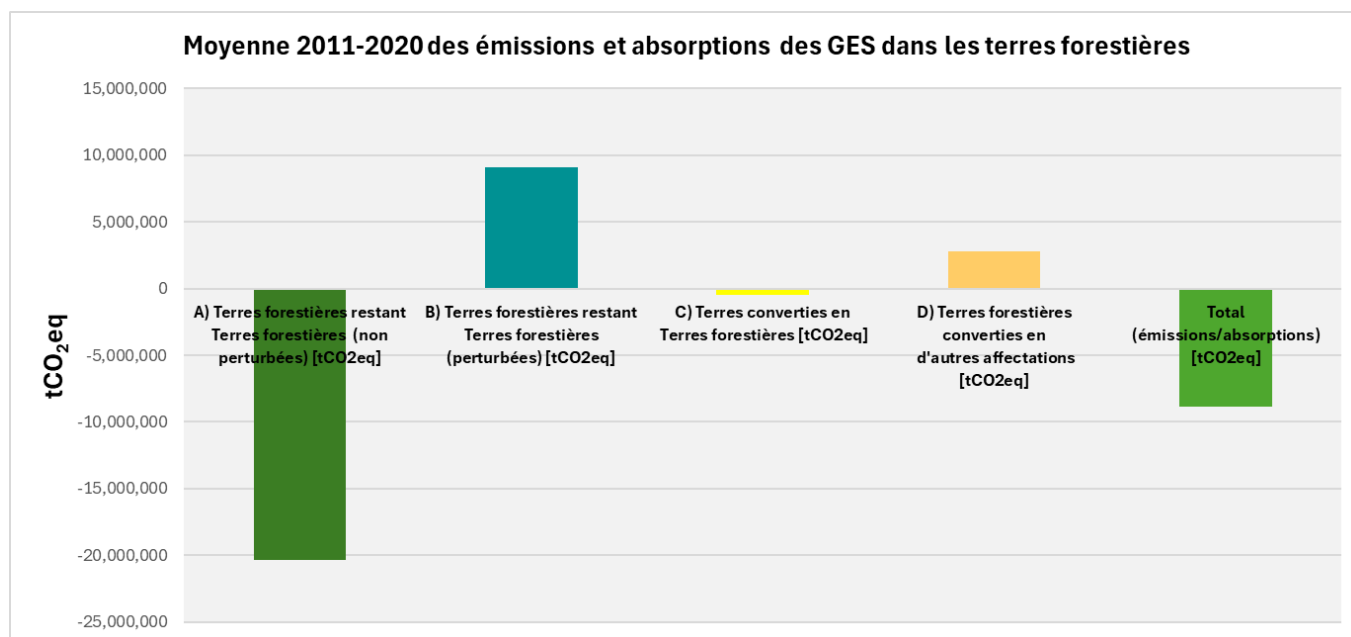


Figure 43 : Valeurs moyennes des émissions/absorptions sur la période de référence 2011-2020 suivant le regroupement en 4 catégories

4.2.2 Niveau de référence pour les forêts

Le NRF a été estimé comme la moyenne arithmétique des absorptions annuelles nettes d'équivalent CO₂ sur la période de référence 2011-2020. La valeur obtenue est -8 860 748 tCO₂ eq. Le tableau 44 présente les absorptions nettes annuelles sur la période de référence et leur moyenne arithmétique.

Tableau 44 : NRF

Référence	Absorptions nettes (tCO ₂ eq)
2011	-12,130,303
2012	-9,801,463
2013	-9,594,449
2014	-8,761,665
2015	-11,279,965
2016	-8,114,463
2017	-7,370,517
2018	-7,942,243
2019	-7,475,248
2020	-6,137,164
NRF	-8.860,748

4.3 NRF - Absorptions des GES dans les terres forestières restant terres forestières non perturbées

Les absorptions sont estimées en utilisant les équations 2.9 et 2.10 (section 3.8.5). Voir l'onglet [Gains (Eq. 2.9)] dans l'outil de calculs pour les détails relatifs au process d'estimation.

Tableau 45 : Absorptions des gaz par les terres forestières restant terres forestières non perturbées

Année	Forêts naturelles [t CO ₂ eq/an]	Forêts plantées [t CO ₂ eq/an]	Mangrove [t CO ₂ eq/an]	Absorptions totales [t CO ₂ eq/an]
2011	-20,815,668	-169,647	-1,305,482	-22,290,797
2012	-20,753,465	-169,647	-1,305,482	-22,228,593
2013	-19,684,689	-169,647	-1,294,228	-21,148,564
2014	-19,577,246	-169,647	-1,294,228	-21,041,121
2015	-18,796,871	-169,647	-1,294,228	-20,260,746
2016	-18,678,118	-169,647	-1,294,228	-20,141,993
2017	-17,829,884	-148,441	-1,294,228	-19,272,553
2018	-17,795,954	-148,441	-1,294,228	-19,238,623
2019	-17,366,182	-148,441	-1,294,228	-18,808,851
2020	-17,303,979	-148,441	-1,294,228	-18,746,647

4.4 NRF - Émissions des GES dans les terres forestières restant terres forestières perturbées

Les émissions dues aux 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 46 présente les résultats.

Tableau 46 : Émissions des gaz par les terres forestières restant terres forestières perturbées

Année	Forêts naturelles [t CO ₂ eq/an]		Forêts plantées [t CO ₂ eq/an]		Mangrove [t CO ₂ eq/an]		Emissions totales [t CO ₂ eq/an]		Total [t CO ₂ eq/an]
	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	
2011	38,031,392	247,241	0	0	62,750	0	38,094,142	247,241	38,341,383
2012	36,874,401	247,241	0	0	62,750	0	36,937,152	247,241	37,184,393
2013	35,717,411	988,964	42,412	0	0	235,314	35,759,823	1,224,278	36,984,101
2014	33,720,670	1,153,792	0	0	62,750	0	33,783,420	1,153,792	34,937,212
2015	31,723,928	659,310	0	0	62,750	0	31,786,679	659,310	32,445,988
2016	33,683,348	1,071,378	0	0	0	0	33,683,348	1,071,378	34,754,726
2017	35,642,767	741,723	0	0	0	0	35,642,767	741,723	36,384,490

Année	Forêts naturelles [t CO ₂ eq/an]		Forêts plantées [t CO ₂ eq/an]		Mangrove [t CO ₂ eq/an]		Emissions totales [t CO ₂ eq/an]		
	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Total [t CO ₂ eq/an]
2018	33,739,331	576,896	0	0	0	0	33,739,331	576,896	34,316,227
2019	31,835,895	1,236,206	0	0	0	0	31,835,895	1,236,206	33,072,101
2020	33,757,992	1,153,792	0	0	0	0	33,757,992	1,153,792	34,911,784

4.5 NRF - Absorptions des GES dans les terres forestières restant terres forestières perturbées avec régénération

Voir l'onglet [*Gains (Eq. 2.9)*] dans l'outil de calculs pour les détails relatifs au processus d'estimation.

Le tableau 47 présente les résultats.

Tableau 47 : Absorptions des gaz par les terres forestières restant terres forestières perturbées avec régénération

Année	Forêts naturelles [t CO ₂ eq/an]		Forêts plantées [t CO ₂ eq/an]		Mangrove [t CO ₂ eq/an]		Absorptions totales [t CO ₂ eq/an]		
	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Total [t CO ₂ eq/an]
2011	-29,712,025	-44,205	0	0	-2,814	0	-29,714,838	-44,205	-29,759,043
2012	-28,808,126	-53,678	0	0	-2,814	0	-28,810,940	-53,678	-28,864,617
2013	-27,904,227	-91,568	-33,134	0	0	-2,814	-27,937,362	-94,381	-28,031,743
2014	-26,344,273	-135,773	0	0	-2,814	-2,814	-26,347,087	-138,586	-26,485,673
2015	-24,784,319	-161,033	0	0	-2,814	-2,814	-24,787,133	-163,846	-24,950,979
2016	-26,315,115	-202,080	0	0	0	-2,814	-26,315,115	-204,894	-26,520,009
2017	-27,845,911	-230,498	0	0	0	-2,814	-27,845,911	-233,311	-28,079,223
2018	-26,358,852	-252,600	0	0	0	-2,814	-26,358,852	-255,414	-26,614,266
2019	-24,871,793	-299,963	0	0	0	-2,814	-24,871,793	-302,776	-25,174,570
2020	-26,373,431	-344,168	0	0	0	-2,814	-26,373,431	-346,982	-26,720,413

4.6 NRF - Emissions des GES dues à l'extraction de bois

Les équations 2.12 et 2.13 (GIEC 2006) ont été utilisées, respectivement, pour estimer les émissions dues à l'extraction de bois rond et les émissions dues à l'extraction de bois de chauffage. Voir l'onglet [*Losses (Eq. 2.11)*] dans l'outil de calculs pour les détails relatifs au processus d'estimation.

Tableau 48 : Emissions des GES dues à l'extraction de bois des terres forestières

Année	Emissions dues à l'extraction de bois rond [t CO ₂ eq/an]	Emissions dues à l'extraction de bois de chauffage [t CO ₂ eq/an]	Total Émissions [t CO ₂ eq/an]
2011	54,202	581,945	636,147
2012	61,294	722,972	784,266
2013	30,546	524,353	554,899
2014	52,721	1,261,717	1,314,438
2015	28,764	500,746	529,509
2016	26,680	828,293	854,973
2017	37,622	1,167,716	1,205,338
2018	452	944,637	945,090
2019	564	977,483	978,046
2020	47,783	1,040,990	1,088,773

4.7 NRF - Absorptions des GES dues à la conversion des autres affectations des terres 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 49 : Absorptions des GES dues à des conversions en terres forestières

Année	CL>FL [t CO ₂ eq/an]	GL>FL [t CO ₂ eq/an]	WL>FL [t CO ₂ eq/an]	SL>FL [t CO ₂ eq/an]	OL>FL [t CO ₂ eq/an]	Total Absorptions [t CO ₂ eq/an]
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

4.8 NRF - Emissions des GES dues à la conversion des terres forestières vers les autres affectations

Les estimations sont estimées 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 50 : Émissions des GES dues à des conversions des terres forestières vers les autres affectations

Année	FL>CL [t CO ₂ eq/an]	FL>GL [t CO ₂ eq/an]	FL>WL [t CO ₂ eq/an]	FL>SL [t CO ₂ eq/an]	FL>OL [t CO ₂ eq/an]	Total Émissions [t CO ₂ eq/an]
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

4.9 NRF - Estimations des incertitudes

Les incertitudes des données d'activité sont données par l'erreur d'interprétation (voir la section 3.6.2.2). La plupart des valeurs d'incertitude pour les facteurs d'émission/absorption et autres paramètres proviennent des lignes directrices du GIEC. Pour les valeurs d'incertitude obtenues par estimation, la méthodologie utilisée est basée sur la méthode de propagation d'erreur et est communément connue sous le nom d'analyse de Niveau 1. La méthode consiste en deux équations principales, l'équation 3.1 et l'équation 3.2. Le rappel de la méthodologie et ses équations principales est donné ci-dessous.

4.9.1 Méthode de propagation d'erreur

Après avoir déterminé les incertitudes des données sur les activités, des facteurs d'émission/absorption, des autres paramètres et des émissions/absorptions pour une catégorie de source, ces incertitudes sont combinées pour estimer l'incertitude totale. Pour ce premier NRF du Sénégal, la méthodologie suivie pour combiner ces incertitudes est l'analyse de niveau 1, connue sous le nom de propagation d'erreur. La méthodologie est décrite en détails dans les Lignes directrices du GIEC, volume 1, chapitre 3. Nous rappelons les deux équations principales utilisées pour implémenter la méthodologie.

4.9.1.1 Equation 3.1

Lorsque les quantités sont combinées par multiplication, l'équation suivante est utilisée pour estimer l'incertitude :

$$U_{Total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}, \text{ où}$$

- U_{Total} : le pourcentage d'incertitude du produit des quantités;
- U_i : le pourcentage d'incertitude associé à chaque quantité.

4.9.1.2 Equation 3.2

Lorsque les quantités sont combinées par addition ou soustraction, l'équation suivante est utilisée pour estimer l'incertitude :

$$U_{Total} = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot x_1)^2 + (U_2 \cdot x_2)^2 + \dots + (U_n \cdot x_n)^2}}{|x_1 + x_2 + \dots + x_n|}, \text{ où}$$

- U_{Total} : le pourcentage d'incertitude totale;
- x_i et U_i : les quantités et leurs pourcentages d'incertitude respectifs.

4.9.2 Incertitudes des données d'activité (superficies)

Le tableau 51 présente les résultats.

Tableau 51 : Incertitudes des données d'activité (superficies)

	Incertitude (%)
Terres forestières	
Forêt naturelle	5.7
Plantation forestière	0.0
Mangrove	12.5
Terres cultivées	
Cultures annuelles	7.1
Autres cultures annuelles	8.4
Cultures pérennes	14.3
Prairies	9.6
Zones humides	12.5
Etablissements	
Zones habitées	5.3
Autres établissements	0.0
Autres terres	33.3

4.9.3 Incertitudes des facteurs d'émissions/absorptions et autres paramètres

Le tableau 52 présente des résultats. Les détails sur les calculs effectués et les hypothèses y relatives peuvent être consultés sous l'onglet [ERF_Values] dans l'Outil de calcul.

Tableau 52 : Incertitudes des FE/A et autres paramètres

Paramètres dans les équations du GIEC	Notation du GIEC	Unités	Catégorie ou sous-catégorie d'utilisation de la terre	Valeur	U (%)	Source Incertitude
Croissance annuelle moyenne de la biomasse	Gw	t m.s./ha/an	Forêts naturelles >20 ans	1.6	90.00	GIEC 2019 <i>Refinement</i> , Vol . 4, Chap. 4, Tableau 4.9
			Forêts naturelles <=20 ans	3.9	90.00	GIEC 2019 <i>Refinement</i> , Vol . 4, Chap. 4, Tableau 4.9
			Plantation forestière	6.0	25.00	Calculée
			Mangrove	3.3	6.06	Calculée
Croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne et souterraine	G _{Total}	t m.s./ha/an	Forêts naturelles >20 ans	2.048	73.02	Calculée
			Forêts naturelles <=20 ans	4.99	73.02	Calculée
			Plantation forestière	7.68	20.29	Calculée
			Mangrove	4.257	4.95	Calculée
Taux de BS par rapport à la BA	R	(t m.s. BS) / (t m.s. BA)	Forêts naturelles >20 ans	0.28	1.79	Calculée
			Forêts naturelles <=20 ans	0.28	1.79	Calculée
			Plantation forestière	0.28	1.79	Calculée
			Mangrove	0.29	3.45	Calculée
Fraction de carbone	CF	t C/t m.s.	Forêts naturelles	0.47	5.32	Calculée
			Plantation forestière	0.47	5.32	Calculée
			Mangrove	0.45	4.67	Calculée

Paramètres dans les équations du GIEC	Notation du GIEC	Unités	Catégorie ou sous-catégorie d'utilisation de la terre	Valeur	U (%)	Source Incertitude
Facteur d'expansion et de conversion de la biomasse	BCEFR	t m.s./m³	Forêts naturelles	0.73	34.25	Calculée sur base de BCEFS=0.66(0.4-0.9). Voir GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.5
			Plantation forestière	0.73	34.25	Calculée sur base de BCEFS=0.66(0.4-0.9). Voir GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.5
			Mangrove	0.73	34.25	Calculée sur base de BCEFS=0.66(0.4-0.9). Voir GIEC 2006, Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.5
Biomasse aérienne restant	AGB remaining	t m.s./ha	Forêts naturelles	52.8	35.60	GIEC 2019 <i>Refinement</i> , Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.7
			Plantation forestière	60	90.00	GIEC 2019 <i>Refinement</i> , Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.8
			Mangrove	92	4.89	Calculée
Biomasse aérienne après conversion	AGB After conversion	t m.s./ha	Forêts naturelles	16	90.00	GIEC 2019 <i>Refinement</i> , Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.9
			Plantation forestière	39	90.00	GIEC 2019 <i>Refinement</i> , Vol. 4, Chap. 4, Tableau 4.9
			Mangrove	60	25.00	Calculée
Densité ligneuse de base	D	t.m.s/m³	Forêts naturelles			
			Plantation forestière			
			Mangrove	0.71	7.04	Calculée
Croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne et souterraine après régénération	Gtotal_Feu	t C/ha	Forêts naturelles	4.96	36.00	Calculée
			Plantation forestière	5.64	90.16	Calculée
			Mangrove	8.28	6.76	Calculée
	Gtotal_Exploitation	t C/ha	Forêts naturelles	0.54	54.41	Calculée
			Plantation forestière	N.O	N.O	
			Mangrove	0.48	109.34	Calculée

4.9.4 Incertitudes du Niveau de Référence pour les Forêts

Conformément aux Lignes directrices du GIEC de 2006 pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (volume 1, chapitre 3), une analyse quantitative de l'incertitude associée au Niveau de Référence pour les Forêts (NRF) du Sénégal a été réalisée. Le NRF a été estimé comme la moyenne arithmétique des absorptions annuelles nettes d'équivalent CO₂ sur la période 2011-2020 selon l'expression :

$$NRF = \frac{R_{2011} + R_{2012} + R_{2013} + R_{2014} + R_{2015} + R_{2016} + R_{2017} + R_{2018} + R_{2019} + R_{2020}}{10}, \text{ où chaque } R_i \text{ est la}$$

valeur des absorptions nettes estimée pour l'année i .

Pour faciliter l'analyse de l'incertitude, ce modèle a été réexprimé comme une multiplication de deux termes ; $NRF = X.Y$ où :

- $X = R_{2011} + R_{2012} + R_{2013} + R_{2014} + R_{2015} + R_{2016} + R_{2017} + R_{2018} + R_{2019} + R_{2020}$;
- $Y = \frac{1}{10}$, une constante.

Étant donné que $NRF = X.Y$ est une multiplication de deux quantités, l'incertitude est calculée à l'aide de l'équation 3.1 du GIEC, volume 1, chapitre 3.

$$\text{Il en résulte que } U_{NRF} = U_{X.Y} = \sqrt{U_X^2 + U_Y^2}.$$

Considérant que $Y = \frac{1}{10}$ est une constante, son incertitude est nulle, c'est-à-dire $U_Y = 0$, et l'incertitude du NRF devient :

$$U_{NRF} = U_{X.Y} = \sqrt{U_X^2 + 0} = \sqrt{U_X^2} = U_X = U_{R_{2011} + R_{2012} + R_{2013} + R_{2014} + R_{2015} + R_{2016} + R_{2017} + R_{2018} + R_{2019} + R_{2020}}.$$

La dernière expression est une incertitude d'une somme.

On applique l'équation 3.2 du GIEC, volume 1, chapitre 3, comme suit :

$$U_{NRF} = U_{R_{2011} + R_{2012} + R_{2013} + R_{2014} + R_{2015} + R_{2016} + R_{2017} + R_{2018} + R_{2019} + R_{2020}} = \frac{\sqrt{(U_{R_{2011}} [R_{2011}])^2 + (U_{R_{2012}} [R_{2012}])^2 + (U_{R_{2013}} [R_{2013}])^2 + (U_{R_{2014}} [R_{2014}])^2 + (U_{R_{2015}} [R_{2015}])^2 + (U_{R_{2016}} [R_{2016}])^2 + (U_{R_{2017}} [R_{2017}])^2 + (U_{R_{2018}} [R_{2018}])^2 + (U_{R_{2019}} [R_{2019}])^2 + (U_{R_{2020}} [R_{2020}])^2}}{|R_{2011} + R_{2012} + R_{2013} + R_{2014} + R_{2015} + R_{2016} + R_{2017} + R_{2018} + R_{2019} + R_{2020}|}.$$

Cette méthodologie assure la cohérence avec la méthode 1 décrite dans les lignes directrices du GIEC, tout en fournissant une estimation statistiquement robuste de l'incertitude de la valeur moyenne pluriannuelle du NRF. L'incertitude du NRF est estimée à 19.84%. Le processus d'estimation des incertitudes annuelles sur la période de référence 2010-2020 est détaillé dans

les onglets FRL_U2011, FRL_U2012, FRL_U2013, FRL_U2014, FRL_U2015, FRL_U2016, FRL_U2017, FRL_U2018, FRL_U2019 et FRL_U2020 de l’Outil de calcul. Le tableau 53 présente les résultats.

Tableau 53 : Incertitude du NRF

Année	Absorptions nettes (tCO ₂ eq)	Incertitude (%)
2011	-12,130,303	66
2012	-9,801,463	61
2013	-9,594,449	61
2014	-8,761,665	59
2015	-11,279,965	63
2016	-8,114,463	57
2017	-7,370,517	63
2018	-7,942,243	60
2019	-7,475,248	58
2020	-6,137,164	60
	-8,860,748	19.84

5 COHERENCE AVEC L’INVENTAIRE NATIONAL DES GAZ A EFFET DE SERRE DU SECTEUR FORESTIER

Le niveau de référence pour les forêts est une extraction de l'Inventaire national des gaz à effet de serre du secteur forestier. Les mêmes données, méthodes et hypothèses ont été utilisées. Vous trouverez ci-joint une explication détaillée de l'inventaire GES, qui comporte une série chronologique de 2005 à 2023.

5.1 IGES - Total des émissions/absorptions pour la série chronologique de 2005 à 2023

Tableau 54 : Total des émissions/absorptions nettes pour la série chronologique de 2005 à 2023

Année	A) Terres forestières restant Terres forestières (non perturbées) [tCO ₂ eq]	B) Terres forestières restant Terres forestières (perturbées) [tCO ₂ eq]	C) Terres converties en Terres forestières [tCO ₂ eq]	D) Terres forestières converties en d'autres affectations [tCO ₂ eq]	Total (émissions/absorptions) [tCO ₂ eq]
2005	-27,877,722	8,354,465	-179,996	559,835	-19,143,419
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
2022	-18,186,813	8,867,154	-147,617	2,612,561	-6,854,715
2023	-17,643,943	8,217,625	-251,175	1,492,892	-8,184,600
Tendance					

5.2 IGES - Dynamique globale de l'occupation des terres de 2005-2023

En 2023, les terres forestières, les terres pastorales et terres de cultures constituent respectivement les trois principales classes d'occupation du sol au sol (Tableau 55).

Tableau 55 : Dynamique de l'occupation des sols de 2005 à 2023 (superficie en ha)

	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	9,288,137	9,294,546	9,289,739	9,289,739	9,284,932	9,286,535	9,272,114	9,267,308	9,254,490	9,256,092	9,241,672	9,222,445	9,206,423	9,196,810	9,174,376	9,166,367	9,148,743
Forêts plantées	12,818	14,420	17,625	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	189,063	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	3,915,854	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	4,084,088	4,092,100	4,116,133
Riziculture	157,019	157,019	157,019	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	193,870	200,279	193,870
Cultures pérennes	205,086	203,483	208,290	211,495	211,495	214,699	213,097	216,301	214,699	219,506	221,108	221,108	227,517	230,721	235,528	237,130	235,528	235,528	237,130
Prairies	5,080,677	5,074,268	5,048,632	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	4,835,535	4,821,115	4,806,695
Terres humides	475,863	475,863	475,863	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
Habitations	208,290	208,290	213,097	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	267,573	273,982	285,197
Autres établissements	32,045	32,045	32,045	32,045	32,045	32,045	35,249	35,249	36,851	38,454	40,056	41,658	44,862	48,067	56,078	64,089	65,691	67,294	67,294
Autres terres	126,576	126,576	126,576	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'affectation entre les terres forestières, terres de cultures et terres de pâturages, d'une part, auxquelles s'ajoutent les facteurs de dégradation forestières, d'autre part, sont à l'origine des principales émissions de gaz à effet de serre d'origine forestière. A titre d'illustration, 11,216 ha et 1,602 ha qui ont migré des terres forestières, respectivement, vers les terres de cultures annuelles et de pâturage (Tableau 56). Les matrices de changement de classes d'occupation des sols sur l'ensemble de la série temporelle sont présentées au point 3.8.5.7.

Tableau 56 : Matrice de changement d'affectation des sols en 2023 (superficie en ha)

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					9,148,743
	Forêts plantées		32,045										32,045
	Mangroves			197,074									197,074
	Autres cultures annuelles				4,116,133								4,116,133
	Riziculture	3,204				187,461		3,204					193,870
	Cultures pérennes				1,602		235,528						237,130
	Prairies	6,409			4,807		1,602	4,792,275		1,602			4,806,695
	Terres Humides								467,852				467,852
	Habitations									285,197			285,197
	Autres établissements										67,294		67,294
	Autres Terres											120,167	120,167
	Grand Total	9,145,538	32,045	197,074	4,133,758	187,461	237,130	4,797,082	467,852	286,799	67,294	120,167	19,672,208

5.3 IGES - Dynamique spatiotemporelle des étendues des forêts

5.3.1 Dynamique des terres forestières (superficie en ha)

Tableau 57 : Dynamique des terres forestières (superficie en ha)

Année	TF	>F	F>	Net	% des terres forestières
2005	9,472,393	9,613	4,807	9,477,200	48.2%
2006	9,478,802	16,022	3,204	9,491,620	48.2%
2007	9,488,416	12,818	6,409	9,494,825	48.3%
2008	9,493,222	3,204	8,011	9,488,416	48.2%
2009	9,485,211	11,216	11,216	9,485,211	48.2%
2010	9,475,598	24,033	20,829	9,478,802	48.2%
2011	9,488,416	12,818	11,216	9,490,018	48.2%
2012	9,469,189	19,227	32,045	9,456,371	48.1%
2013	9,465,984	19,227	22,431	9,462,780	48.1%
2014	9,461,178	11,216	24,033	9,448,360	48.0%
2015	9,459,576	16,022	12,818	9,462,780	48.1%
2016	9,441,951	22,431	33,647	9,430,735	47.9%
2017	9,443,553	1,602	20,829	9,424,326	47.9%
2018	9,417,918	14,420	27,238	9,405,100	47.8%
2019	9,405,100	20,829	27,238	9,398,691	47.8%
2020	9,397,089	6,409	28,840	9,374,657	47.7%
2021	9,387,475	8,011	16,022	9,379,464	47.7%
2022	9,373,055	4,807	22,431	9,355,431	47.6%
2023	9,365,044	9,613	12,818	9,361,839	47.6%

TF : Terres forestières qui restent en tant que terres forestières, >F : Autres utilisations des terres converties en terres forestières, F> : Terres forestières converties en autres utilisations des terres, Net =(TF)+(>F)-(F>)

5.3.2 Terres forestières converties à d'autres occupations

Sur la période d'analyse de l'inventaire GES (2005-2023), 346,082 ha de terres forestières ont été converties aux principales classes d'utilisations soit une moyenne annuelle de 15,215 ha.an⁻¹ (Tableau 58).

Tableau 58 : Superficie (ha) de Terres forestières converties à d'autres occupations

Année	Autres cultures annuelles	Riziculture	Cultures pérennes	Prairies	Terres Humides	Habitations	Autres établissements	Autres Terres	Total
2005	3,204	0	0	1,602	0	0	0	0	4,807
2006	3,204	0	0	0	0	0	0	0	3,204
2007	1,602	0	0	3,204	0	1,602	0	0	6,409
2008	6,409	0	0	1,602	0	0	0	0	8,011
2009	4,807	1,602	1,602	1,602	0	1,602	0	0	11,216
2010	17,625	0	0	1,602	0	0	1,602	0	20,829
2011	9,613	0	0	1,602	0	0	0	0	11,216
2012	24,033	0	0	8,011	0	0	0	0	32,045
2013	8,011	0	1,602	12,818	0	0	0	0	22,431
2014	12,818	0	0	9,613	0	0	1,602	0	24,033
2015	9,613	0	0	3,204	0	0	0	0	12,818
2016	24,033	0	3,204	6,409	0	0	0	0	33,647
2017	16,022	0	0	3,204	0	0	1,602	0	20,829
2018	19,227	0	3,204	1,602	0	0	3,204	0	27,238
2019	17,625	0	0	9,613	0	0	0	0	27,238
2020	11,216	0	0	12,818	0	3,204	1,602	0	28,840
2021	14,420	0	0	0	0	1,602	0	0	16,022
2022	16,022	0	0	3,204	0	0	1,602	1,602	22,431
2023	11,216	0	0	1,602	0	0	0	0	12,818
Total NRF	152,212	0	8,011	68,896	0	3,204	8,011	0	240,335
Total IGES	230,721	1,602	9,613	83,316	0	8,011	11,216	1,602	346,082

Total NRF : Total sur la période de référence 2011-2020, Total IGES : Total sur la série historique 2005-2023

Les résultats montrent clairement que le secteur de l'agriculture (cultures annuelles et pérennes) est celui qui entraîne le plus de 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 :

- 2005-2010 : 54,476 ha, soit 9,079 ha.an⁻¹ ;
- 2011-2020 : 240,335.5 ha, soit 24,033 ha.an⁻¹.
- 2021-2023 : 51,271 ha, soit 17,090 ha.an⁻¹.

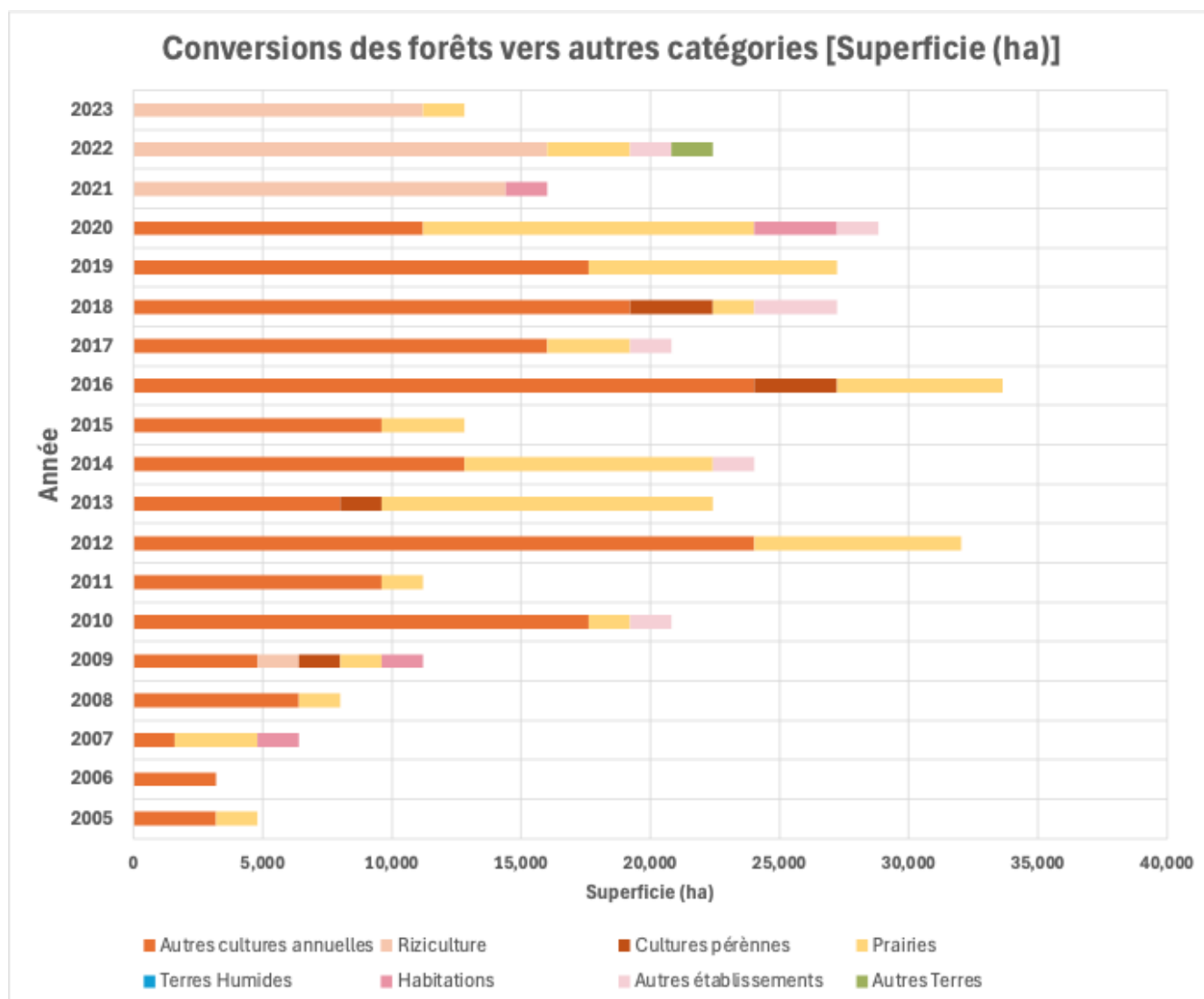


Figure 44: Principaux secteurs responsables de la déforestation au Sénégal

5.3.3 Conversion d'autres occupations en terres forestières

Les superficies forestières ont également connu des augmentations par endroits. Sur la période 2005-2023, un cumul de 149,008 ha de terres de pâturages ont migré vers les terres forestières soit 7,843 ha.an⁻¹. La déprise agricole et les conversions de jachères vers les terres forestières sont également notées dans les résultats. Un cumul de 76,907 ha, soit 4,048 ha.an⁻¹, rejoignent les terres forestières (Figure 46).

Tableau 59 Conversion d'autres occupations en terres forestières

Année	Autres cultures annuelles	Riziculture	Cultures pérennes	Prairies	Terres Humides	Habitations	Autres établissements	Autres Terres	Total
2005	0	0	1,602	8,011	0	0	0	0	9,613
2006	1,602	0	0	14,420	0	0	0	0	16,022
2007	4,807	0	0	8,011	0	0	0	0	12,818
2008	1,602	0	0	1,602	0	0	0	0	3,204
2009	3,204	0	1,602	6,409	0	0	0	0	11,216
2010	6,409	0	1,602	16,022	0	0	0	0	24,033
2011	4,807	0	0	6,409	0	1,602	0	0	12,818
2012	1,602	0	1,602	16,022	0	0	0	0	19,227
2013	6,409	0	1,602	9,613	0	0	0	1,602	19,227
2014	3,204	0	0	8,011	0	0	0	0	11,216
2015	6,409	0	0	8,011	0	0	0	1,602	16,022
2016	9,613	0	0	8,011	1,602	0	0	3,204	22,431
2017	0	0	0	1,602	0	0	0	0	1,602
2018	4,807	0	1,602	6,409	1,602	0	0	0	14,420
2019	3,204	0	0	12,818	1,602	0	1,602	1,602	20,829
2020	0	0	1,602	4,807	0	0	0	0	6,409
2021	0	3,204	0	4,807	0	0	0	0	8,011
2022	0	1,602	0	1,602	0	0	1,602	0	4,807
2023	0	3,204	0	6,409	0	0	0	0	9,613
Total NRF	40,056	0	6,409	81,714	4,807	1,602	1,602	8,011	144,201
Total IGES	57,680	8,011	11,216	149,008	4,807	1,602	3,204	8,011	243,539

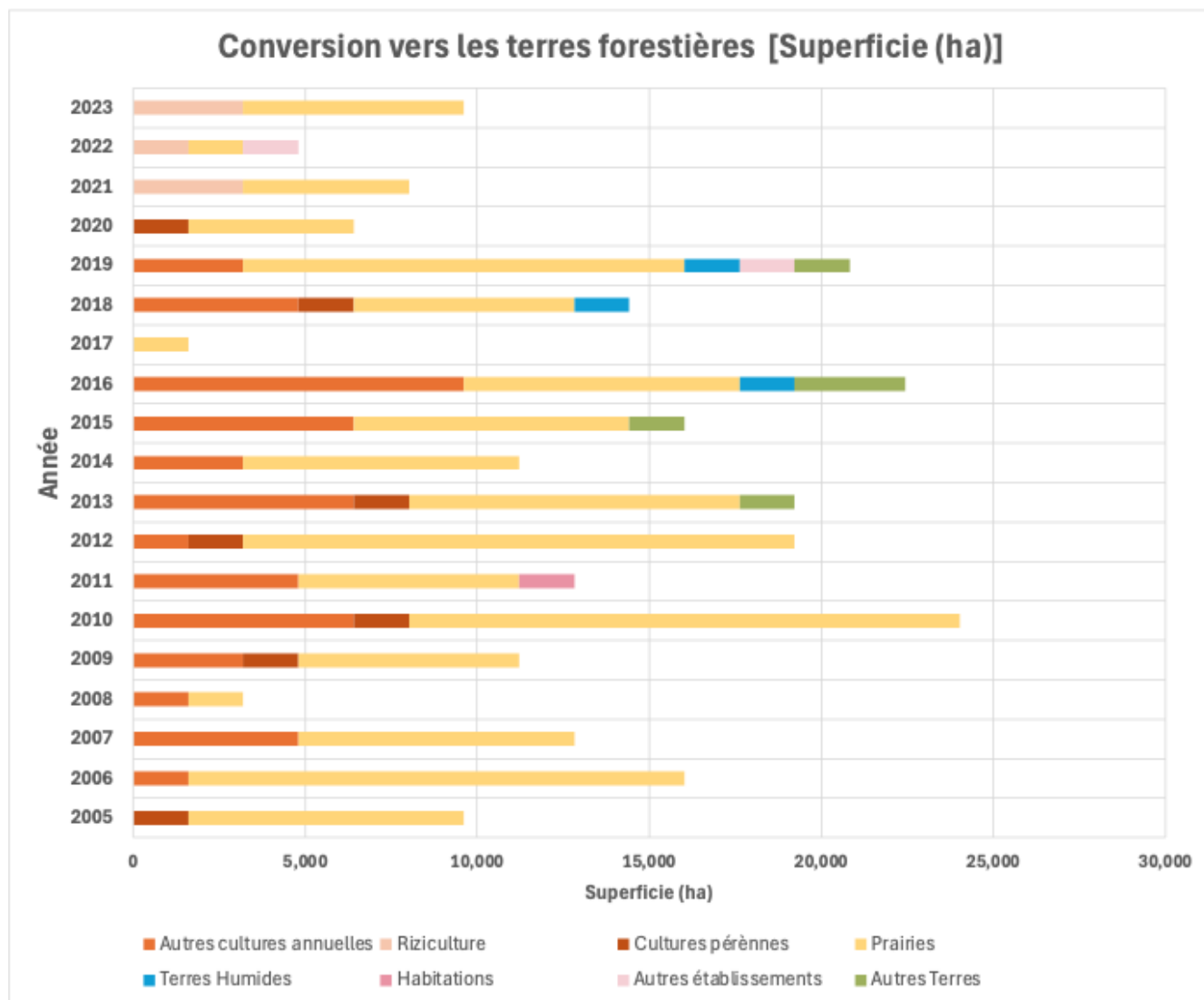


Figure 45: Conversion d'autres catégories de terres vers les terres forestières

5.4 IGES - Accroissement de la biomasse et estimation de la disponibilité dans les terres forestières

5.4.1 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 60).

Tableau 60 : 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	1,283	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

5.4.2 Accroissement de la biomasse dans 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 61.

Tableau 61 : 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 $62.5 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ le volume de bois disponible dans les forêts de palétuviers (KINOME, 2016).

5.5 IGES - Absorptions des gaz dans les terres forestières restant terres forestières non perturbées

Les absorptions sont estimées en utilisant les équations 2.9 et 2.10 (section 3.8.5). Voir l'onglet [Gains (Eq. 2.9)] dans l'outil de calculs pour les détails relatifs au processus d'estimation.

Tableau 62 : Absorptions des gaz par les terres forestières restant terres forestières non perturbées

Année	Forêts naturelles [t CO ₂ eq/an]	Forêts plantées [t CO ₂ eq/an]	Mangrove [t CO ₂ eq/an]	Absorptions [t CO ₂ eq/an]
2005	-26,380,085	-169,647	-1,327,990	-27,877,722
2006	-26,221,748	-169,647	-1,316,736	-27,708,131
2007	-24,282,119	-169,647	-1,316,736	-25,768,502
2008	-24,219,915	-169,647	-1,316,736	-25,706,298
2009	-22,647,854	-169,647	-1,316,736	-24,134,237
2010	-22,534,756	-169,647	-1,316,736	-24,021,139
2011	-20,815,668	-169,647	-1,305,482	-22,290,797
2012	-20,753,465	-169,647	-1,305,482	-22,228,593
2013	-19,684,689	-169,647	-1,294,228	-21,148,564
2014	-19,577,246	-169,647	-1,294,228	-21,041,121
2015	-18,796,871	-169,647	-1,294,228	-20,260,746
2016	-18,678,118	-169,647	-1,294,228	-20,141,993
2017	-17,829,884	-148,441	-1,294,228	-19,272,553
2018	-17,795,954	-148,441	-1,294,228	-19,238,623
2019	-17,366,182	-148,441	-1,294,228	-18,808,851
2020	-17,303,979	-148,441	-1,294,228	-18,746,647
2021	-16,800,693	-148,441	-1,294,228	-18,243,362
2022	-16,744,144	-148,441	-1,294,228	-18,186,813
2023	-16,201,274	-148,441	-1,294,228	-17,643,943

5.6 Émissions des gaz dans les terres forestières restant terres forestières perturbées

Les émissions dues aux 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 processus d'estimation. Le tableau 60 présente les résultats.

Tableau 63 : Emissions des gaz par les terres forestières restant terres forestières perturbées

	Diminutions annuelles de stocks de carbone [t C/an]										
	Forêts naturelles		Forêts plantées		Mangrove		Total [t C/an]		Emissions [t CO ₂ eq/an]		
Année	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Total [t CO ₂ eq/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

5.7 Absorptions des gaz dans les terres forestières restant terres forestières perturbées avec régénération

Voir l'onglet [Gains (Eq. 2.9)] dans l'outil de calculs pour les détails relatifs au process d'estimation.

Le tableau 64 présente les résultats.

Tableau 64 : Absorptions des gaz par les terres forestières restant terres forestières perturbées avec régénération

	Variations annuelles de stocks de carbone [t C/an]										
	Forêts naturelles		Forêts plantées		Mangrove		Total [t C/an]		Absorptions [t CO ₂ eq/an]		
Année	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Feu	Exploitation	Total [t CO ₂ eq/an]
2005	7,506,865	2,583	0	0	0	0	7,506,865	2,583	-27,525,173	-9,473	-27,534,646
2006	7,065,519	3,445	0	0	767	0	7,066,286	3,445	-25,909,716	-12,630	-25,922,346
2007	6,624,173	5,167	9,037	0	0	0	6,633,209	5,167	-24,321,767	-18,945	-24,340,712
2008	6,834,906	5,167	0	0	767	0	6,835,673	5,167	-25,064,134	-18,945	-25,083,079
2009	7,045,639	6,028	0	0	0	0	7,045,639	6,028	-25,834,008	-22,103	-25,856,110
2010	7,574,459	9,473	0	0	767	0	7,575,226	9,473	-27,775,830	-34,733	-27,810,562
2011	8,103,280	12,056	0	0	767	0	8,104,047	12,056	-29,714,838	-44,205	-29,759,043
2012	7,856,762	14,639	0	0	767	0	7,857,529	14,639	-28,810,940	-53,678	-28,864,617
2013	7,610,244	24,973	9,037	0	0	64,177	7,619,280	89,150	-27,937,362	-94,381	-28,031,743
2014	7,184,802	37,029	0	0	767	0	7,185,569	37,029	-26,347,087	-138,586	-26,485,673
2015	6,759,360	43,918	0	0	767	0	6,760,127	43,918	-24,787,133	-163,846	-24,950,979
2016	7,176,850	55,113	0	0	0	0	7,176,850	55,113	-26,315,115	-204,894	-26,520,009
2017	7,594,339	62,863	0	0	0	0	7,594,339	62,863	-27,845,911	-233,311	-28,079,223
2018	7,188,778	68,891	0	0	0	0	7,188,778	68,891	-26,358,852	-255,414	-26,614,266
2019	6,783,216	81,808	0	0	0	0	6,783,216	81,808	-24,871,793	-302,776	-25,174,570
2020	7,192,754	93,864	0	0	0	0	7,192,754	93,864	-26,373,431	-346,982	-26,720,413
2021	7,602,292	99,892	0	0	0	0	7,602,292	99,892	-27,875,069	-369,084	-28,244,153
2022	7,308,061	104,198	0	0	0	0	7,308,061	104,198	-26,796,223	-384,872	-27,181,094
2023	7,013,830	114,531	0	0	0	0	7,013,830	114,531	-25,717,376	-422,762	-26,140,137

5.8 Emissions des gaz dues à l'extraction de bois

Les équations 2.12 et 2.13 (GIEC 2006) ont été utilisées, respectivement, pour estimer les émissions dues à l'extraction de bois rond et les émissions dues à l'extraction de bois de chauffage. Voir l'onglet [Losses (Eq. 2.11)] dans l'outil de calculs pour les détails relatifs au process d'estimation.

Tableau 65 : Emissions dues à l'extraction de bois des terres forestières

Année	Emissions dues à l'extraction de bois rond [t CO ₂ eq/an]	Emissions dues à l'extraction de bois de chauffage [t CO ₂ eq/an]	Total [t CO ₂ eq/an]
2005	80,434	329,214	409,648
2006	76,062	371,336	447,398
2007	71,690	413,458	485,148
2008	67,318	455,580	522,897
2009	62,946	497,701	560,647
2010	58,574	539,823	598,397

Année	Emissions dues à l'extraction de bois rond [t CO ₂ eq/an]	Emissions dues à l'extraction de bois de chauffage [t CO ₂ eq/an]	Total [t CO ₂ eq/an]
2011	54,202	581,945	636,147
2012	61,294	722,972	784,266
2013	30,546	524,353	554,899
2014	52,721	1,261,717	1,314,438
2015	28,764	500,746	529,509
2016	26,680	828,293	854,973
2017	37,622	1,167,716	1,205,338
2018	452	944,637	945,090
2019	564	977,483	978,046
2020	47,783	1,040,990	1,088,773
2021	791	963,826	964,617
2022	8,395	998,965	1,007,360
2023	636	779,576	780,212

5.9 Absorptions des gaz dues à la conversion des autres affectations des terres 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 process d'estimation.

Tableau 66 : Emissions dues à des conversions en terres forestières

Année	CL>FL [t CO ₂ eq/an]	GL>FL [t CO ₂ eq/an]	WL>FL [t CO ₂ eq/an]	SL>FL [t CO ₂ eq/an]	OL>FL [t CO ₂ eq/an]	Total Absorptions [t CO ₂ eq/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

Année	CL>FL [t CO ₂ eq/an]	GL>FL [t CO ₂ eq/an]	WL>FL [t CO ₂ eq/an]	SL>FL [t CO ₂ eq/an]	OL>FL [t CO ₂ eq/an]	Total Absorptions [t CO ₂ eq/an]
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

5.10 Emissions des gaz dues à la conversion 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 67 : Emissions dues à des conversions des terres forestières vers les autres affectations

Année	FL>CL [t CO ₂ eq/an]	FL>GL [t CO ₂ eq/an]	FL>WL [t CO ₂ eq/an]	FL>SL [t CO ₂ eq/an]	FL>OL [t CO ₂ eq/an]	Total Emissions [t CO ₂ eq/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

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 émissions/absorptions à l'échelle nationale sur la série temporelle 2005-2023 et d'établir son NRF comme la moyenne arithmétique des absorptions nettes sur la période de référence 2011-2020. Le NRF est établi à -8,860,748 tCO₂ eq avec une incertitude de 19.84%.

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.

Seules les émissions/absorptions du dioxyde de carbone (CO₂) ont été +estimées pour le NRF.

En perspective des prochaines soumissions, des recommandations ont été faites 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) ;
- 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.
- 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

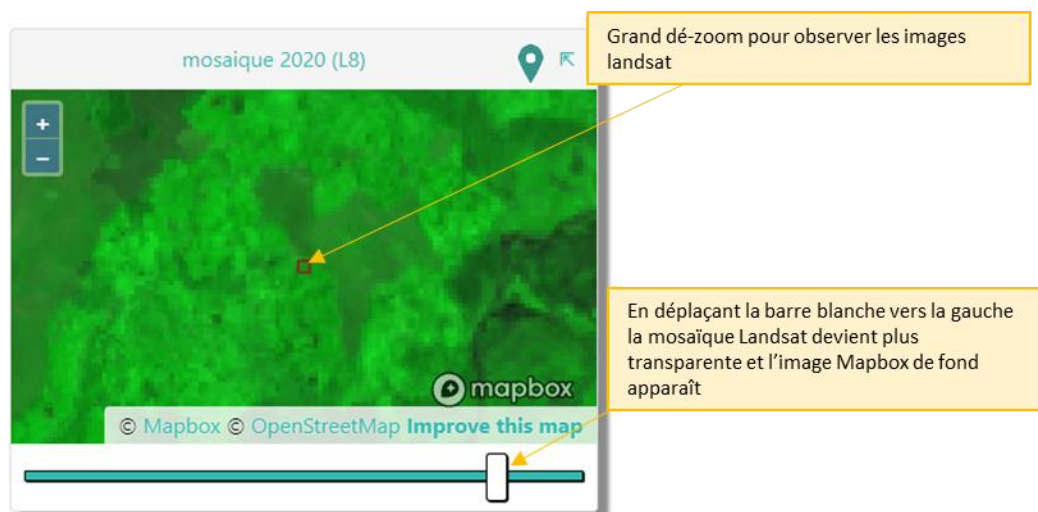
Trochain J.L., 1957 - Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. Bull. Inst. Et. Centrafric., no 13-14,55-93.

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



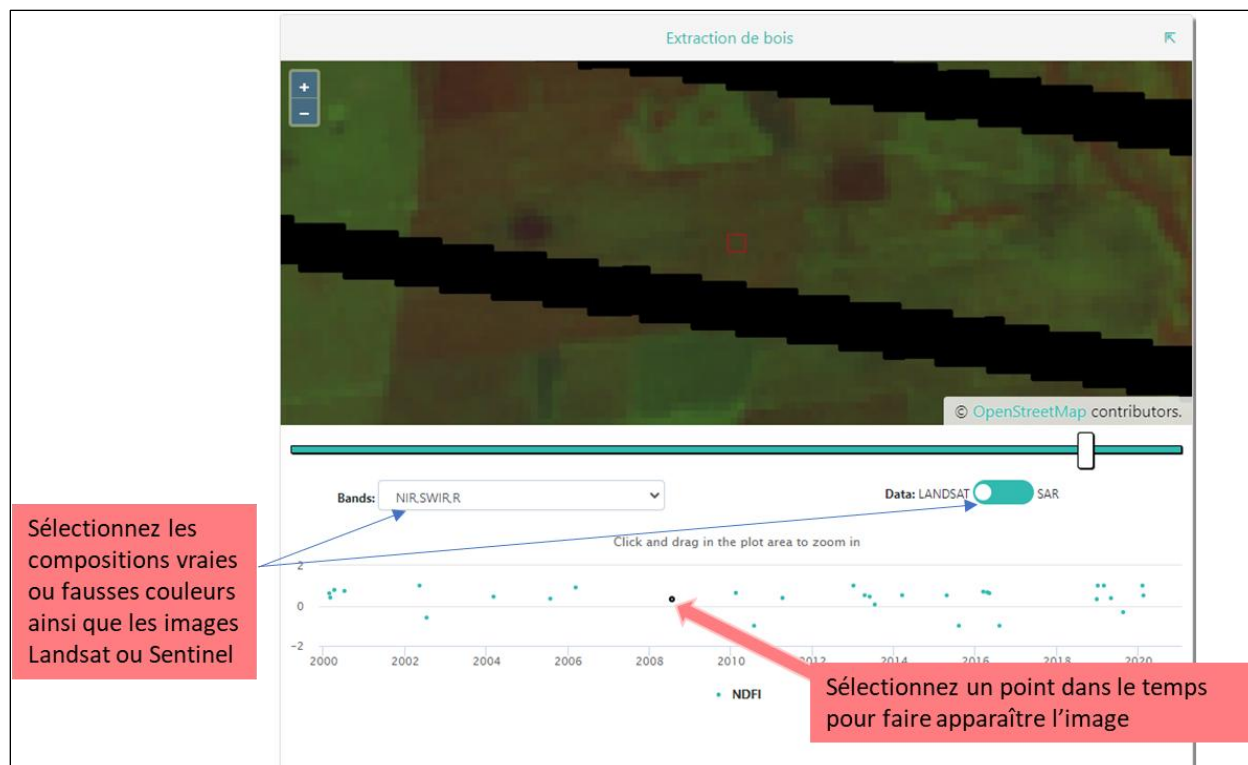
Annexe 1.1.2. Indice de fraction de différence normalisé - NDFI

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/>

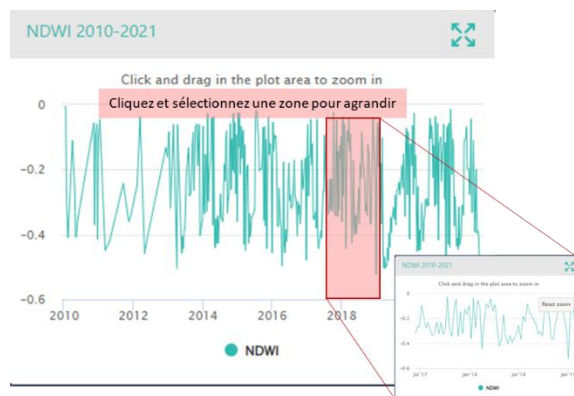
Annexe 1.1.4. Indice de contenu en eau de la végétation – NDWI

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/>



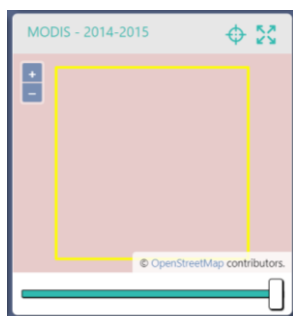
Annexe 2. FEU - image de MODIS

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

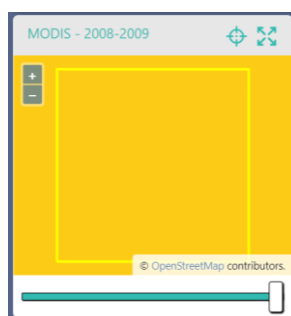
Présente la confiance qu'un feu a été détectée. La résolution est de 1km donc il se peut qu'un petit feu ne soit pas détecté ou que la proportion soit amplifiée.

	Peu de confiance détection feu
	Moyenne confiance détection feu
	Haute confiance détection feu

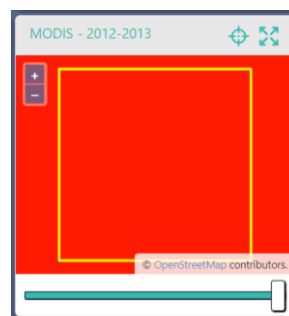
Chaque image MODIS représente 24 mois. Il faut indiquer la deuxième année dans le questionnaire lorsqu'un feu est visible sur l'image.



Faible probabilité de feu



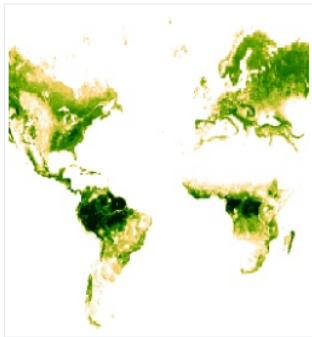
Moyenne probabilité de feu



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

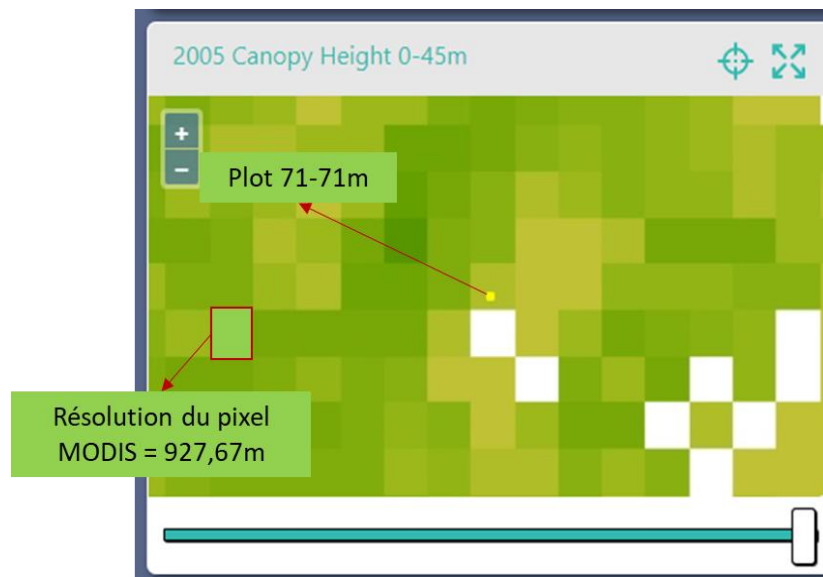
```
ee.Image("NASA/JPL/global_forest_canopy_height_2005")
```



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 !

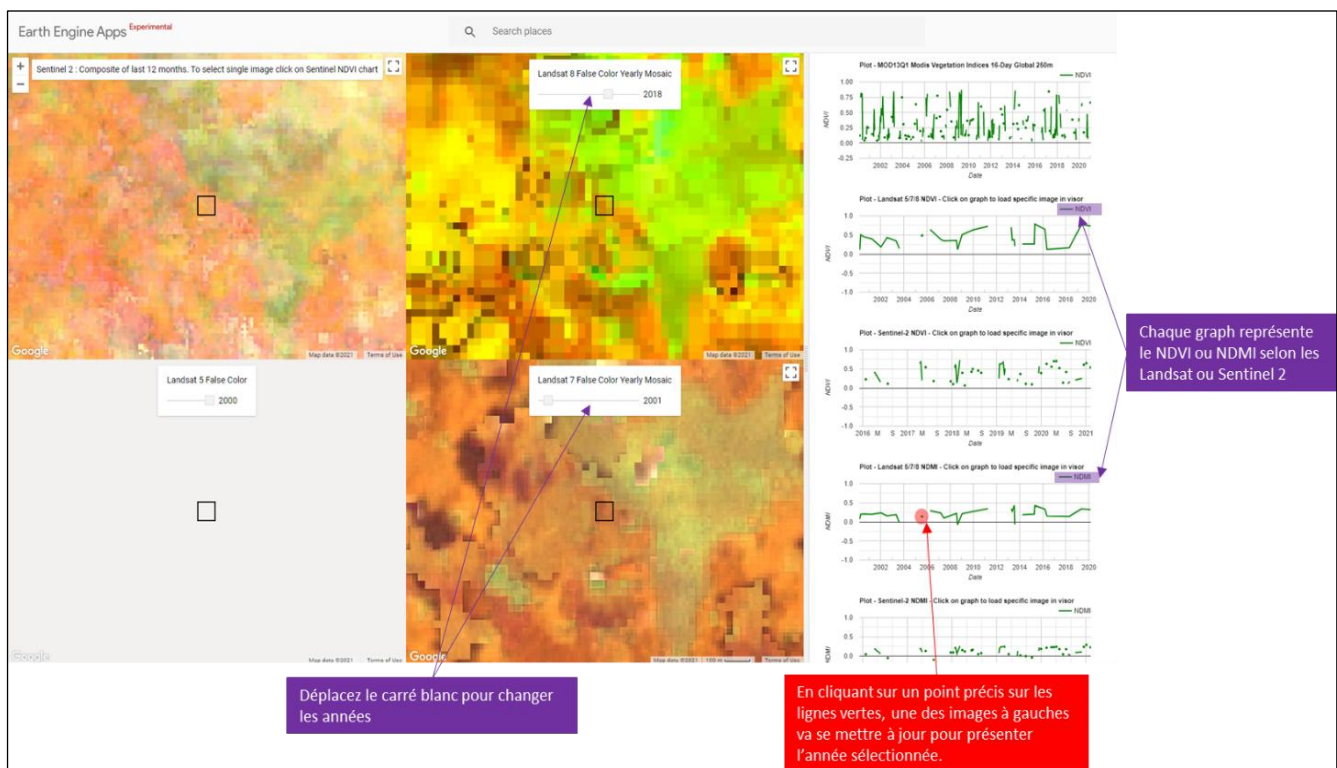


Annexe 4. Google earth engine

(onglet « Go to GEE Script »)

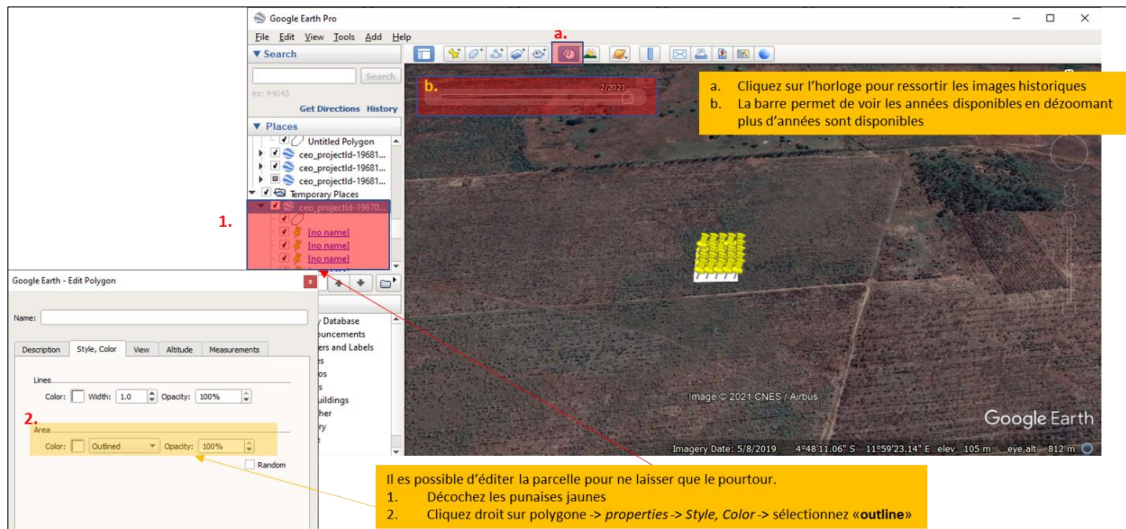
Cet onglet présente des images de Sentinel 2 (composite des 12 derniers mois), Landsat 8 entre 2013 et 2020, Landsat 7 entre 2000 et 2017 et Landsat 5 entre 1984 et 2000 (peu d'images disponibles).

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.



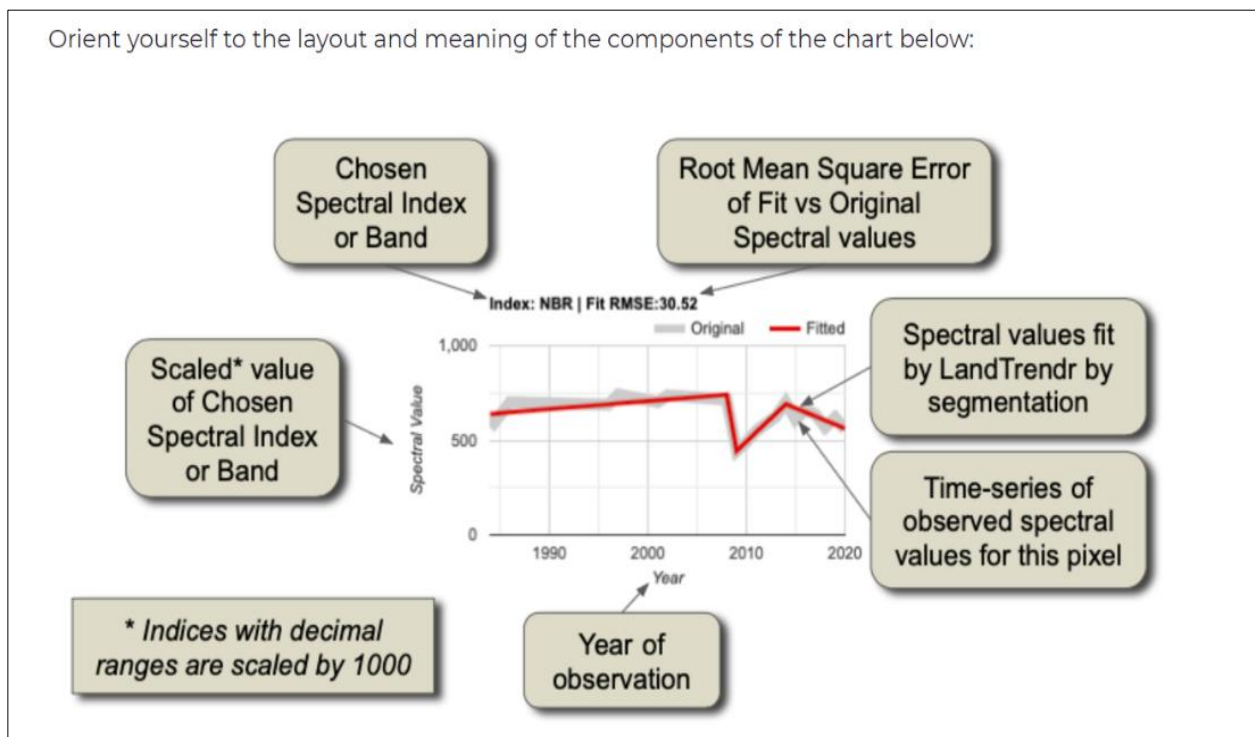
Annexe 5. Google earth

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 dézoomer différentes années seront disponibles pour observer la parcelle.



Annexe 6. LandTrendr GUI

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



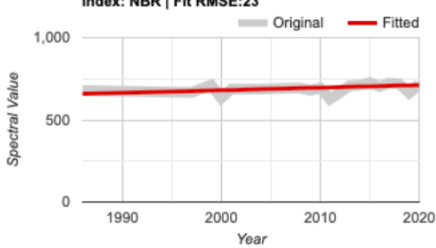
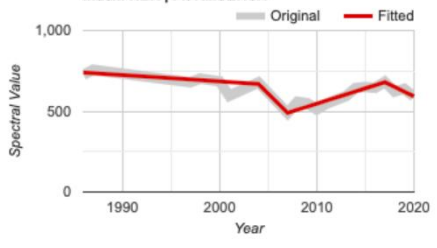
La *ligne grise* représente la trajectoire des *valeurs spectrales observées (mesurées)* pour le pixel. Les valeurs sont extraites des collections d’images avec des propriétés qui définissent la fenêtre de date et les années de la collection. **Nous les appelons les valeurs spectrales « source ».**

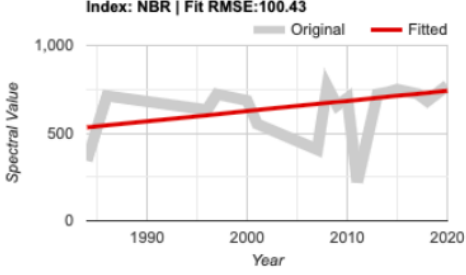
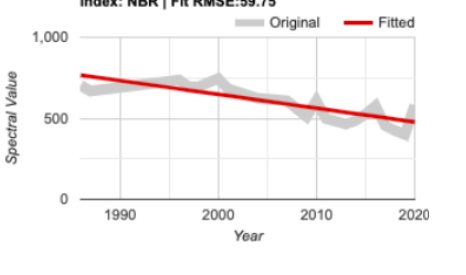
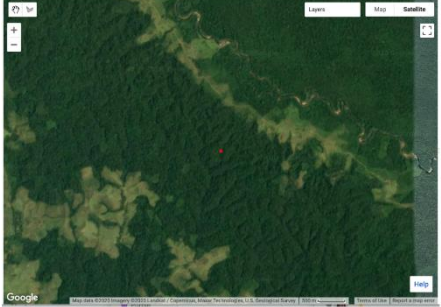
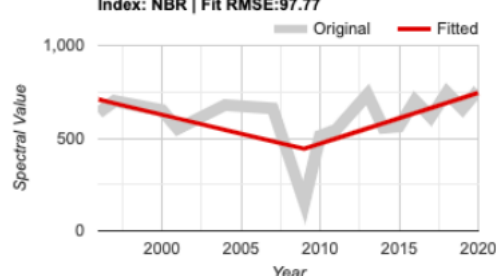
La *ligne rouge* montre ce que les algorithmes ont décidé être la meilleure segmentation temporelle à travers ces valeurs observées. Ceci est fonction des paramètres d’ajustement du modèle de segmentation. **Nous les appelons les valeurs spectrales « ajustées ».**

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.

Good fit	Forêt stable	Forêt avec dégradation
	Index: NBR Fit RMSE:23 	Index: NBR Fit RMSE:18.1 
		
Bad fit	Bruit dans le signal « source »	Mauvais ajustement

		
		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.
Quelque période cohérente et d'autres où la source (gris) varie beaucoup. La photo suggère que cette zone n'est probablement pas un type dynamique - les nuages ou les ombres nuageuses polluent-ils le signal spectral. 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.		 Bien qu'il diminue et se rétablisse rapidement, la chute abrupte de 2007 à 2009 est probablement une perturbation. 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.

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

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 Baidy 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@cs.e.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					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 Khadijata DIOP	F	DEFCCS	bkdio51@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	onorenyilo@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

Jour / Date	Thème	Responsable
		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
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		