

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Union ~ Discipline ~ Travail



**NIVEAU DE REFERENCE DES FORETS (NRF) ET
NIVEAU D'EMISSIONS DE REFERENCE DES
FORETS (NERF) DE LA COTE D'IVOIRE**

Période 2015-2020

Soumission modifiée à la Convention Cadre des Nations Unies pour le Changement Climatique

JUIN 2024

Table des Matières

Synthèse	8
1. INTRODUCTION.....	9
2. DÉFINITIONS.....	9
2.1. La Forêt.....	9
2.2. La Déforestation	11
2.3. La Dégradation forestière	11
2.4. Le renforcement de stock de carbone forestier	12
3. MOTEURS DE LA DÉFORESTATION ET DE LA DÉGRADATION	12
3.1. Moteurs directs et indirects de la déforestation	12
3.2. Moteurs de la dégradation	14
4. ÉCHELLE	15
5. PORTÉE.....	16
5.1. Les activités REDD+.....	16
5.2. Les réservoirs de carbone considérés.....	16
5.3. Les gaz considérés	16
6. INFORMATIONS UTILISÉES POUR LA CONSTRUCTION DU NRF/NERF	17
6.1. Zonage phytogéographique.....	17
6.2. Notion de NERP et ERP	18
6.3. Période historique considérée.....	19
6.4. Lignes directrices et équations utilisées	20
6.4.1. Émissions de CO ₂ dues à la déforestation et à la dégradation forestière	20
6.4.2. Émissions des gaz non-CO ₂ dues à la déforestation.....	22
6.4.3. Renforcement des stocks de carbone forestier	22
6.4.4. Évaluation des incertitudes	23
6.5. Données d'activités (DA).....	23
6.6. Facteurs d'émission (FE)	25
6.6.1. FE de CO ₂ dues à la déforestation et dégradation forestière	26
6.6.2. FE de CO ₂ des sols minéraux dues à la déforestation	28
6.6.3. FE et autres Paramètres pour émission des gaz non-CO ₂ dues à la déforestation ..	29

7.	NERF/NRF PROPOSÉS.....	30
7.1.	NERF	30
7.2.	NRF	32
7.3.	Évaluation des incertitudes	32
7.4.	Circonstances nationales	33
8.	Transparence, complétude, cohérence et exactitude des informations utilisées dans l'élaboration du niveau d'émission de référence des forêts	33
8.1.	L'acquisition des données d'activités	33
8.1.1.	Définition du plan d'échantillonnage	35
8.1.2.	Définition du système réponse	40
8.1.3.	Collecte des données de référence.....	42
8.1.4.	Analyse des données.....	43
8.2.	L'acquisition des facteurs d'émission – biomasse et DOM.....	45
8.2.1.	Plan d'échantillonnage.....	46
8.2.2.	Collecte de données.....	46
8.3.	Assurance qualité et contrôle qualité (AQ/CQ)	47
8.3.1.	Cas des données d'inventaire forestier.....	48
8.3.2.	En termes de données d'activité :.....	48
8.4.	Cohérence avec l'inventaire des gaz à effet de serre	49
8.5.	Activités, réservoirs et gaz non inclus.....	49
8.6.	Améliorations apportées	49
8.7.	Améliorations futures : lacunes, contraintes et besoins.....	51
	RÉFÉRENCES	i
	ANNEXES	iv

Figures :

Figure 1 : catégorisation des moteurs de la déforestation en Côte d'Ivoire	14
Figure 2 : catégorisation des moteurs de la dégradation des forêts en Côte d'Ivoire	15
Figure 3 : Zones phytogéographiques de la Côte d'Ivoire	18
Figure 4 : Zone ERP et Zone Non-ERP (NERP)	19
Figure 5 : Classes de sols en Côte d'Ivoire. Plus de 85% du territoire étant classé en tant que Low Activity Clay soils (LAC). Source : HWSD 2.0, disponible sur EarthMap.....	29
Figure 6 : Approche méthodologique utiliser pour le NERF	34
Figure 7 : Grille nationale avec résolution spatiale de 1 km ² , qui compte avec 325.631 points.	36
Figure 8 : carte des probabilités de changement	38
Figure 9 : Approche de collecte des données d'activités en combinant les points validés dans la zone du ERP et dans la zone non-ERP pour composition du jeu des données à l'échelle nationale..	39
Figure 10 : Processus d'entraînement des points d'échantillonnage.....	39
Figure 11 : Répartition des points d'échantillonnage entre ERP et NERP	40
Figure 12 : Aperçu du Projet Collect earth online.....	43
Figure 13: Unité d'échantillonnage.....	46

Liste des Tableaux :

Tableau 1 : Réservoirs de carbone considérés par activité REDD+.....	16
Tableau 2 : Gaz considérés par activité	16
Tableau 3 : Correspondance entre les zones phytogéographiques nationales et les zones climatiques du GIEC et zones écologiques de la FAO.	17
Tableau 4 : Superficies estimées, par catégorie et pour la période 2015-2020, selon la méthodologie eSBAE adoptée.....	24
Tableau 5 : Superficies estimées, par catégorie mettant en exergue l'agroforesterie et pour la période 2015-2020, selon la méthodologie eSBAE adoptée.	25
Tableau 6 : Facteurs d'émission et autres paramètres utilisés dans l'estimation du changement du stock de carbone dans la biomasse vivante aérienne et souterraine due à la déforestation.	26
Tableau 7 : Facteurs d'émission l'estimation du changement du stock de carbone dans la biomasse vivante aérienne et souterraine des commodités clés.....	28

Tableau 8 : Facteurs d'émission et autres paramètres utilisés dans l'estimation du changement du stock de carbone dans les sols minéraux due à la déforestation.	28
Tableau 9 : Facteurs d'émission et autres paramètres utilisés dans l'estimation des émissions des gaz non-CO ₂ due aux feux de forêts associés à la déforestation.	29
Tableau 10 : Facteurs d'émission et autres paramètres utilisés dans l'estimation du changement du stock de carbone dans la biomasse vivante aérienne et souterraine due à la reforestation.....	30
Tableau 11 : Emission net totale.....	31
Tableau 12 : Émissions nettes dues à la déforestation dans la période 2015-2020.....	31
Tableau 13 : Émissions nettes dues à la dégradation forestière dans la période 2015-2020.	31
Tableau 14 : Émissions nettes dues à la déforestation et à la dégradation forestière dans la période 2015-2020.	31
Tableau 15 : Séquestration annuelle moyenne de CO ₂ due au renforcement de stock de carbone.	32
Tableau 16 : Liste des variables utilisée pour les DA	37
Tableau 17 : Sources des données satellitaires pour la collecte de DA.....	40
Tableau 18 : Catégorisation des classes d'intérêt pour les données d'activités	41
Tableau 19 : Répartition du jeu d'échantillonnage par transitions d'occupations des sols	43
Tableau 20 : Répartition du jeu d'échantillonnage par classes de probabilités et par transitions d'occupation des sols.....	44
Tableau 21: points d'amélioration dans ce NERF/NRF	49

Équations :

Equation 1 : Variations des stocks de carbone par activité REDD+ en tant que la somme des variations dans tous les réservoirs.....	20
Equation 2 : Émissions de CO ₂ dues aux variations des stocks de carbone dans la biomasse et matière organique morte dues à la déforestation et à la dégradation forestière.	20
Equation 3 : Variation annuelle des stocks de carbone dans les sols minéraux due à la déforestation	21
Equation 4 : Émissions de gaz à effet de serre dues aux feux associés à la déforestation.....	22
Equation 5 : Variation des stocks de carbone de la biomasse aérienne due aux conversions des terres non-forestières en terres forestières	22
Equation 6 : Combinaison des incertitudes dans le cas d'une multiplication (Équation 3.2B, GIEC, 2019).	23

Equation 7 : Combinaison des incertitudes dans le cas d'une addition ou soustraction (Équation 3.2, GIEC, 2019).....	23
Equation 8 : Conversion d'un intervalle en incertitude (Équation 3.0B, GIEC, 2019).....	23
Equation 9 : formule de Cochran (1977) pour la taille de l'échantillon.....	35
Equation 10 : estimation des superficies des données d'activités	44
Equation 11 : estimation des superficies pour les strates des données d'activités	45
Equation 12 : estimation des intervalles de confiances des données d'activités par strate	45
Equation 13 : équation allométrique de Chave (20214) pour l'estimation de la biomasse aérienne	47

Index des sigles et abréviations

AGB	Above-ground biomass, biomasse aérienne
BGB	Below-ground biomass, biomasse souterraine
BNETD	Bureau National d'Étude Technique et de Développement
CCNUCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CDN	Contribution Déterminée au niveau National
CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
DA	Donnée d'activité
DOM	Matière organique morte
ERP	Émission Reduction Program
FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture
FE	Facteur d'émission
GFOI	Global Forest Observations Initiative
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HWP	Harvested Wood Products/ Produits en Bois Récolté
IFFN	Inventaire Forestier et Faunique National
IFN	Inventaire Forestier National
IGN-FI	Institut de Géographie National -France International
MRV	Measuring, Reporting and Verification
N ₂ O	Protoxyde d'azote
NERF	Niveau d'Émission de Référence des Forêts
NERP	Zone non ERP
NRF	Niveau de Référence
QA/QC	Quality Assurance and Quality Control
RSCF	Renforcement de stock de carbone forestier
eSBAE	Ensemble Sample-Based Area Estimation
SEP-REDD+	Secrétariat Exécutif Permanent REDD+
SOP	Standard Operational Procedure

REMERCIEMENTS

Le présent document a été réalisé dans le cadre des activités du mécanisme REDD+ en Côte d'Ivoire. L'élaboration de ces travaux a été coordonnée par le Secrétariat Exécutif Permanent REDD+ (SEP-REDD+) à travers son Secrétaire Exécutif, Colonel Ernest AHOULOU.

Ce travail est l'aboutissement de l'implication des acteurs nationaux dans la fourniture de données, l'analyse et l'évaluation des travaux menés. La Côte d'Ivoire tient à mettre en lumière ces structures pour leur action en faveur de cet exercice. Il s'agit entre autres de :

- de la Société de développement des forêts (SODEFOR);
- de l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR);
- de l'Université Félix Houphouët Boigny (UFHB) en particulier le Centre National de Floristique (CNF);
- du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA)/Forêt et Environnement ;
- de l'INPHB/École Supérieure d'Agronomie (ESA);
- du Centre Suisse de Recherche Scientifique (CSRS);
- du Bureau National d'Études Techniques et de Développement (BNETD);
- la société civile (OI-REN).

Aussi, la Côte d'Ivoire présente ses remerciements particuliers à ses experts nationaux qui ont porté au quotidien la réalisation de cet ouvrage. Il s'agit de :

- Abraham BIO;
- Elie KOUMAN ;
- Désirée MEH.

Un remerciement spécial est adressé à la FAO, dont son Représentant Pays, Monsieur Attaher MAIGA, pour son appui financier et technique. L'appui de la FAO s'est traduit par la forte contribution de ses experts, dont :

- Rémi DANNUNZIO ;
- Mino RANDRIANARISON ;
- Flora MARTINS ;
- Elisée TCHANA ;
- Mahama ZOUNGRANA ;
- Zana OUATTARA.

Synthèse

Période	2015-2020 (5 années de comptabilisation d'émissions)																		
Échelle	Nationale																		
Activités	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Déforestation</td> <td style="text-align: center;"><i>Include</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Dégradation des forêts</td> <td style="text-align: center;"><i>Include</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Renforcement des stocks de carbone forestier</td> <td style="text-align: center;"><i>Include</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Conservation des stocks de carbone forestier</td> <td style="text-align: center;"><i>Exclue</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Gestion durable des forêts</td> <td style="text-align: center;"><i>Exclue</i></td> </tr> </table>					Déforestation	<i>Include</i>	Dégradation des forêts	<i>Include</i>	Renforcement des stocks de carbone forestier	<i>Include</i>	Conservation des stocks de carbone forestier	<i>Exclue</i>	Gestion durable des forêts	<i>Exclue</i>				
Déforestation	<i>Include</i>																		
Dégradation des forêts	<i>Include</i>																		
Renforcement des stocks de carbone forestier	<i>Include</i>																		
Conservation des stocks de carbone forestier	<i>Exclue</i>																		
Gestion durable des forêts	<i>Exclue</i>																		
Réservoirs	Réservoirs de carbone																		
	Activités		Biomasse vivante		Matière organique morte (« DOM »)	Sols	HWP												
	Biomasse aérienne	Biomasse souterraine	Bois mort	Litière	Sols minéraux														
	Déforestation	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>												
	Dégradation des forêts	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>												
	Renforcement des stocks de carbone forestier	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>												
Gaz	Activités				CO₂	CH₄	N₂O												
	Déforestation				<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>												
	Dégradation des forêts				<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>												
	Renforcement des stocks de carbone forestier				<i>Oui</i>	<i>n/a</i>	<i>n/a</i>												
NERF	<i>NERF = 32 363 393 ± 5 220 907 t CO₂ eq/an</i>																		
NRF	<i>NRF RSCF = -350 986 ± -114 063 t CO₂ /an</i>																		

1. INTRODUCTION

La République de Côte d'Ivoire s'est engagée volontairement depuis 2011 dans le processus de réduction des émissions des gaz à effet de serre issus de la déforestation et de la dégradation des forêts à travers la conservation, la gestion durable des forêts et le renforcement des stocks de carbone forestier (REDD+). Pour la mise en œuvre dudit mécanisme, le pays a développé des outils parmi lesquels se trouvent le niveau de référence pour les Forêts (NERF/NRF) et le système national de surveillance des forêts, conformément à la décision [12/CP.17 de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques \(CCNUCC\)](#).

En 2017, la République de Côte d'Ivoire a soumis à la CCNUCC son premier NRF/NRF qui a permis au pays de s'assurer de la cohérence des politiques sectorielles, de l'alignement des projets et programmes nationaux de développement avec la REDD+, de sa Contribution Déterminée au niveau Nationale (CDN) ¹ et de la bonne gouvernance des ressources forestières. La mise à jour de ce NRF/NRF s'avère nécessaire comme le recommande le cadre méthodologique du GIEC² et celui du GFOI³.

La présente soumission du NRF/NRF actualisé respecte également les exigences du [cadre méthodologique et les principes directeurs du Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier \(FCPF\)](#), les bonnes pratiques pour l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie (GPG-LULUCF) et les lignes directrices pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre du GIEC (2006).

La Côte d'Ivoire a adopté une approche de construction du NRF/NRF à une échelle nationale mais par étape, avec une amélioration progressive de la précision des données utilisées depuis sa première version du NRF/NRF soumis en 2017. Le présent NRF/NRF émane de l'utilisation des meilleures informations disponibles et les plus à jour au moment de sa soumission.

2. DÉFINITIONS

2.1. La Forêt

[Le code forestier ivoirien \(loi N°2019-675 du 23 juillet 2019 ; Article 1\)](#) définit la forêt comme :

« ... tout espace, d'une superficie de 0,1 hectare d'un seul tenant, comportant des arbres forestiers dont le houppier couvre au moins 30% de la surface et qui atteignent à maturité une hauteur minimale de 5 mètres, constituant un milieu dynamique et hétérogène, exerçant un effet direct ou indirect sur le sol, le climat et le régime des eaux. »

Cette définition est celle considérée dans tous les documents nationaux d'inventaire des gaz à effet de serre. Elle inclut ainsi :

¹ https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/CDN_CIV_2022.pdf

² https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch04_Forest%20Land.pdf

³ <https://www.reddcompass.org/mgd/resources/GFOI-MGD-3.1-en.pdf>

- Les parcelles d'agroforesterie qui sont des espaces sur lesquels coexistent des plantations agricoles et des arbres forestiers⁴ ;
- Les plantations forestières issues de reboisement d'espèces forestières ;
- Les zones couvertes d'arbres jeunes qui n'ont pas encore atteint, mais devraient atteindre, un couvert forestier d'au moins 30% et une hauteur de 5 mètres ou plus ;
- Les forêts dans les parcs nationaux, les réserves naturelles et les autres aires protégées présentant un intérêt écologique, scientifique, historique, culturel ou spirituel ;
- Les brise-vent, les rideaux-abris et les corridors d'arbres occupant une superficie de plus de 0,1 ha et une largeur de plus de 20 mètres ;
- Les terres à culture itinérante abandonnées avec des arbres régénérés qui atteignent, ou sont capables d'atteindre, un couvert forestier d'une superficie minimale de 0,1 ha, d'un taux de couvert d'au moins 30% et une hauteur d'au moins 5 mètres ;
- Les zones intertidales couvertes de mangroves ;

Tous les éléments décrits ci-dessus respectent les caractéristiques de la forêt cités plus haut. Les plantations agricoles, à l'instar des plantations d'hévéa, cacao, palmier à huile, anacarde, etc. sont exclues de la définition de la forêt.

Paramètres mesurés dans le NERF

Dans le cadre de l'estimation des données d'activités, les moyens technologiques (télédétection) et les méthodologies employées ont permis de prendre en compte les points suivants :

- Afin de permettre une meilleure détection de la forêt et des différentes occupations des sols, l'unité minimale cartographique adoptée par le pays est de 0.5 ha ;
- Le houppier de 30% ;
- La hauteur des arbres (5 m à maturité).

Règle pour l'utilisation des terres : cas de la jachère

Dans le cas de ce NERF, la méthodologie et les données disponibles n'ont pas permis des estimations d'activités en fonction de l'utilisation des terres mais en fonction de l'occupation du sol (état physique). De ce fait, la jachère étant une pratique agricole qui passe par plusieurs étapes d'occupation des sols, elle n'a pas été évaluée spécifiquement dans ces travaux.

Ainsi, selon les caractéristiques de la jachère, celle-ci a été classifiée comme suit :

- Les jeunes jachères (juste après une culture) sont classifiées comme des recrues herbeuses post-culturelles ou aménagements agricoles ;
- Les jachères intermédiaires sont considérées comme des fourrées ;
- Les jachères plus anciennes qui comprennent des arbres forestiers selon la définition de la forêt sont considérées comme des forêts dégradées.

⁴ « Agro-forêt : Espace défini et délimité comme tel, par un texte réglementaire, situé dans le domaine forestier privé de l'État et dans lequel coexistent des plantations agricoles et des arbres forestiers » (Article 1 du code forestier)

La Côte d'Ivoire est consciente que l'inclusion des agroforêts en tant que forêts n'est pas alignée avec la EUDR, mais le pays comptabilise séparément les superficies respectives.

Ces trois types de formation se distinguent clairement à partir de l'interprétation d'image de haute précision. Pour les jachères plus anciennes, il faut noter que la classification des points a été faite en accord avec les définitions des activités qui ont été traduites dans une clé d'interprétation. Une jachère ancienne est donc considérée en tant qu'une forêt si les seuils de définition de forêt sont atteints.

Parcelle d'agroforesterie

Une parcelle agroforesterie est un espace sur lequel coexiste des plantations agricoles et des arbres forestiers. Aussi, selon la définition de la forêt citée plus haut, l'agroforesterie (telle que l'association d'arbres forestiers et de cacaoyers) fait partie des classes forestières du pays tout comme la forêt dense, la forêt claire, la mangrove, la plantation forestière, etc.

Les plantations agricoles dans le cas de la cacao-culture se limitent au cacao plein soleil. À travers l'évaluation des éléments d'interprétation visuelle (ton, forme, taille, patron, texture, ombre et association), les photo-interprètes avec la bonne connaissance du paysage sont capables de distinguer assez aisément les zones d'agroforesterie, des zones très homogènes et des plantations agricoles. Ces éléments sont décrits dans la [clé d'interprétation](#) adoptée (voir Annexe 5).

2.2. La Déforestation

Le code forestier ivoirien (loi N°2019-675, Article 1, du 23 juillet 2019) utilise deux définitions pour caractériser la déforestation à savoir : *(i) le déboisement - qui est la coupe de tous les arbres dans un espace ou une forêt, sans disposition pour leur régénération ; (ii) le défrichement - qui est une opération volontaire entraînant directement ou indirectement la destruction de la végétation.*

Ces définitions sont alignées à celle retenue en 2016 en vue de l'élaboration du précédent NRF/NERF tenue lors de l'atelier national technique sur la représentation de la définition de la forêt les 27 et 28 avril 2016. Ainsi, pour l'actualisation du NRF/NERF, la définition suivante permettant d'avoir un paramètre mesurable (superficie) a été retenue :

« La déforestation : conversion anthropique directe d'une superficie continue d'au moins 0,1 ha de terres forestières en terres non forestières. »⁵

2.3. La Dégradation forestière

Il n'existe pas de définition officielle de la dégradation forestière. Cependant, il convient de noter que la dégradation est entendue comme la diminution (ou dégradation) des paramètres biologiques, structurels et fonctionnel de la forêt tout en restant une forêt selon la définition de forêt (selon les exigences de superficie minimale, de houppier et de contenance d'arbres forestiers).

Par ailleurs, les agroforêts étant considérées comme une terre forestière (cf. section 2.1), il y a dégradation forestière pour la conversion d'une forêt naturelle en agro-forêt qui respecte la définition du code forestier ; à savoir tout espace défini et délimité comme tel par un texte réglementaire situé dans le domaine forestier privé de l'État et dans lequel coexistent des plantations agricoles et des arbres forestiers.

⁵ https://redd.unfccc.int/media/rci_nrf_ccnucc_2017.10.15.pdf

La distinction a été rendue possible par l'analyse d'images satellitaires de la période considérée (2015-2020), en comparant l'occupation du sol initiale et finale du sol. Aussi, des données des formations végétales de type agroforestiers et de forêts dégradées ont été utilisées pour faciliter l'interprétation (voir Annexe 5 : clé d'interprétation).

2.4. Le renforcement de stock de carbone forestier

Le renforcement des stocks de carbone forestier (RSCF) inclut le reboisement, le boisement et la régénération naturelle. De façon générale, le RSCF inclut donc toutes terres non-forestières converties en terres forestières.

Selon le code forestier, le reboisement est l'opération consistant à planter des arbres d'espèces forestières dans des zones déboisées. Ainsi, le reboisement est défini comme la création de plantations forestières. Par ailleurs, le reboisement ou le renforcement de stock de carbone forestier (RSCF) en Côte d'Ivoire est aussi réalisé à travers les opérations d'agroforesterie, notamment par la plantation d'arbres forestiers dans les cultures agricoles dont le cacao.

3. MOTEURS DE LA DÉFORESTATION ET DE LA DÉGRADATION

Les moteurs de la déforestation et de la dégradation des forêts en Côte d'Ivoire ont été dressés grâce à une étude menée par le Bureau National d'Études Techniques et de Développement (BNETD) et Nitidæ (ex l'ONG ETC TERRA) avec l'appui technique et financier du programme ONU-REDD en novembre 2016. Cette ⁶étude a permis de hiérarchiser les moteurs de la déforestation et de la dégradation des forêts selon leur impact sur les forêts. L'étude a permis ainsi d'identifier des moteurs directs qui sont des activités qui agissent immédiatement sur la perte de la couverture forestière et des moteurs indirects qui constituent des facteurs qui favorisent la perte de la couverture forestière.

3.1. Moteurs directs et indirects de la déforestation

En Côte d'Ivoire, la déforestation est causée par plusieurs moteurs étroitement liés qui se renforcent mutuellement. Ces moteurs sont divisés en deux catégories principales, à savoir les moteurs directs et les moteurs indirects, classés selon leur importance.

Les moteurs directs

Les moteurs directs comprennent l'agriculture, l'exploitation forestière, l'expansion des infrastructures, l'exploitation minière et les feux de brousse.

L'expansion agricole est le principal moteur de la déforestation et responsable de 62% de la déforestation totale. La culture du cacao est celle qui contribue le plus à la déforestation. Elle représente à elle seule 38% du taux de déforestation. Elle est suivie par la culture de l'hévéa, qui consomme également beaucoup d'espaces, avec un taux de déforestation de 23%. Le palmier à huile et l'anacarde occupent respectivement la troisième et la quatrième place en termes de déforestation, avec des taux de déforestation respectifs estimés de 11% et 7%. Les cultures telles

⁶ Disponible ici :

https://www.nitidae.org/files/b24e760c/161216081210_161214_analyse_facteurs_def_deg_ci_rapport_final.pdf

que le riz et le café, individuellement, ont moins d'impact sur la couverture forestière. Cependant, combinées, elles contribuent à 21% de la disparition du couvert forestier.

L'exploitation forestière illégale représente le deuxième moteur majeur de la déforestation en Côte d'Ivoire, avec pour principale activité l'abattage des arbres pour la production de bois d'œuvre, de meubles et d'autres produits forestiers. Cette activité contribue à 18% de la destruction des écosystèmes forestiers.

Par ailleurs, l'accroissement de la population dans les régions tropicales et l'urbanisation rapide génèrent une demande croissante de terres pour la construction de logements, d'infrastructures et de centres économiques. Cela entraîne souvent une expansion des zones urbaines au détriment des forêts, conduisant ainsi à une augmentation de la déforestation. L'extension des infrastructures constitue donc un moteur considérable de déforestation, contribuant à 10% de l'ensemble des moteurs de déforestation, bien qu'elle soit loin derrière l'agriculture et l'exploitation forestière.

L'exploitation minière, en particulier l'extraction de l'or, contribue également à la déforestation, représentant à elle seule 8% de la destruction des forêts.

Enfin, les feux de brousse causés par les populations ont également un impact sur l'état des forêts. Ces incendies, déclenchés à des fins agricoles ou pour l'élevage, contribuent à hauteur de 3% à la déforestation.

Les moteurs indirects

Les moteurs indirects de la déforestation sont répartis entre cinq (05) grands groupes. Il s'agit des moteurs politiques ou institutionnels, des moteurs économiques, des moteurs démographiques, des moteurs technologiques et enfin des facteurs culturels.

L'aspect économique est classifié comme étant le plus prépondérant. Avec un taux de 36%, il est axé sur les activités que sont l'attractivité économique des spéculations cacao, hévéa, palmier à huile et bois, ainsi que la volonté d'enrichissement par acquisition de terres. Le deuxième moteur indirect concerne le facteur politique ou institutionnel. Ce moteur contribue indirectement à 35% à la déforestation. Il est lié à des éléments tels que les conflits et les crises, le mauvais fonctionnement ou l'inadéquation des lois, les politiques de valorisation des forêts, la corruption, le manque de sensibilisation, la corruption.

La démographie ne demeure pas moins l'un des moteurs de déforestation. Elle représente un taux de 24% et regroupe trois catégories principales, à savoir la croissance naturelle et les migrations internes et externes.

Par ailleurs, la technologie n'est pas en reste en tant que moteur indirect de la déforestation, elle y participe en contribuant à hauteur de 4%. Cette valeur est répartie entre la fertilité des sols en forêt et la difficulté de renouvellement des vieilles plantations. Enfin, les aspects culturels ne représentent que 1% des moteurs de déforestation.

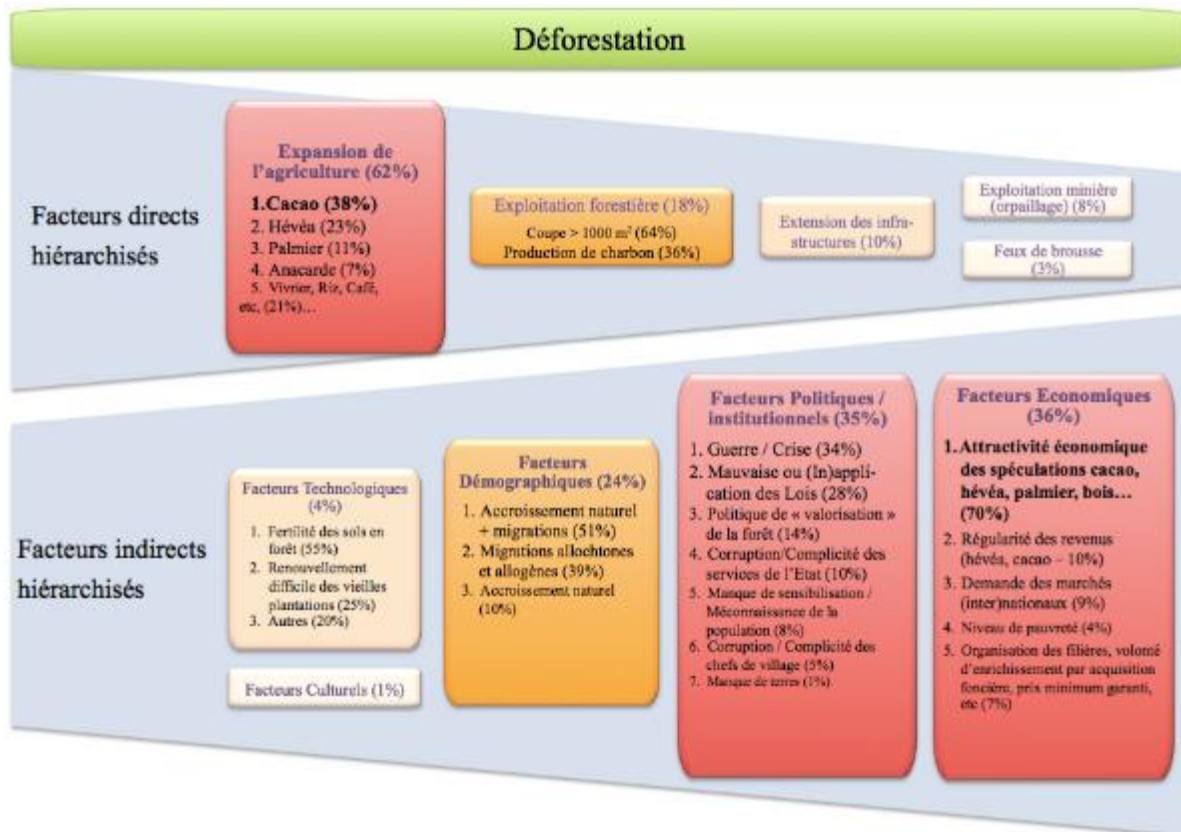


Figure 1 : catégorisation des moteurs de la déforestation en Côte d'Ivoire

Source : BNETD et ETC TERRA, 2016

3.2. Moteurs de la dégradation

Les moteurs responsables de la dégradation des forêts se regroupent également en deux grandes catégories : les moteurs directs et les moteurs indirects. Les moteurs directs englobent l'exploitation de bois d'œuvre, l'exploitation de bois énergie, les incendies de broussailles ainsi que l'exploitation minière.

Les moteurs directs

Considérée comme le principal moteur direct de dégradation, l'exploitation du bois d'œuvre concerne le sciage à façon et l'exploitation industrielle, représentant ainsi **46%** de l'ensemble des moteurs de dégradation. La seconde activité en termes d'impact sur la dégradation des forêts est l'exploitation de bois énergie, qui représente **29%** et concerne la production de charbon, la collecte de bois de feu commercialisé et la collecte de bois de feu autoconsommé.

Enfin, les incendies de broussailles (**23%**) et l'exploitation minière, principalement axée sur l'or (**3%**), constituent les moteurs directs les moins importants de dégradation des forêts. Cependant, il convient de souligner que l'intensification de ces activités au fil du temps pourrait entraîner des conséquences manifestes sur la dégradation des forêts.

Les moteurs indirects

Les moteurs indirects de dégradation des forêts se déclinent en cinq catégories. Le principal moteur de dégradation est le volet politique et institutionnel avec une part de 53% de responsabilité dans le mécanisme de la dégradation des forêts. Il est composé de la mauvaise application ou de l'inapplication des lois, de guerres et de crises, de la corruption et du manque de moyens des services de l'État en charge de la protection des forêts.

Le moteur économique est le second moteur avec une contribution à hauteur de **24%** à la dégradation des écosystèmes forestiers. Il concerne l'attractivité économique de la filière bois, le manque d'alternatives peu coûteuses au charbon et au bois de feu, la pauvreté des exploitants et des scieurs illégaux.

Le troisième moteur concerne la démographie, qui représente **18%**. Les activités de ce volet comprennent l'accroissement naturel et la migration, les migrations allochtones et allogènes.

Enfin, les aspects culturels ont la plus faible incidence sur la dégradation des forêts. Leur contribution ne représente que **5%** des moteurs de dégradation.

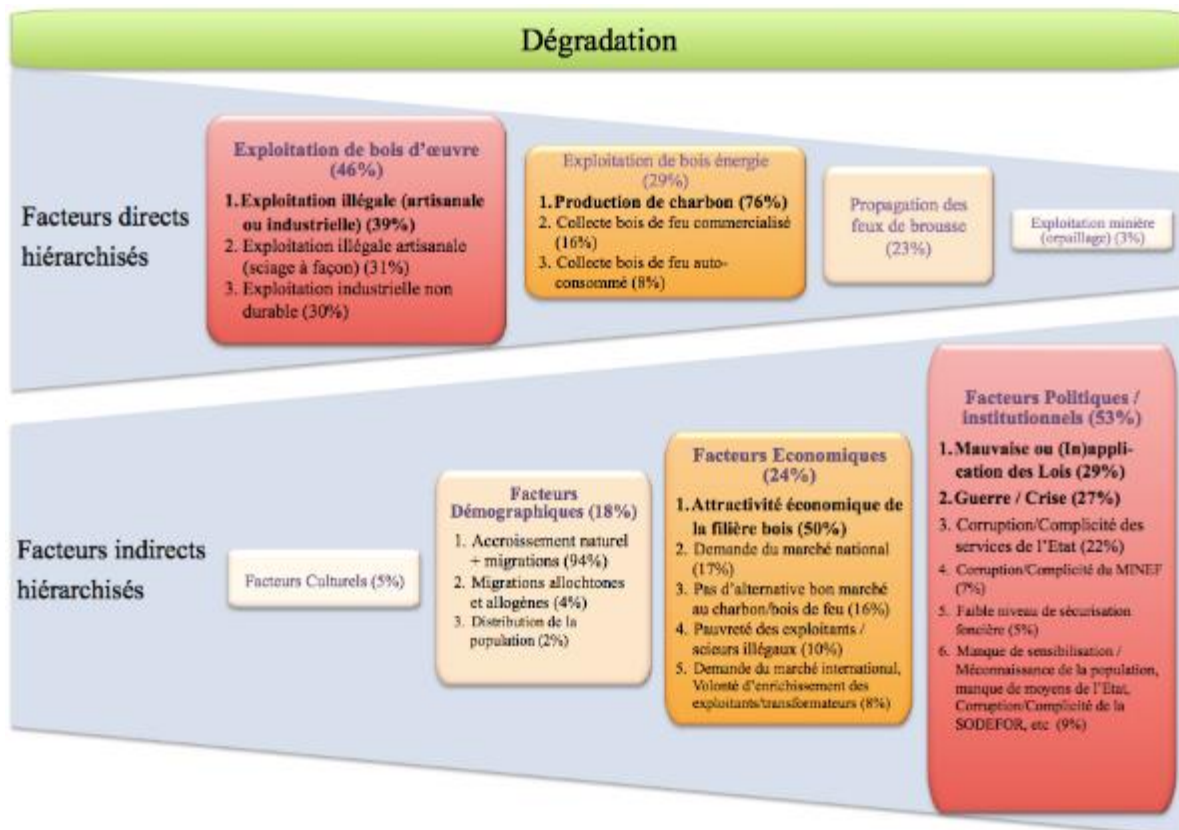


Figure 2 : catégorisation des moteurs de la dégradation des forêts en Côte d'Ivoire

Source : BNEDT et ETC TERRA, 2016

4. ÉCHELLE

Le NRF/NERF soumis par la Côte d'Ivoire couvre le **territoire national**. Les données collectées pour la mise à jour du présent document couvrent ainsi l'ensemble du pays. Cette échelle nationale du NRF/NERF permettra également d'évaluer le niveau de performance de la Côte d'Ivoire en matière

de réduction des émissions et d'évaluer l'impact des politiques et mesures mises en place défini dans la stratégie nationale REDD+, la Stratégie de Protection de Restauration et d'Extension des Forêts (SPREF) et la Stratégie de cacao durable.

5. PORTÉE

5.1. Les activités REDD+

Les activités REDD+ intégrées à la construction du NRF/NERF de la Côte d'Ivoire sont :

- La **déforestation**
- La **dégradation des forêts**
- Le **renforcement de stock de carbone forestier** (RSCF, ou EFCS de l'acronyme en anglais), synonyme de 'gain' ou 'reforestation' dans le contexte du présent document.

Point d'attention : Certaines activités REDD+ n'ont pas été considérées pour la construction de ce NRF/NERF. Il s'agit de la **gestion durable des forêts** et de la **conservation du stock de carbone**. En effet, en raison de données insuffisantes au niveau nationale pour ces deux activités, leurs estimations d'émissions n'ont pu être réalisées. La Côte d'Ivoire travaille dans le sens d'obtenir des données nationales consolidées pour adresser ces activités dans de futures soumission du NRF/NERF.

5.2. Les réservoirs de carbone considérés

Tableau 1 : Réservoirs de carbone considérés par activité REDD+

Activités	Réservoirs de carbone					
	Biomasse vivante		Matière organique morte (« DOM »)		Sols	HWP
	Biomasse aérienne	Biomasse souterraine	Bois mort	Litière	Sols minéraux	
Déforestation	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>
Dégradation des forêts	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>
Renforcement des stocks de carbone forestier	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>

5.3. Les gaz considérés

Tableau 2 : Gaz considérés par activité

Activités	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Déforestation	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>
Dégradation des forêts	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Non</i>
Renforcement des stocks de carbone forestier	<i>Oui</i>	<i>n/a</i>	<i>n/a</i>

6. INFORMATIONS UTILISÉES POUR LA CONSTRUCTION DU NRF/NERF

6.1. Zonage phytogéographique

Selon Guillaumet et Adjanohoun (1971) et ORSTOM-IGT (1979), le découpage phytogéographique du pays met en exergue quatre secteurs (voir Figure 3) :

- **Secteur Ombrophile** : les forêts denses humides sempervirentes au sud et au sud-ouest du pays ;
- **Secteur Mésophile** : les forêts denses humides semi-décidues (mésophile) dans la zone centrale du pays (est, centre et ouest) ;
- **Secteur Sub-soudanais** (ou pré-forestier) C'est la zone de contact entre la forêt et la savane ;
- **Secteur Soudanais** : Tout à fait au Nord du pays, c'est une zone essentiellement savanicole.

Le zonage phytogéographique a été pris en compte dans la génération des statistiques des données d'activité et dans la définition des facteurs d'émission. Plus spécifiquement en ce qui concerne la biomasse aérienne, le réservoir le plus important en termes des flux de gaz à effet de serre associés à la dynamique de la superficie forestière nationale. L'association des différents Secteurs aux zones climatiques du GIEC et aux zones écologiques de la FAO est présentée dans le Tableau 3 ci-dessous.

En plus, les sous-catégories de forêt suivantes ont été considérées : forêt non-dégradée, forêt secondaire ou dégradée, agroforêts.

Tableau 3 : Correspondance entre les zones phytogéographiques nationales et les zones climatiques du GIEC et zones écologiques de la FAO.

Zones Climatiques du GIEC	Zones Écologiques FAO	Phytogéographique zone
<i>Tropical Moist</i>	<i>Tropical rainforest</i>	<i>Secteur Ombrophile</i>
<i>Tropical Moist</i>	<i>Tropical rainforest</i>	<i>Secteur Mésophile</i>
<i>Tropical Moist</i>	<i>Tropical moist forest</i>	<i>Secteur Sub-Soudanais (ou pré-forestier)</i>
<i>Tropical Moist</i>	<i>Tropical moist forest</i>	<i>Secteur Soudanais</i>

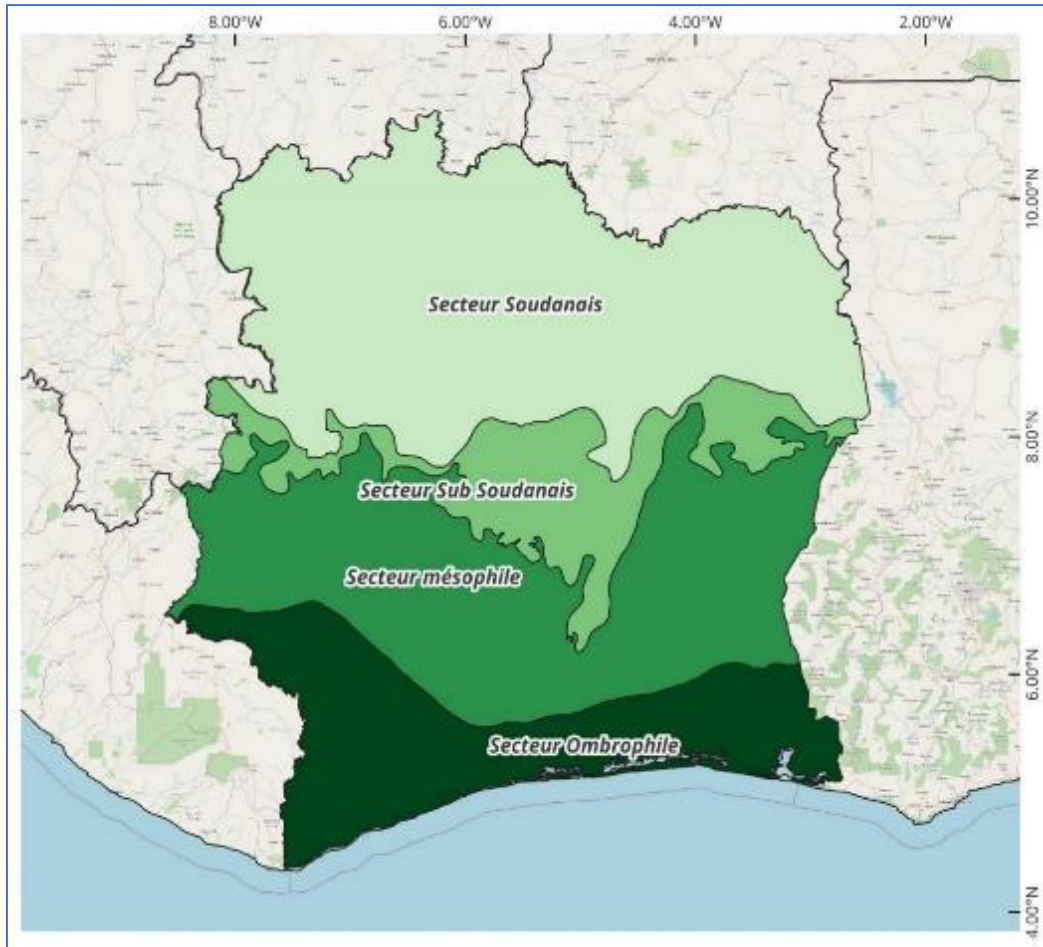


Figure 3 : Zones phytogéographiques de la Côte d'Ivoire

6.2. Notion de NERP et ERP

Dans le cadre de ces travaux, une grille de points a été générée sur l'ensemble du territoire nationale. Cette approche a été adoptée afin d'harmoniser pour tout le pays la collecte des Données d'Activités.

Ainsi, dans le cadre du Programme de Réduction d'Emission autour du Parc National de Taï (ERP), cette grille a employé pour la collecte des Données d'Activités dans la zone ERP. Cette activité s'est réalisée de 2022 à 2023. Ce qui a permis de consolider la méthodologie du NERF actuel.

A la suite, un jeu de données a été sélectionné dans la zone dite non ERP (NERP) pour servir à la collecte de données Activités. L'ensemble des données nationales pour cet exercice de ce NERF/NRF est ainsi composé des Données d'Activités de la zone ERP et NERP (voir Figure 4).



Figure 4 : Zone ERP et Zone Non-ERP (NERP)

6.3. Période historique considérée

La période historique du NRF/NERF s'étend du 31 décembre 2015 au 31 décembre 2020⁷, l'année 2015 étant l'année de la situation de référence, par rapport à laquelle les changements ayant eu lieu au cours des cinq années suivantes – 2016, 2017, 2018, 2019 et 2020 - peuvent être identifiés.

La décision a été prise après avoir examiné les exigences des standards actuels qui sont favorables pour des périodes historiques plus courtes (5 ans). En plus, le NERF précédent a été réalisé sur la période 2000 à 2015 à cause de l'insuffisance de données de qualité dans les années 2010. Les données étant disponibles pour les périodes 2015 à 2020, le pays a jugé utiles de s'aligner aux exigences des standards internationaux en plus de la disponibilité des données pour les Données d'Activités.

En outre, il convient de noter que l'année 2020 est aussi, une année stratégique pour le pays car étant l'année de références pour le suivi de la déforestation en Côte d'Ivoire selon la Réglementation de l'Union Européenne sur les produits d'exportations issues de la déforestation et la Réglementation ARS 1000⁸.

⁷ Correspondant à une période historique de 2016 à 2020 selon les critères ART-TREES.

⁸ [La Norme africaine pour le cacao durable \(ARS-1000\)](#)

6.4. Lignes directrices et équations utilisées

La construction du NRF/NERF s'est basée sur les lignes directrices du GIEC (GIEC, 2006 ; GIEC, 2019).

En accord avec les Équations 2.1, 2.2 et 2.3 du GIEC (2006), les changements du stock de carbone, pour une strate d'une catégorie d'utilisation des terres, peuvent être vus comme la somme des changements dans chacun des réservoirs de carbone. Dans le contexte REDD+, un parallèle possible serait la considération des catégories en tant que les activités REDD+ (voir Equation 1)

Equation 1 : Variations des stocks de carbone par activité REDD+ en tant que la somme des variations dans tous les réservoirs

$$\Delta C_{\text{Activité}} = \Delta C_{\text{AGB}} + \Delta C_{\text{BGB}} + \Delta C_{\text{DW}} + \Delta C_{\text{LI}} + \Delta C_{\text{SO}} + \Delta C_{\text{HWP}}$$

Où :

$\Delta C_{\text{Activité}}$ = Variation du stock de carbone associé à une activité REDD+

AB = Variation de stock de carbone de la biomasse vivante aérienne

BB = Variation du stock de carbone de la biomasse vivante souterraine

DW = Variation du stock de carbone du bois mort

LI = Variation du stock de carbone de la litière

SO = Variation du stock de carbone des sols

HWP = Variation du stock de carbone des produits en bois récolté

Pour estimer les variations des stocks de carbone, différentes méthodes ont été utilisées par activité :

Activité	Méthode
Déforestation	DIFFERENCE DES STOCKS
Dégradation forestière	DIFFERENCE DES STOCKS
Renforcement des stocks de carbone	GAINS-PERTES

6.4.1. Émissions de CO₂ dues à la déforestation et à la dégradation forestière

Les émissions de CO₂ issues des variations des stocks de carbone dans la biomasse aérienne, biomasse souterraine, litière et bois mort ont été estimées selon l'**Error! Reference source not found.** :

Equation 2 : Émissions de CO₂ dues aux variations des stocks de carbone dans la biomasse et matière organique morte dues à la déforestation et à la dégradation forestière.

$$E_a = \sum_{i,j,k,l} DA_{i,j,k,l} * FE_{i,j,k,l}$$

Où :

Ea = Émissions de CO₂ pour une activité **a** dans la période d'intérêt en tonnes de CO₂ ;

DA = Données d'activités liées à la source d'émissions, par zone phytogéographique **i**, par région **j** (NERP, ERP), par classe d'occupation du sol en 2015 **k** et par classe d'occupation du sol en 2020 **l** dans la période d'intérêt ;

FE = Facteur d'émissions pour une catégorie de source spécifiques, tonnes de CO₂ par unité de A, par zone phytogéographique **i**, par région **j** (NERP, ERP), par classe d'occupation du sol en 2015 **k** et par classe d'occupation du sol en 2020 **l**

Pour la déforestation, les émissions de CO₂ issues des variations des stocks de carbone dans les sols minéraux ont été estimées selon l'**Error! Reference source not found.**, en accord avec l'équation 2.25 du GIEC (2006) :

Equation 3 : Variation annuelle des stocks de carbone dans les sols minéraux due à la déforestation

$$\Delta C_{SO-Minéraux} = \frac{(SOC_0 - SOC_{(0-T)})}{D}$$

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF} * F_{LU\ c,s,i} * F_{MG\ c,s,i} * F_{I\ c,s,i} * A_{c,s,i})$$

Où :

$\Delta C_{SO-Minéraux}$ = variation annuelle des stocks de carbone dans les sols minéraux, en tonnes C an-1

SOC_0 = stock de carbone organique du sol au cours de la dernière année d'une période d'inventaire, en tonnes C/ha

$SOC_{(0-T)}$ = stock de carbone organique du sol au début de la période d'inventaire, en tonnes C/ha

T = nombre d'années sur une période d'inventaire unique, an

D = dépendance temporelle des facteurs de variation des stocks, qui est la période par défaut pour la transition entre les valeurs SOC d'équilibre, en années. Généralement, $D=20$ ans, mais cela dépend des hypothèses formulées lors du calcul des facteurs FLU, FMG et SOC.

c représente les zones climatiques, s les types de sol et i l'ensemble des systèmes de gestion présents dans un pays.

SOC_{REF} = le stock de carbone de référence, en tonnes C ha-1

FLU = facteur de variation des stocks pour les systèmes d'utilisation des terres ou les sous-systèmes pour une utilisation particulière des terres, sans dimension.

Note : FND est substitué à FLU dans le calcul du carbone du sol forestier afin d'estimer l'influence des régimes de perturbations naturelles.

FMG = facteur de variation des stocks pour le régime de gestion, sans dimension

FI = facteur de variation du stock pour l'apport de matière organique, sans dimension

A = superficie de la strate faisant l'objet de l'estimation, en hectares. Toutes les terres de la strate doivent présenter des conditions biophysiques (c'est-à-dire le climat et le type de sol) et un historique de gestion communs au cours de la période d'inventaire, afin d'être traitées ensemble à des fins d'analyse.

Ajustement technique : les résultats de l'équation ci-dessus ont été multipliés par le facteur p pour prendre en compte du fait que la période d'intérêt est de 5 ans (cf. Annexe 2).

6.4.2. Émissions des gaz non-CO₂ dues à la déforestation

D'après l'équation 2.27 du GIEC (2006), pour les estimations d'émissions de gaz non-CO₂ associés aux feux :

Equation 4 : Émissions de gaz à effet de serre dues aux feux associés à la déforestation

$$L_{fire} = A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$$

Où :

L_{fire} = Émissions de gaz à effet de serre dues au feu, en tonnes de chaque GES (CH₄, N₂O).

A = superficie brûlée, ha

M_B = masse de combustible disponible pour la combustion, tonnes ha⁻¹. Cela comprend la biomasse aérienne, la litière et le bois mort.

C_f = facteur de combustion, sans dimension

G_{ef} = facteur d'émission, g kg⁻¹ de matière sèche brûlée

6.4.3. Renforcement des stocks de carbone forestier

Les séquestrations de CO₂ dues aux conversions des terres non-forestières en terres forestières, dans la période pertinente à ce NRF, ont été réalisées sur la base de l'équation 2.9 (GIEC, 2006).

Equation 5 : Variation des stocks de carbone de la biomasse aérienne due aux conversions des terres non-forestières en terres forestières

$$R_T = \sum_{i,j,k,l} (A_{i,j,k,l} * G_w_{i,j,k,l} * p)$$

Où :

R_T = Séquestration de CO₂ dues à la croissance de la biomasse aérienne sur les terres non forestières converties en terres forestières dans la période d'intérêt, par zone phytogéographique i , région j , occupation du sol en 2015 k et sous-catégorie de forêt en 2020 l , en tonnes CO₂

A = superficie des terres non-forestière convertie en terres forestière dans la période d'intérêt, par zone phytogéographique i , région j , occupation du sol en 2015 k et sous-catégorie de forêt en 2020 l , ha

G_w = Séquestration annuelle moyenne de la biomasse aérienne par zone phytogéographique i , région j , occupation du sol en 2015 k et sous-catégorie de forêt en 2020 l , tonnes CO₂ ha⁻¹ an⁻¹

p = nombre d'années de croissance dans la période d'intérêt, an

Ajustement technique : le paramètre p a été inclus dans l'équation pour prendre en compte du fait que la période d'intérêt est de 5 ans (cf. Annexe 2).

6.4.4. Évaluation des incertitudes

La méthodologie de **propagation d'erreur simple** a été adoptée pour l'analyse des incertitudes dans le cadre du présent NERF/NRF, en accord avec les lignes directrices du GIEC (2006, 2019). Dans ce cadre, les équations 3.2, 3.2B et 3.0B (GIEC, 2019) ont été employées :

Equation 6 : Combinaison des incertitudes dans le cas d'une multiplication (Équation 3.2B, GIEC, 2019).

$$U = \sqrt{U_a^2 + \dots + U_n^2}$$

Où :

U = l'incertitude en pourcentage

U_i = l'incertitude en pourcentage associée à chaque paramètre

Equation 7 : Combinaison des incertitudes dans le cas d'une addition ou soustraction (Équation 3.2, GIEC, 2019).

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 * x_1)^2 + \dots + (U_n * x_n)^2}}{|x_1 + \dots + x_n|}$$

Où :

U_{total} = l'incertitude en pourcentage pour la somme des quantités

X = quantités à combiner, pouvant être des valeurs positives ou négatives

U_i = l'incertitude en pourcentage associée à chaque quantité

Equation 8 : Conversion d'un intervalle en incertitude (Équation 3.0B, GIEC, 2019).

$$U_{upper\ bound\ Uub} = (\max FE - FE) / FE * 100 \%$$

Où :

U = l'incertitude en pourcentage

$\max FE$: limite supérieure de l'intervalle au tour de la valeur du paramètre

FE : paramètre utilisé

6.5. Données d'activités (DA)

Dans le cadre de la préparation de son Niveau d'Émission de Référence des Forêts (NERF), la Côte d'Ivoire a opté pour une méthodologie sample-based qui respecte les bonnes pratiques d'estimation des superficies forestières à l'échelle d'un pays. Plus spécifiquement, l'approche ensembliste appelée « ensemble Sampled-Based Area Estimation » (eSBAE) proposé par la FAO a été utilisée. La rigueur de cette approche est soutenue par les recommandations d'articles tels que ceux de Olofsson et al. (2014, 2020), FAO, 2023, ainsi que Jonckheere et al. (2024). Cette méthodologie est la même adoptée dans le cadre du Projet ERP en développement dans le Pays. La Côte d'Ivoire a assuré la

cohérence entre les données du Projet et le NERF/NRF, comme souligné dans la section 8.1. Collect Earth Online et SEPAL, deux outils OpenForis, ont été utilisées dans la réalisation des activités.

La méthode mise en œuvre pour calculer les superficies par activité REDD+ s'appuie sur un plan d'échantillonnage stratifié et aléatoire qui prend en compte la probabilité de changements. Elle vise à réduire les incertitudes et à améliorer l'exactitude des résultats, ce qui se reflète dans la présentation des intervalles de confiance associés aux superficies estimées. La méthodologie est détaillée dans la section 8.1.

Selon les résultats de la méthodologie adoptée, le total national de la **déforestation** s'élève à une superficie de 619.513,8 ha ± 14,4% (IC 90%), soit une moyenne de 123.902,8 ha/an. D'un point de vue opérationnel, la déforestation représente la superficie des 'terres forestières', y compris toutes ses sous-catégories, converties en terres non-forestières au cours de la période historique.

Dans le contexte national, le feu est utilisé dans le processus de déforestation et pour les cas de certaines conversions des terres. C'est le cas pour les conversions des terres-forestières vers terres agricoles (aménagement agricole, cacao, agriculture pérenne). Les données d'activité utilisées donc pour estimer les émissions des gaz non-CO2 sont les superficies associées à ces conversions, comme détaillée dans le fichier des calculs.

La surface totale des forêts non-dégradées en début de la période historique ayant subi une **dégradation** première pendant la période historique a été estimée en 47.569,9 ha ± 52,9% (IC 90%). Cela inclut les changements entre les sous-catégories de forêts identifiés dans les données de référence : forêt non-dégradée vers forêt secondaire ou dégradée, forêt non-dégradée vers agroforêt et forêt secondaire ou dégradée vers agroforêts.

La superficie associée aux **gains de forêt, donc au renforcement des stocks de carbone forestier**, est estimée à 69.591,2 ha ± 59,7%.

Durant la période de cinq ans de 2015 à 2020, l'observation à l'échelle nationale révèle une superficie considérable de forêt désignée comme 'forêt stable dégradée' (i.e. dans le contexte de ce NERF, "forêt stable dégradée" désigne la dégradation persistante une fois que ces forêts étaient identifiées en tant que dégradées pendant toute la période historique selon les analyses des images satellitaires) atteignant 1.260.579,8 ha ± 9.1%. Pour cette catégorie des forêts dégradées stables, l'hypothèse que les émissions et séquestrations se compensent a été établie due au manque d'information qui permettraient de caractériser les tendances et les drivers pertinents et ainsi d'estimer les émissions ou séquestrations associées.

Tableau 4 : Superficies estimées, par catégorie et pour la période 2015-2020, selon la méthodologie eSBAE adoptée.

Catégorie	Superficie [ha]	Incertitude [%](CI 90%)
Déforestation	619,513.8	14.4
Dégradation Forestière	47,569.9	52.9
Gain (RSCF)	69,591.2	59.7
Forêt stable dégradée	1,260,579.8	9.1
Forêt stable	2,336,014.1	7.8
Non-forêt stable	27,726,246.6	2.6
Total	32,059,515.3	

Tableau 5 : Superficies estimées, par catégorie mettant en exergue l'agroforesterie et pour la période 2015-2020, selon la méthodologie eSBAE adoptée.

Catégorie	Superficie [ha]	Incertitude [%] (CI 90%)
Déforestation	589,340.6	15.1
Déforestation - Agroforêt	30,173.2	33.6
Dégradation Forestière	32,969.5	72.2
Dégradation Forestière - Agroforêt	14,600.3	56.5
Gain	48,819.1	72.4
Gain - Agroforêt	20,772.0	104.9
Forêt stable dégradée	936,180.4	11.5
Forêt stable dégradée - Agroforêt	324,399.5	12.8
Forêt stable	2,336,014.1	7.8
Non-forêt stable	27,726,246.6	2.6
Total	32,059,515.3	

Le détail des transitions par type de formations végétales sont disponibles en [Annexe 3](#).

6.6. Facteurs d'émission (FE)

Les facteurs d'émissions utilisés ont deux origines : (i) l'inventaire forestier réalisé en 2017 (voir section 8.2) et (ii) les facteurs d'émission par default du GIEC (2006, 2019).

Les facteurs d'émission issus de l'inventaire forestier dans le cadre de ce présent NERF sont une révision des données de 2016-2017. Il a s'agit de catégoriser les 150 plots de forêts de l'IFN 2016 afin d'avoir des FE pour chaque catégorie de forêt (forêt dense, forêt dégradée), ce qui n'avait pas été le cas pour le NERF de 2017.

Dans les sections suivantes, ces facteurs sont présentés par activité et réservoir, ainsi que tous les autres paramètres nécessaires aux calculs des émissions selon les équations appliquées.

6.6.1. FE de CO₂ dues à la déforestation et dégradation forestière

Tableau 6 : Facteurs d'émission et autres paramètres utilisés dans l'estimation du changement du stock de carbone dans la biomasse vivante aérienne et souterraine due à la déforestation.

Facteur d'émission										
Zone Ecologique	Zone phytogéographique	Occupation du sol 2015	Occupation du sol 2020	Biomasse aérienne	Biomasse souterraine	Litière		Bois mort	FE	
				[tCO ₂ /ha]	[tCO ₂ /ha]	[tCO ₂ /ha]		[tCO ₂ /ha]	tCO ₂ /ha	U
				Tier 2	Tier 2	Tier 1	Tier 1+2	Tier 2	U [%]	
Tropical rainforest	Ombrophile	Forêt non-dégradée	Non-forêt	352.5	130.4	17.6		59.8	560.3	12.5
Tropical rainforest	Mésophile	Forêt non-dégradée	Non-forêt	232.1	52.7	17.6		56.0	358.5	16.8
Tropical moist forest	Soudanais	Forêt non-dégradée	Non-forêt	179.7	50.3	21.6		17.9	269.6	13.8
Tropical moist forest	Sub-Soudanais/pré-forestier	Forêt non-dégradée	Non-forêt	174.7	38.7	21.6		43.7	278.7	26.6
Tropical rainforest	Ombrophile	Forêt dégradée/secondaire	Non-forêt	185.6	68.7		9.3	59.5	323.0	11.6
Tropical rainforest	Mésophile	Forêt dégradée/secondaire	Non-forêt	117.0	23.4		8.9	94.6	243.9	14.9
Tropical moist forest	Soudanais	Forêt dégradée/secondaire	Non-forêt	121.9	34.1		14.7	31.8	202.4	18.3
Tropical moist forest	Sub-Soudanais/pré-forestier	Forêt dégradée/secondaire	Non-forêt	82.9	16.6		10.3	23.4	133.1	21.8
Toutes	Agroforêt	Forêt dégradée/secondaire	Non-forêt	78.9	14.5				93.4	8.3
Tropical rainforest	Ombrophile	Forêt non-dégradée	Forêt dégradée/secondaire	166.9	61.8		8.3	0.3	237.3	9.0

Tropical rainforest	Mésophile	Forêt non-dégradée	Forêt dégradée/ secondaire	115.1	29.3		8.7	-38.6	114.6	11.7
Tropical rainforest	Soudanais	Forêt non-dégradée	Forêt dégradée/ secondaire	57.9	16.2		7.0	-13.9	67.2	11.1
Tropical rainforest	Sub-Soudanais/pré-forestier	Forêt non-dégradée	Forêt dégradée/ secondaire	91.8	22.1		11.4	20.3	145.6	19.3
Tropical rainforest	Ombrophile	Forêt non-dégradée	Forêt dégradée/ secondaire - Agroforêt	273.6	116.0		17.6	59.8	466.9	10.8
Tropical rainforest	Mésophile	Forêt non-dégradée	Forêt dégradée/ secondaire - Agroforêt	153.2	38.3		17.6	56.0	265.1	13.4
Tropical rainforest	Ombrophile	Forêt dégradée/ secondaire	Forêt dégradée/ secondaire - Agroforêt	106.7	54.2		9.3	59.5	229.6	10.0
Tropical rainforest	Mésophile	Forêt dégradée/ secondaire	Forêt dégradée/ secondaire - Agroforêt	38.1	8.9		8.9	94.6	150.5	12.0

Tableau 7 : Facteurs d'émission l'estimation du changement du stock de carbone dans la biomasse vivante aérienne et souterraine des commodités clés

Zone Écologique	Zone phytogéographique	Occupation du sol 2015	Occupation du sol 2020	Biomasse aérienne	Biomasse souterraine	Séquestration après déforestation	
				[tCO ₂ /ha]	[tCO ₂ /ha]	[tCO ₂ /ha]	U [%]
Toutes	Toutes	Forêt	Cocoa	64.1	14.1	78.2	11
Toutes	Toutes	Forêt	Rubber 10 years	195.4	39.3	234.7	16
Toutes	Toutes	Forêt	Oil palm 20 years	103.4	20.7	124.1	20
Toutes	Toutes	Forêt	Agriculture pérenne	149.4	30.0	179.4	12
Toutes	Toutes	Forêt	Agriculture annuelle	9.5	0.0	9.5	75
Toutes	Toutes	Forêt	Terres graminéennes	60.9	7.8	68.7	111

6.6.2. FE de CO₂ des sols minéraux dues à la déforestation

Tableau 8 : Facteurs d'émission et autres paramètres utilisés dans l'estimation du changement du stock de carbone dans les sols minéraux due à la déforestation.

Paramètre	Unité	Sous-catégorie	Valeur	Source et raisonnement
SOC_{REF}	tC/ha	Terres forestières	47,0	Table 2.3 (GIEC, 2006) en considérant que la déforestation a lieu uniquement sur les sols du type LAC (voir Figure 5 : Classes de sols en Côte d'Ivoire. Plus de 85% du territoire étant classé en tant que Low Activity Cay soils (LAC). Source : HWSD 2.0, disponible sur EarthMap Figure 5 : Classes de sols en Côte d'Ivoire. Plus de 85% du territoire étant classé en tant que Low Activity Cay soils (LAC). Source : HWSD 2.0, disponible sur EarthMap)
F_{LU}	-	Terres forestières	1	Supposé = 1, Tier 1 (GIEC, 2006)
F_{MG}	-	Terres forestières	1	Supposé = 1, Tier 1 (GIEC, 2006)
F_I	-	Terres forestières	1	Supposé = 1, Tier 1 (GIEC, 2006)
F_{LU}	-	Terres cultivées – agriculture pérenne	1,01	Table 5.5 updated (GIEC, 2019 – perennial crop – tropical – dry/moist/wet)
F_{MG}	-	Terres cultivées – agriculture pérenne	1,04	Table 5.5 updated (GIEC, 2019 – reduced tillage – tropical – moist/wet)
F_I	-	Terres cultivées – agriculture pérenne	0,92	Table 5.5 updated (GIEC, 2019 – low input – tropical – moist/wet)
F_{LU}	-	Terres cultivées – agriculture annuelle	0,83	Table 5.5 updated (GIEC, 2019 – long term cultivated – tropical – moist/wet)
F_{MG}	-	Terres cultivées – agriculture annuelle	1,04	Table 5.5 updated (GIEC, 2019 – reduced tillage – tropical – moist/wet)
F_I	-	Terres cultivées – agriculture annuelle	0,92	Table 5.5 updated (GIEC, 2019 – low input – tropical – moist/wet)

Paramètre	Unité	Sous-catégorie	Valeur	Source et raisonnement
F _{LU}	-	Terres graminéennes	1	Table 6.2 updated (GIEC, 2019)
F _{MG}	-	Terres graminéennes	1	Table 6.2 updated (GIEC, 2019 – non degraded)
F _I	-	Terres graminéennes	1	Table 6.2 updated (GIEC, 2019 – medium)
F _{LU}	-	Autres	0	
F _{MG}	-	Autres	0	
F _I	-	Autres	0	
p	yr	Terres forestières converties en terres non-forestières	2,5	Période moyenne de croissance des zones en régénération. Etant donnée que les données d'activités ne sont pas disponibles dans la granularité annuelle, cette hypothèse a été formulée.

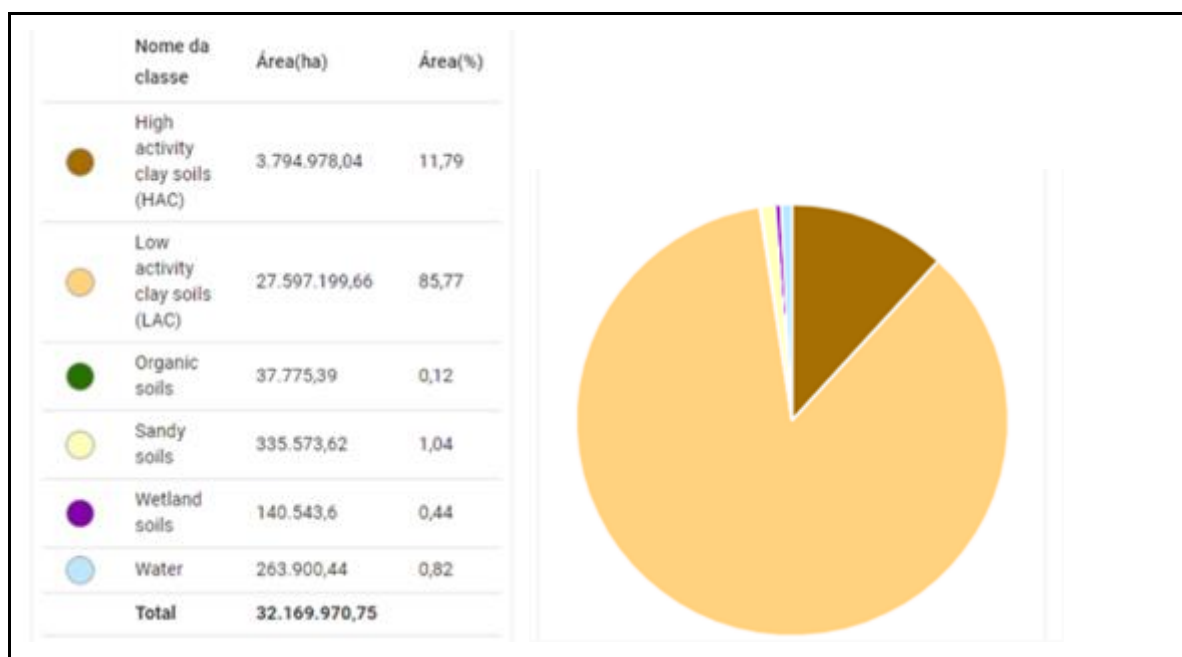


Figure 5 : Classes de sols en Côte d'Ivoire. Plus de 85% du territoire étant classé en tant que Low Activity Clay soils (LAC). Source : HWSO 2.0, disponible sur [EarthMap](#)

6.6.3. FE et autres Paramètres pour émission des gaz non-CO₂ dues à la déforestation

Tableau 9 : Facteurs d'émission et autres paramètres utilisés dans l'estimation des émissions des gaz non-CO₂ due aux feux de forêts associés à la déforestation.

Paramètre	Unité	Sous-catégorie	Valeur	Source et raisonnement
M _B	tms/ha	Zone ombrophile, forêt non-dégradée	252.2	Biomasse aérienne + litière + bois mort
		Zone mésophile, forêt non-dégradée	180.2	
		Zone Soudanais, forêt non-dégradée	130.6	
		Zone Sub-Soudanais, forêt non-dégradée	142.7	
		Zone ombrophile, forêt dégradée	149.0	

Paramètre	Unité	Sous-catégorie	Valeur	Source et raisonnement
		Zone mésophile, forêt dégradée	129.3	
		Zone Soudanais, forêt dégradée	100.0	
		Zone Sub-Soudanais, forêt dégradée	69.2	
C_f	tC /t ms		0,32	Table 2.6 (GIEC, 2006)
G_{ef}	g GHG/kg ms brûlée		6,8	Table 2.5 (GIEC, 2006)
G_{ef}	g GHG/kg ms brûlée		0,2	Table 2.5 (GIEC, 2006)
GWP CH₄			28	GIEC/AR5 (2013)
GWP N₂O			265	GIEC/AR5 (2013)

6.6.4. FE et autres paramètres pour renforcement des stocks de carbone forestier

Tableau 10 : Facteurs d'émission et autres paramètres utilisés dans l'estimation du changement du stock de carbone dans la biomasse vivante aérienne et souterraine due à la reforestation

IPCC Climatic Zones	FAO Ecological Zones	Zone Phytogéographique	Région	Type de forêt	Removal factor		
					Gw	Incertitude	G
					tC/ha ⁻¹ y ⁻¹	%	tCO ₂ /h a ⁻¹ y ⁻¹
Tropical moist	Tropical rainforest	Mésophile	NERP	Forêt secondaire ou dégradée	2.35	34.0	8.6
Tropical moist	Tropical moist forest	Sub-Soudanais	NERP	Agroforêt	3.16	75.0	11.6
Tropical moist	Tropical moist forest	Soudanais	NERP	Forêt secondaire ou dégradée	1.36*	56.7	5.0
Tropical moist	Tropical rainforest	Mésophile	ERP	Forêt secondaire	2.35	34.0	8.6
Tropical moist	Tropical rainforest	Mésophile	ERP	Plantation/reboisement	4.23	67.0	15.5
Tropical moist	Tropical rainforest	Ombrophile	ERP	Forêt secondaire	3.29	34.0	12.1
Tropical moist	Tropical rainforest	Ombrophile	ERP	Agroforêt	3.16	75.0	11.6

*seule valeur d'après GIEC (2019, Table 4.9 updated).

7. NERF/NRF PROPOSÉS

Pour la construction du NERF/NRF, la Côte d'Ivoire a utilisé la moyenne historique sur la période de référence définie, sans ajustement au contexte national.

7.1. NERF

Le NERF a été estimé à **32 363 393 ± 5 216 791 (16%) t CO₂ eq. /an** (Tableau 11), dont 94% résultants de la déforestation (30 282 461 ± 5 131 828 t CO₂ eq/an) et 6% résultants de la dégradation forestière (2 080 931 ± 960 314 t CO₂ eq/an.). Les gaz non-CO₂, issus de la combustion de la biomasse aérienne,

bois mort et litière, lors de l'utilisation du feu dans le processus de déforestation, ont contribué à 0,7% du NERF (328 896 t CO₂ eq. /an).

Tableau 11 : Emission net totale

	Émissions [tCO ₂ eq/an]	Incertitude [%]	Incertitude [tCO ₂ eq/an]
NERF (t CO₂ eq/an)	32,363,393	16	5,220,907
Déforestation	30,282,461	17	5,131,828
Dégradation forestière	2,080,931	46	960,314

Tableau 12 : Émissions nettes dues à la déforestation dans la période 2015-2020.

Déforestation					
Année	Biomasse + DOM (tCO ₂)	Sols minéraux (tCO ₂)	Combustion de la biomasse - CH ₄ (tCO ₂ eq)	Combustion de la biomasse - N ₂ O (tCO ₂ eq.)	Émissions (tCO ₂ eq.)
2016	29,506,801	894,608	104,112	134,783.58	30,640,305
2017	29,506,801	715,687	104,112	134,783.58	30,461,383
2018	29,506,801	536,765	104,112	134,783.58	30,282,461
2019	29,506,801	357,843	104,112	134,783.58	30,103,540
2020	29,506,801	178,922	104,112	134,783.58	29,924,618
total	147,534,004 ± 17%	2,683,824	520,561	673,918	151,412,307 ± 17%
	97.4%	1.8%	0.3%	0.4%	100%

Tableau 13 : Émissions nettes dues à la dégradation forestière dans la période 2015-2020.

Dégradation forestière	
Année	Biomasse + DOM (tCO ₂)
2016	2,080,931
2017	2,080,931
2018	2,080,931
2019	2,080,931
2020	2,080,931
Total	10,404,657 ± 46%

Tableau 14 : Émissions nettes dues à la déforestation et à la dégradation forestière dans la période 2015-2020.

Déforestation + Dégradation forestière					
Année	Biomasse + DOM (tCO ₂)	Sols minéraux (tCO ₂)	Combustion de la biomasse - CH ₄ (tCO ₂ eq)	Combustion de la biomasse - N ₂ O (tCO ₂ eq.)	Total (tCO ₂ eq.)
2016	31,587,732	894,608	104,112	134,784	32,721,236
2017	31,587,732	715,687	104,112	134,784	32,542,315
2018	31,587,732	536,765	104,112	134,784	32,363,393
2019	31,587,732	357,843	104,112	134,784	32,184,471
2020	31,587,732	178,922	104,112	134,784	32,005,550
total	157,938,661	2,683,824	520,561	673,918	161,816,964
	97.6%	1.7%	0.3%	0.4%	100%

7.2. NRF

Le niveau de NRF/NERF associé à la séquestration de CO₂ due au renforcement du stock de carbone forestier a été estimé à 350,986 t CO₂ /an (Tableau 15).

Tableau 15 : Séquestration annuelle moyenne de CO₂ due au renforcement de stock de carbone.

Renforcement des stocks de carbone forestier			
Année	Séquestration annuelle (t CO2 eq.)	Incertitude [%]	Incertitude [tCO2eq/an]
2016	-584,977	66	-384,507
2017	-467,982	66	-307,605
2018	-350,986	66	-230,704
2019	-233,991	66	-153,803
2020	-116,995	66	-76,901
Total	-1,754,931	32	-570,316
NRF (t CO2 /an)	-350,986	32	-114,063

7.3. Évaluation des incertitudes

Une analyse d'incertitude devrait être considérée, avant tout, comme un instrument permettant de hiérarchiser les efforts nationaux visant à réduire l'incertitude liées aux inventaires de gaz à effet de serre à l'avenir, que ce soit dans le contexte REDD ou autre, et à guider les décisions sur le choix méthodologique.

Conformément aux lignes directrices du GIEC (2006), les incertitudes doivent être évaluées en trois étapes : (i) incertitudes des données d'activité, (ii) incertitudes des facteurs d'émission et autres paramètres, et enfin (iii) combinaison des incertitudes précédentes, dans le cas de la Côte d'Ivoire, par l'approche de propagation simple des erreurs. Les incertitudes des données d'activités, des facteurs d'émission et des émissions ont été présentées dans les sections relatives à chaque résultat. Les incertitudes des émissions des gaz non-CO₂ et des sols n'ont pas été considérées en vue de l'insignifiance de ses contributions au NERF.

Les incertitudes des données d'activité ont été obtenues en tant que des intervalles de confiance associées aux superficies une fois que la méthodologie adoptée est basée sur un plan d'échantillonnage probabiliste (Equation 12). Par ailleurs, la possibilité de génération des intervalles de confiance est justement une des grands avantages de cette approche si comparée à l'approche de comptage des pixels directement à partir des cartes de changement d'usage des terres.

L'incertitude des facteurs d'émissions a été obtenue avec l'application de l'équation 6 et l'équation 8, une fois des multiplications diverses des paramètres est nécessaires quand on part d'un stock de biomasse (t ms /ha) pour arriver aux quantités de gaz émises (t CO₂/ha). En ce qui concerne l'incertitude des stocks de biomasse, principale source des incertitudes des facteurs d'émission forestiers, le plan d'échantillonnage utilisé (voir Section 8.2.1) a permis l'obtention des valeurs moyennes représentatives de chaque zone phytogéographique, ainsi que les mesures d'incertitudes associées (voir Annexe 4).

7.4. Circonstances nationales

Les choix politiques d'un développement basé sur l'agriculture et l'exploitation des ressources naturelles ont conduit la Côte d'Ivoire vers des taux élevés de déforestation et de dégradation des forêts. Les données historiques font état de taux annuels de perte de surfaces forestières d'environ 3,04 % entre 1986-2000 et de 2,66% entre 2000 et 2015 avec des émissions estimées à plus 41 000 000 teqCO₂ sur la même période correspondant au précédent NRF/NERF (SEP-REDD+ et FAO, 2017). Ce rythme trop élevé de la déforestation ne permet pas d'envisager un ajustement au présent niveau de référence.

Le processus REDD+ de la Côte d'Ivoire a connu une avancée remarquable, car soutenu par un engagement politique au plus haut niveau de l'État. Cet engagement politique se démontre par :

- La prise en Conseil des Ministres du 24 Octobre 2012 d'un Décret portant création d'une Commission Nationale REDD+ (décret n° 2012-1049 du 24 Octobre 2012) ;
- La mise en place d'un Secrétariat Exécutif Permanent (SEP-REDD+), chargé de gérer la planification, la mobilisation des ressources financières et l'accompagnement technique du mécanisme REDD+ au niveau national ;
- La mise en place du Comité Technique National FLEGT (CTN-FLEGT) qui gère le processus d'application de la législation forestière, la gouvernance et les échanges commerciaux du bois (FLEGT) ;
- La création d'une plateforme conjointe FLEGT/REDD+ regroupant des organisations de la société civile dénommée Observatoire Ivoirien pour la Gestion Durable des Ressources Naturelles ;
- L'engagement du gouvernement ivoirien à promouvoir une cacaoculture « Zéro déforestation », afin d'éviter l'interdiction des exportations des produits de la Côte d'Ivoire vers les pays de l'Union européenne
- L'adoption d'un nouveau code forestier en 2019.
- La mise en place d'une stratégie nationale, de préservation, de réhabilitation et d'extension des forêts,
- L'ensemble des acquis du mécanisme REDD+ en Côte d'Ivoire (stratégie nationale REDD+, système d'information sur les sauvegardes, le NRF/NERF et le système MRV).

Tous ces acquis ont permis au pays d'avoir de bonnes performances dans l'atteinte des indicateurs dans le processus REDD+. Cela a favorisé la mise en œuvre des projets REDD+ dans la phase d'investissement qui aboutiront à des paiements basés sur les résultats, comme le montre la signature de contrats d'achat pour un volume de 10 millions de tonnes CO₂ équivalent de réduction d'émissions entre la Côte d'Ivoire et le Fonds Carbone de la Banque mondiale.

8. Transparence, complétude, cohérence et exactitude des informations utilisées dans l'élaboration du niveau d'émission de référence des forêts

8.1. L'acquisition des données d'activités

La Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) stipule que pour une présentation adéquate du Cadre National de Rapportage des Émissions (NERF), il est essentiel

d'utiliser des données historiques. Ces données sont cruciales pour représenter avec précision les émissions de gaz à effet de serre et les activités associées dans un pays. Pour le NERF, la période de référence allant de 2015 à 2020 a été sélectionnée.

Pour évaluer les changements d'occupation des terres, surtout en ce qui concerne les terres forestières, durant cette période, une méthode adoptée a été l'estimation de la superficie par échantillonnage. Cette approche est résumée en quatre étapes :

- Définition du plan d'échantillonnage (sample design)
- Définition du système réponses (response design)
- Collecte des données de référence (data collection)
- Analyse des données (data analysis)

Chaque étape est détaillée ci-dessous. Pour soutenir ces efforts, les outils [Openforis](https://openforis.org/)⁹, développés par la FAO, ont été utilisés : Collect Earth Online, SEPAL. La méthodologie eSBAE (Figure 6), adoptée pour estimations des superficies, a été également développée par la FAO à travers des notebooks jupyter en python. Les notebooks originaux ont été adaptés pour la Côte d'Ivoire et sont disponibles dans la page GitHub¹⁰ du SEP-REDD pour permettre la reproduction des résultats ici présentés.

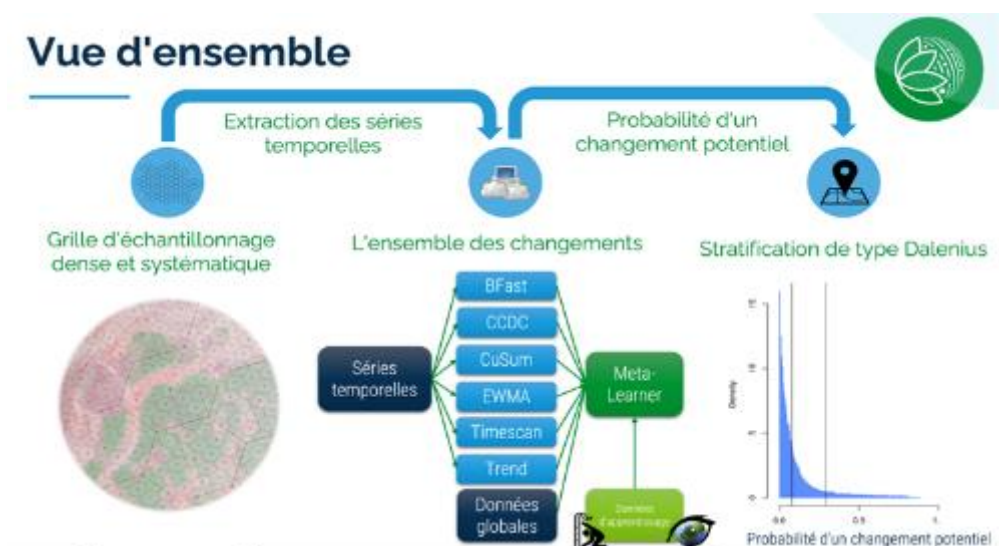


Figure 6 : Approche méthodologique utiliser pour le NERF

Cette mise à jour du NERF intègre les données d'activités issues du projet REDD+ infranational ERP (Projet de réduction des émissions autour du Parc National de Taï) et les données d'activités Non ERP.

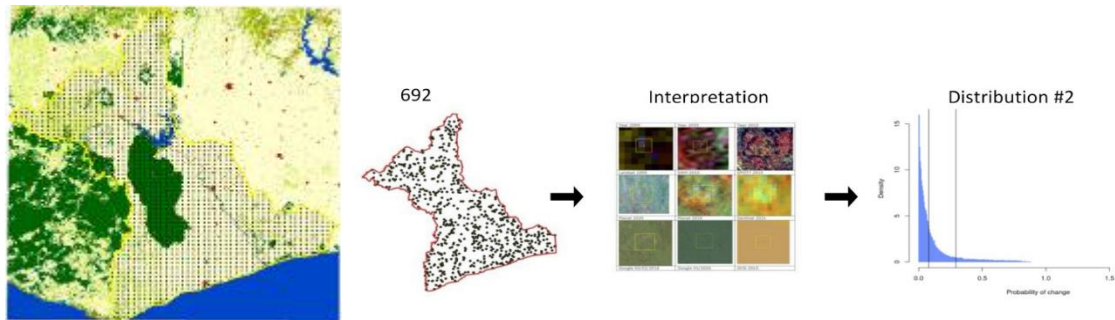
ERP EMISSIONS REDUCTION PROGRAM (ERP) FOR TAÏ NATIONAL PARK

L'objectif de l'ERP est de mettre en œuvre un modèle de développement vert au niveau juridictionnel (dans le cas d'espèce il s'agit des 5 régions au sud-ouest du pays) qui offre des alternatives et des incitations basées sur le paiement afin de lutter contre le changement climatique, de diversifier les revenus des agriculteurs, de créer une production de cacao sans

⁹ <https://openforis.org/>

¹⁰ https://github.com/sepredd/esbae_civ

déforestation, de protéger les ressources naturelles, de récupérer la couverture forestière et de préserver la biodiversité.



Dans le cadre de du projet ERP, la méthodologie eSBAE est utilisée pour le monitoring des superficies forestières. L'approche adoptée pour l'acquisition des données au niveau du Rapportage des Émissions (NERF) à l'échelle nationale s'aligne sur les méthodes utilisées dans le projet ERP. Les 4000 points validés dans la région de l'ERP ont été ajoutés à la base des données nationale pour calibration du modèle de probabilité de changement à l'échelle nationale.

Toutes les informations concernant l'ERP sont disponibles ici :

<https://www.forestcarbonpartnership.org/country/cote-divoire>

8.1.1. Définition du plan d'échantillonnage

a. Définition de la grille nationale

L'approche eSBAE préconise la définition d'une grille systématique de points optimale. Pour déterminer la taille globale de l'échantillonnage, il est nécessaire de disposer d'informations a priori sur la dynamique de l'occupation du sol. Cette information devrait être au moins un ordre de grandeur approximatif des zones de couverture terrestre attendues, ou même une distribution spatiale de processus similaires antérieurs pour tenir compte de l'auto-corrélation spatiale. Dans un premier temps, il est possible d'appliquer la formule de Cochran (1977) pour déterminer la taille de l'échantillon nécessaire pour une précision donnée.

Equation 9 : formule de Cochran (1977) pour la taille de l'échantillon

$$n \approx \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot (1-p)}{d^2}$$

Où

p = expected feature area expressed as a fraction

Z = percentile from the standard normal distribution (*z* = 1.645 for a 90% confidence interval)

d = the allowable margin of error. This is the maximum half-width of the confidence interval we aim towards in our estimate. It is given as area fraction, not as percentage. It should be the precision level, taken as a confidence interval, required for the feature to measure.

Si un produit spatial wall-to-wall décrivant la dynamique antérieure est disponible, il est possible d'affiner cette estimation en déterminant empiriquement la densité d'échantillonnage nécessaire pour atteindre la précision requise. Ce processus a été mis en œuvre à l'aide d'un notebook développé par la FAO et adapté pour la Côte d'Ivoire, en considérant deux produits spatiaux globaux : ESA-CCI et GFC.

De manière pratique, la méthode a consisté à générer une grille systématique de 1km^2 couvrant l'ensemble de la Côte d'Ivoire, afin de capturer les changements dans les classes stables d'occupation des sols (voir figure ci-dessus). Cette grille est équilibrée spatialement entre les différentes strates, ce qui signifie que les points des différentes classes ont le même poids.

L'interprétation est de type hybride (machine/humaine) pour attribuer les classes d'occupation des sols et identifier les changements. Plusieurs algorithmes de détection de changement sont utilisés, à partir de différentes sources d'images satellites et autres informations spatiales explicites, avec une interprétation visuelle pour les classes de changement.

Le principe de validation croisée est appliqué, nécessitant la formalisation de règles de décision dans un contexte de contrôle et d'assurance qualité.

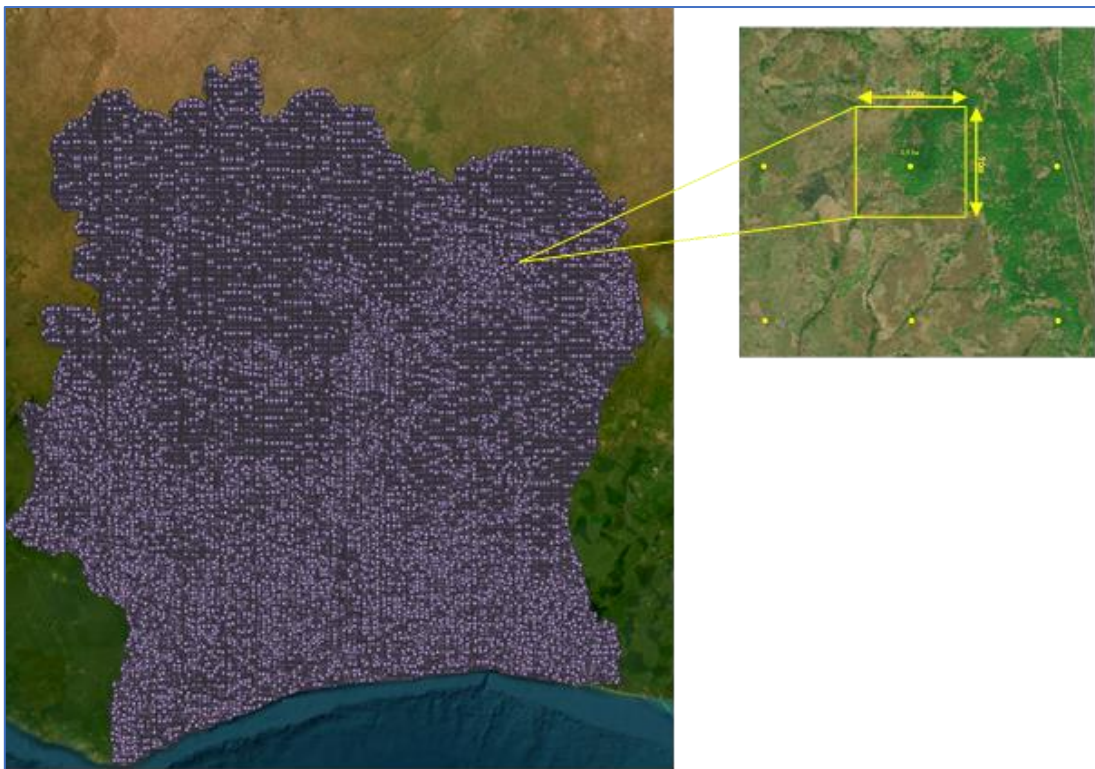


Figure 7 : Grille nationale avec résolution spatiale de 1 km^2 , qui compte avec 325.631 points.

Une fois la grille d'échantillonnage établie, des informations provenant de plusieurs couches globales (GFC, TMF, ESA, DW, ESRI, etc.) ont été extraites pour chaque point, ainsi qu'une série temporelle d'indices de végétation standardisés, provenant de différents capteurs de télédétection (Landsat, Sentinel). Les ruptures dans ces séries d'indices ont été déterminées à l'aide de différents algorithmes (BFAST, CUSUM, CCDC, LandTrendR, ainsi que des descripteurs statistiques standard). Le tableau ci-dessous montre la liste des variables utilisées pour cette approche d'ensemble, à partir du [Notebook 2. Extrait TS](#) d'origine.

Tableau 16 : Liste des variables utilisée pour les DA

Name	Variables	Description	Reference	Link
Grid information	LON', 'LAT', 'PLOTID'	Coordinates and unique identifier of each point	Grid information	https://github.com/sepala-contrib/sbae_point_analysis
SRTM DEM	aspect', 'elevation', 'slope'	Digital elevation model variables	Farr et al. 2007	https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2005RG000183
Dynamic World	dw_class_mode', 'dw_tree_prob__max', 'dw_tree_prob__min', 'dw_tree_prob__stdDev', 'dw_tree_prob__mean'	Dominant Dynamic World land cover class and tree probabilities	Brown et al., 2022	https://www.nature.com/articles/s41597-022-01307-4
ESA LC 2020	esa_lc20'	Global land cover product at 10 m resolution for 2020 based on Sentinel-1 and 2 data	Zanaga et al. 2021	https://worldcover2020.esa.int/
ESRI LC 2020	esri_lc20'	Sentinel-2 10m land cover time series of the world from 2017-2021	Karra, et al. 2021	https://www.arcgis.com/home/item.html?id=d3da5dd386d140cf93fc9ecbf8da5e31
GFC	gfc_gain', 'gfc_loss', 'gfc_lossyear', 'gfc_tc00'	Global Forest Change variables	Hansen et al. 2013	https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest
Canopy height model	lang_tree_height'	Tree height	Lang et al., 2022	https://arxiv.org/abs/2204.08322
Forest canopy height	potapov_tree_height'	Tree height	Potapov et al., 2020	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425720305381
TMF	tmf_20xx' .. 'tmf_20yy', 'tmf_defyear', 'tmf_degyear', 'tmf_main', 'tmf_sub'	Tropical Moist Forest variables, including yearly land cover	Vancutsem et al., 2021	https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abe1603
Landsat Time series	dates', 'ts', 'images', 'mon_images'	Dates, spectral values and total number of USGS Landsat 4 to 9 acquisitions, Level 2, Collection 2, Tier 1	USGS, 2008	https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-collection-2-level-1-data
CCDC	ccdc_change_date', 'ccdc_magnitude'	Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data	Zhu and Woodcock, 2014	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425714000248
LandTrendR	ltr_magnitude', 'ltr_dur', 'ltr_yod', 'ltr_rate', 'ltr_end_year'	Temporal segmentation for forest disturbance and recovery	Kennedy et al., 2010	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425710002245
BFAST	bfast_change_date', 'bfast_magnitude', 'bfast_means'	Near real-time disturbance detection using satellite image time series	Verbesselt et al., 2013	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425712001150?via%3Dihub
CUSUM	cusum_change_date', 'cusum_confidence', 'cusum_magnitude'	Cumulative Sum Test to Detect Land-Cover Changes	Kellndorfer, et al. 2019	https://gis1.servirglobal.net/TraininMaterials/SAR/Ch3-Content.pdf
TS metrics	ts_mean', 'ts_sd', 'ts_min', 'ts_max'	Basic statistical metrics describing the time series	Vollrath, unpublished	https://github.com/sepala-contrib/sbae_point_analysis
Bootstrap	bs_slope_mean', 'bs_slope_sd', 'bs_slope_max', 'bs_slope_min'	Basic statistical metrics describing the trend of the time series	Vollrath, unpublished	https://github.com/sepala-contrib/sbae_point_analysis

b. Sous-échantillonnage par classification non-supervisée (clustering)

Cette étape permet d'injecter toutes les informations de l'ensemble dans un modèle de cluster, qui identifie les points ayant des trajectoires similaires pour les différents produits. Les grappes ont des tailles différentes et correspondent à des regroupements de points homogènes, en distinguant a priori les points de changement des points stables.

Ensuite, un nombre restreint de points d'entraînement dans chacun des *clusters* est sélectionné afin de produire un premier ensemble de points pour l'interprétation visuelle et l'étiquetage de l'état de l'occupation et de l'utilisation des sols et des changements dans la période 2015-2020.

Les 4 000 points déjà interprétés, issus de la zone ERP, ont été ajoutés à d'autres 835 points sélectionnés dans la zone NERP. La collecte de données d'entraînement s'est faite selon le protocole présenté dans la section '**Sampling design**' ci-dessous.

c. **Classification supervisée – obtention des probabilités de changement**

Une fois que l'ensemble de 4835 points a été visuellement interprété, une classification supervisée sur l'ensemble des points de la grille nationale (Notebook 4) a été réalisée. Le résultat est une variable continue qui contient la probabilité de changement pour chaque point de cette grille.

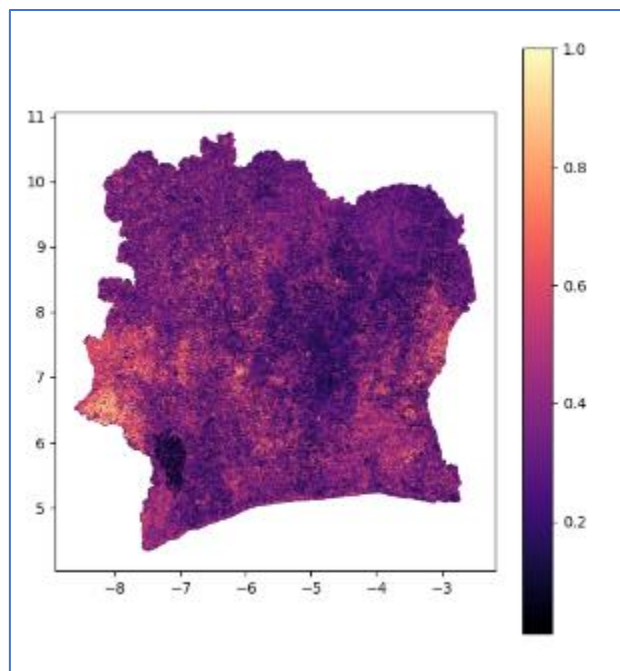


Figure 8 : carte des probabilités de changement

d. **Stratification**

Une fois que tous les points de la grille nationale sont associés à une probabilité de changement, une nouvelle analyse des strates a été réalisée. Comme résultat, trois strates sont générées : faible probabilité de changement, moyenne probabilité de changement et haute probabilité de changement. Ensuite, un nouvel ensemble de 4000 points a été sélectionné pour validation du modèle. L'allocation de Neyman a été utilisée pour répartir les échantillons dans chaque strate. La collecte de données de validation s'est faite selon le protocole présenté dans la section '**Sampling design**' ci-dessous. Au total, 8293 points ont été validés et utilisés dans la génération des statistiques des superficies.

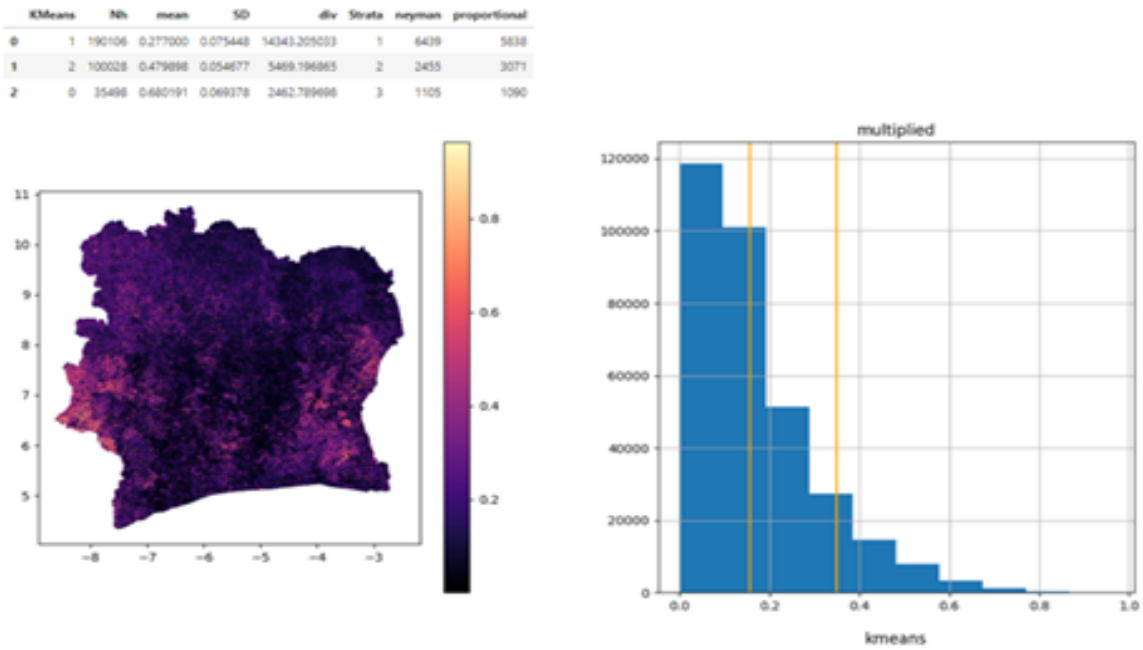


Figure 9 : Approche de collecte des données d'activités en combinant les points validés dans la zone du ERP et dans la zone non-ERP pour composition du jeu des données à l'échelle nationale.

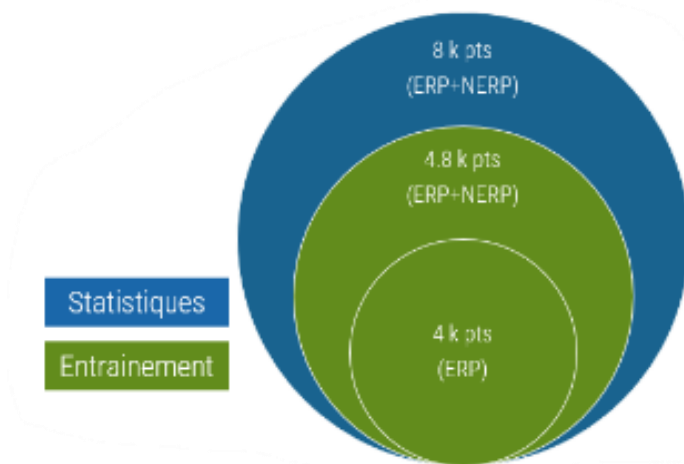


Figure 10 : Processus d'entrainement des points d'échantillonnage

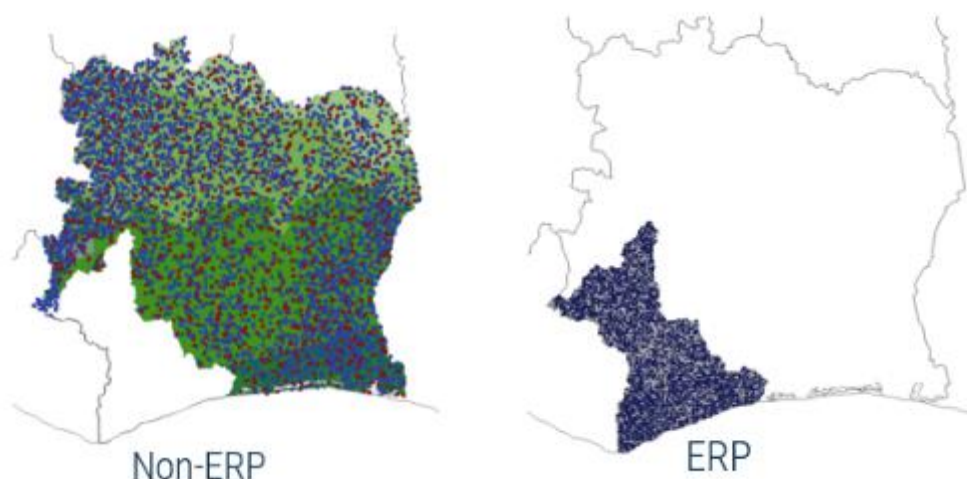


Figure 11 : Répartition des points d'échantillonnage entre ERP et NERP

8.1.2. Définition du système réponse

Lors de la phase de validation des 835 points, deux projets ont été mis en place sur la plateforme Collect Earth Online. Dix experts en photo-interprétation répartis en deux groupes de cinq ont été recrutés, formés par l'équipe MRV du SEP-REDD avec la collaboration des experts de la FAO afin d'harmoniser la compréhension des différentes classes d'occupation et d'utilisation des terres en s'appuyant sur des clés d'interprétation développés à cet effet. De façon opérationnelle, chaque groupe a validé par deux fois les points. Pour le deuxième tour de validation, chaque groupe s'est vu attribuer 3467 nouveaux points de la grille. Après la validation initiale, l'accent a été mis sur les points pour lesquels les évaluations des deux groupes différaient, en particulier au niveau 1 (classes du GIEC) et au niveau 2 (classes nationales). Ces points dont les classifications ne concordaient pas ont ensuite été réinterprétés pour la validation finale.

a. Images satellitaires utilisées

L'analyse des points a été réalisée à travers différents projets Collect Earth Online. Plusieurs sources d'images satellitaires ont été utilisées (*voir le tableau ci-dessous*).

Tableau 17 : Sources des données satellitaires pour la collecte de DA

Titre des couches d'images Satellitaires	Liens
Palm Probability (2020, 2023)	Produced by Google for the Forest Data Partnership
Planet NICFI public	Planet NICFI
Sentinel-1(2015,2016,2017,2018,2019, 2020 – Composite)	European Space Agency (ESA)
Sentinel-2(2015,2016,2017,2018,2019, 2020 – Composite, harmonized)	European Space Agency (ESA)
Slope Composite (2020, 2023)	
Mapbox Satellite (w/ labels)	https://www.mapbox.com/maps/satellite
Open Street Map	https://www.openstreetmap.org/
Google earth	

b. Classes d'intérêt

Dans le cadre des présents travaux, la classification de l'occupation du sol ci-après a été retenue. Elle tient compte des objectifs du projet à savoir l'estimation des superficies des changements d'occupation du sol pour l'estimation des variations de stock de carbone associées. Le tableau ci-dessous indique la répartition des classes et les coordonnées d'exemples d'illustration de chaque sous-classe d'occupation du sol. La classification présentée ici est celle qui est été utilisée pour la réalisation des cartes d'occupation du sol au niveau national de façon générale.

Tableau 18 : Catégorisation des classes d'intérêt pour les données d'activités

N°	Niveau 0	Niveau 1 (NERF)	Niveau 2	Niveau 3	Code	Lat	Lon	Date d'observati on
	Catégorie GIEC			Classes nationales				
1	Terres forestières	Forêt dense	Forêt naturelle sur terre ferme	Forêt dense	FD	5.63857	-6.97202	Déc-14
				Forêt galerie	FG	9.13421	-3.639	Déc-19
				Forêt claire	FC	10.3449	-5.64997	Déc-19
			Forêt naturelle sur sol hydromorphe	Mangrove	FM	5.15453	-3.27259	Janv-20
		Forêt sur sol hydromorphe		FH	5.59633	-6.52122	Déc-15	
		Plantations forestières/ reboisement	Plantations forestières/ reboisement	Plantations forestières/ reboisement	FP	6.50564	-5.44322	Févr-19
		Forêt secondaire	Forêt secondaire	Forêt secondaire	FS	4.8735	-6.60719	Jan-2012
		Agroforêt	Agroforêt	Agroforêt	AG	Donnée GPS de terrain au format vectoriel (shapefile)		
2	Terres cultivées	Cacao	Cacao	Cacao	CC	6.67043	-7.65639	Janv-15
		Culture pérenne	Hévéa	Hévéa	HE	5.95749	-6.52345	Mars-15
			Palmeraie - Cocoteraie	Palmeraie - Cocoteraie	PC	5.24505	-3.04702	Avr-14
		Autres Cultures	Cultures annuelles sur terre ferme	Aménagemen t agricole/Autr e culture/Verge rs	AA	8.52332	-7.26874	Déc-12
				Culture annuelle sur sol hydromorphe Aménagements	Aménagemen ts Agricoles sur sol hydromorphe	CH	6.90684	-6.34928
3	Terres humides	Eau	Plan d'eau	Plan d'eau	PE	6.26959	-7.06675	Mars-19
			Cours et voies d'eau	Cours et voies d'eau	CE	5.59056	-7.37696	Févr-19

N°	Niveau 0	Niveau 1 (NERF)	Niveau 2	Niveau 3	Code	Lat	Lon	Date d'observati on
	Catégorie GIEC			Classes nationales				
			Zones marécageuses	Zones marécageuse s	ZM	5.15456	-2.82144	Janv-16
4	Etablissement humain	Habitat	Habitats humains/ Activités économiques industrielles	Habitats humains/ Activités économiques industrielles	HH	5.42517	-3.99481	Avr-21
			Infrastructures	Infrastructure s	IN	5.37971	-4.13011	Déc-17
5	Terres graminéennes	Terres graminéenne s	Formations arbustives/ Fourrés	Formations arbustives/ Fourrés	FAF	10.1198	5.55691	Déc-19
			Formations herbacées	Formations herbacées	FH	7.88856	-7.57856	Déc-19
6	Autres terres	Autres terres	Affleurements rocheux	Affleurement s rocheux	AR	7.38878	-7.93448	Janv-18
			Sol nu	Sol nu	SN	8.62556	-5.99992	Janv-18

c. Clé d'interprétation

Les clés d'interprétation pour la photo-interprétation des jeux d'échantillonnage sont décrites en [Annexe 5](#)

8.1.3. Collecte des données de référence

La collecte des données a été réalisée pour la période de 2015 à 2020. Les bonnes pratiques pour la collecte des données de référence ont été adoptées (Olofsson et al., 2014), notamment l'analyse de chaque point a été réalisée par deux interprètes avec suivi d'un interprète senior (expert de la cellule MRV).

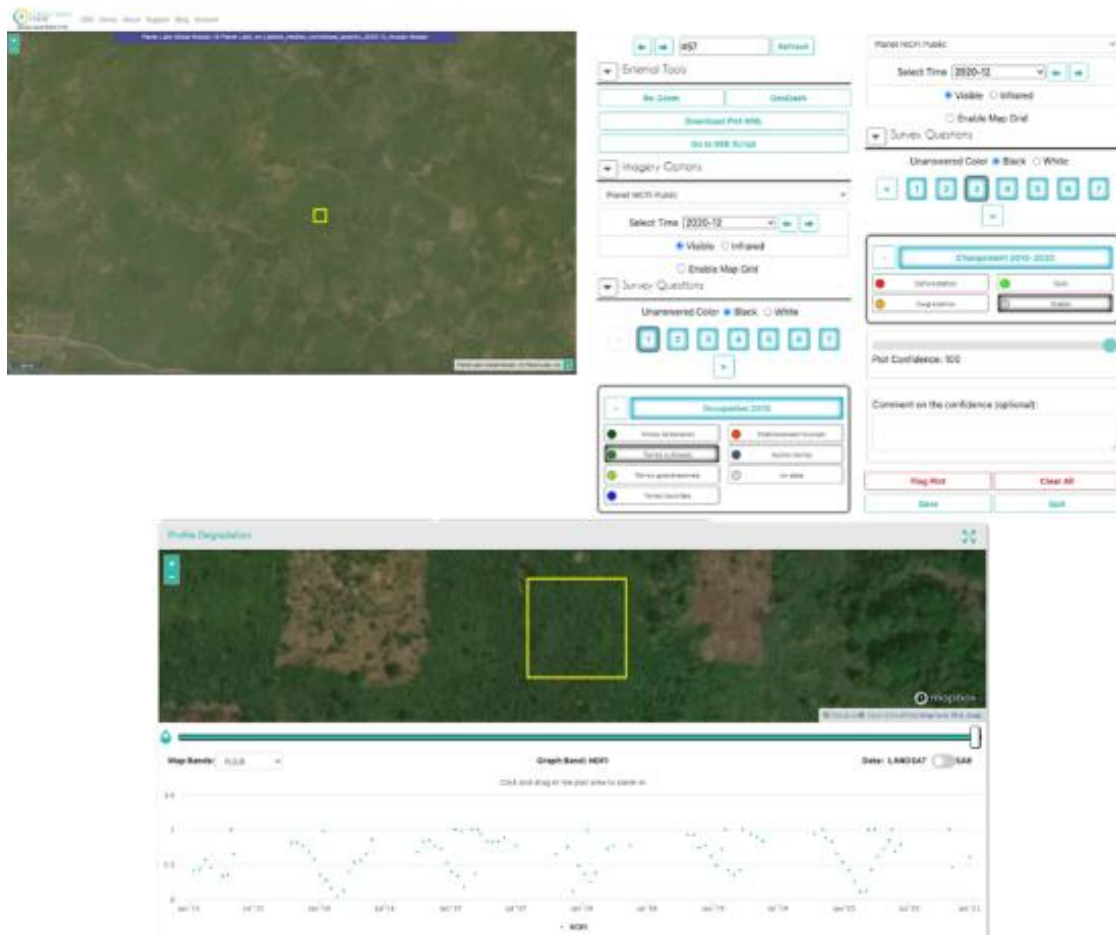


Figure 12 : Aperçu du Projet Collect earth online

8.1.4. Analyse des données

Au total, **8 293 points** composant la base de données utilisée pour l'estimation des superficies par catégorie ont été évalués par interprétation visuelle. Les changements identifiés entre les classes d'occupation du sol en 2015 et 2020 ont été regroupés dans les catégories suivantes : déforestation (Def), dégradation forestière (Deg), gain (RSCF), forêt dégradée stable (SDegF), forêt stable (FS) et non-forêt stable (SNF). Le nombre d'échantillons par classe est présenté ci-dessous :

Tableau 19 : Répartition du jeu d'échantillonnage par transitions d'occupations des sols

Catégorie	Nombre de points	Pourcentage
Déforestation (Def)	225	2.7%
Dégradation forestière (Deg)	21	0.3%
Gain (RSCF)	21	0.3%
Forêt dégradée stable (SDegF)	595	7.2%
Forêt stable (SF)	712	8.6%
Non-forêt stable (SNF)	6719	81.0%
Total	8293	

Tableau 20 : Répartition du jeu d'échantillonnage par classes de probabilités et par transitions d'occupation des sols

Strates et classes	Nombre de points	Pourcentage
0 Probabilité de changement élevée	2522	30%
Def	71	1%
Deg	14	0%
Gain	3	0%
SDegF	215	3%
SF	378	5%
SNF	1841	22%
1 Probabilité de changement moyenne	2838	34%
Def	69	1%
Deg	5	0%
Gain	11	0%
SDegF	261	3%
SF	127	2%
SNF	2365	29%
2 Probabilité de changement baisse	2933	35%
Def	85	1%
Deg	2	0%
Gain	7	0%
SDegF	119	1%
SF	207	2%
SNF	2513	30%
Total	8293	

Une fois la base de données de référence validée, les superficies sont simplement calculées à l'aide de règles de proportionnalité au sein des strates, en supposant l'indépendance de la variable de changement entre les strates.

Le concept prévoit le calcul de la proportion de chaque classe de changement et de la stabilité des données interprétées visuellement dans chaque strate sur la base de la zone échantillonnée. Cette proportion est ensuite appliquée à l'ensemble de la population de chaque strate, ce qui donne les estimations du pays. Le calcul des intervalles de confiance est également effectué par strate.

Pour l'estimation des superficies des Activités (A_a) la formule ci-dessous est appliquée

Equation 10 : estimation des superficies des données d'activités

$$A_a = \sum_{s=1,3} \frac{n_{a,s}}{n_s} \times A_s$$

Pour l'estimation des superficies de chaque strate (A_s) la formule ci-dessous est appliquée

Equation 11 : estimation des superficies pour les strates des données d'activités

$$A_s = \frac{N_s}{N} \times A_T$$

L'intervalle de confiance pour les activités a est obtenu à partir de

Equation 12 : estimation des intervalles de confiances des données d'activités par strate

$$CI_a = z \times \sqrt{\sum_{s=1,3} \left(\sqrt{\frac{\text{var}(n_{a,s})}{n_s}} \times A_s \right)^2}$$

Où:

N : nombre de points de la grille nationale/population

n : nombre de points interprétés

z : z-score

s : strate de probabilité de changement

a : activité (e.g déforestation)

La population ('N') a été réduite à la zone NERP avant génération des statistiques des données d'activité pour cette même zone. Les superficies pour la zone ERP sont celles obtenues dans le cadre du projet ERP.

8.2. L'acquisition des facteurs d'émission – biomasse et DOM

Les données utilisées dans ce document sont du niveau Tier 2 (données spécifiques au pays) et proviennent de l'inventaire de biomasse nationale de 2017 pour les forêts (spécifiquement forêt dense et forêt secondaire).

Ce sont en tout, 150 unités d'échantillonnages disposant chacune de 4 placeaux, soit un total de 600 placeaux. Les unités d'échantillonnage ont été réparties comme suit :

- 60 unités pour la zone ombrophile ;
- 44 unités dans la zone mésophile ;
- 15 unités pour la zone sub-soudanaise ;
- 31 unités pour la zone soudanaise.

La biomasse des strates forestières avant conversion a donc été obtenue selon une approche en 3 phases : (i) l'élaboration du plan d'échantillonnage, (ii) la collecte de données sur le terrain et (iii) l'estimation de la biomasse.

8.2.1. Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage adopté pour la collecte de données de la biomasse forestière en Côte d'Ivoire est aléatoire stratifié et s'est appuyé sur le zonage phytogéographique du pays (ombrophile, mésophile, préforestier et soudanais).

Cette technique d'échantillonnage présente plusieurs avantages dont (i) l'élimination de toute subjectivité dans le choix des unités d'échantillonnage à mesurer, (ii) le calcul de paramètres par strates et de l'erreur d'échantillonnage distinctes pour certaines strates et (iii) la réduction de la variabilité d'un paramètre d'une strate donnée.

Les unités d'échantillonnage sont des grappes de 500 m x 500 m composées de quatre placeaux d'observation rectangulaire de 25 m x 200 m. Chaque UE couvre ainsi une superficie de 25 hectares. Les coordonnées du centre de ces unités correspondent à celles des points du plan de sondage. Une fois le centre de l'UE repéré et implanté, les quatre placeaux sont installés à l'intérieur de l'UE et disposés en croix. Ils sont situés chacun à 50 m du centre de l'UE et sont numérotés de 1 à 4 dans le sens des aiguilles d'une montre.

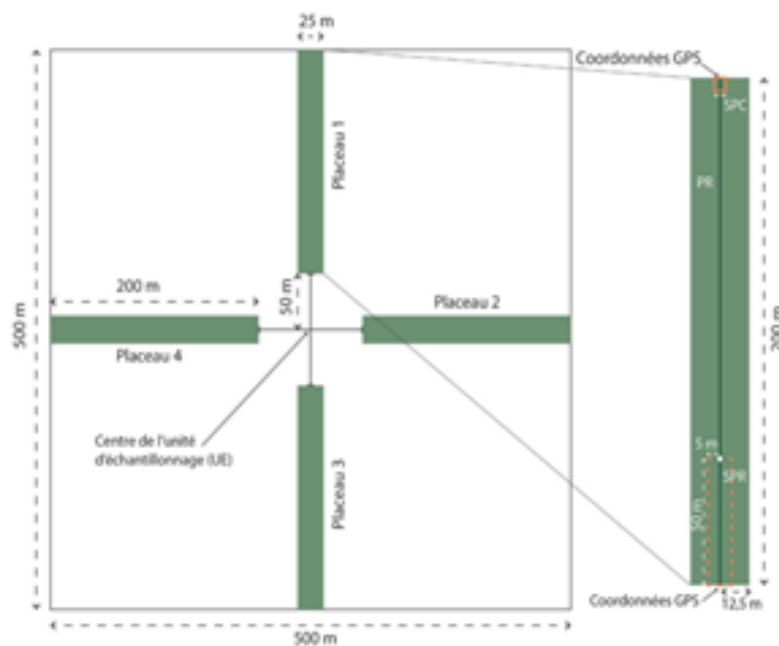


Figure 13: Unité d'échantillonnage

8.2.2. Collecte de données

Un dispositif de collecte à trois niveaux est implanté à l'intérieur de chaque UE, correspondant à trois niveaux différents de relevés :

- le niveau 1 est constitué de quatre placeaux rectangulaires de 25 m x 200 m chacun destinés aux mesures des arbres de DHP ≥ 10 cm, sur pied, le bois mort debout, le bois mort couché sur le layon principal (axe du placeau) ;

- le niveau 2 est constitué d'un sous-placeau rectangulaire de 10 m x 50 m chacun situé à l'intérieur de chaque placeau rectangulaire. Il est destiné aux mesures des arbres de petits diamètres ($5 \text{ cm} \leq \text{DHP} < 10 \text{ cm}$) ;
- le niveau 3 est constitué d'un sous-placeau carré de 5 m x 5 m dans chaque placeau et destiné à l'évaluation de la biodiversité (dénombrement des individus des espèces ligneuses de $\text{DHP} < 5 \text{ cm}$ et hauteur $\geq 1,30 \text{ m}$).

Pour les niveaux 1 et 2, les mesures ont porté sur la hauteur, le diamètre à hauteur de poitrine (DHP = 1,30 m) et les observations sur l'état sanitaire de l'arbre. Le diamètre des bois morts couchés a été mesuré sur les 200 m du layon principal du placeau (niveau 1). Pour le niveau 3, les observations ont porté sur la présence ou l'absence d'espèces ligneuses dont la hauteur totale est supérieure ou égal à 1,30 m et le diamètre inférieur à 5 cm.

Les détails de la méthode de collecte peuvent être consultés à partir de ce [lien](#)¹¹.

Estimation de la biomasse aérienne (AGB) au niveau de l'échantillon

L'équation allométrique pantropicale développée par Chave et al. (2014) a été utilisée pour convertir les mesures de terrain en estimations de la biomasse aérienne (AGB) car elle est jugée plus robuste ($s= 0,357$; Akaike Information Criterion (AIC)=3130 et $df = 4002$), récente et couvre un large éventail de types de végétation, pour un total de 4 004 arbres dont le diamètre du tronc varie de 5 cm à 212 cm, et inclut les données d'autres équations pantropicales dont l'équation de Brown (1997), l'équation de Chave (2005) et celle de Fayolle (2013).

Le modèle 4 de l'équation de Chave et al. (2014) a été utilisé pour les estimations de la biomasse. Il se base sur le diamètre à hauteur de poitrine (DHP), la hauteur de l'arbre et la densité basique du bois. L'expression mathématique de cette équation allométrique est la suivante :

Equation 13 : équation allométrique de Chave (2014) pour l'estimation de la biomasse aérienne

$$\text{AGB} = 0.0673 \times (r \text{ DHP}^2 \text{ H})^{0.976}$$

Où

AGB est la biomasse aérienne estimée en Kg;

D est le diamètre à hauteur de poitrine en cm;

H est la hauteur totale de l'arbre (m); wh

r est la densité spécifique du bois (g.cm^{-3})

Les résultats sont présentés dans les tableaux de la section des facteurs d'émission (Section 6.6)

8.3. Assurance qualité et contrôle qualité (AQ/CQ)

Divers processus et systèmes sont mis en place pour garantir l'exactitude des données et des informations produites par le système MRV :

- La mise en œuvre de processus QA/QC dans tous les processus de production de données ;

¹¹ <https://www.fao.org/3/i8019f/i8019f.pdf>

- L'élaboration de procédures opérationnelles standard (SOP) pour la collecte, le traitement, l'archivage et la gestion des données. Ils sont décrits en détail dans les paragraphes suivants ;
- Renforcement des capacités des organisations nationales dans la mise en œuvre de procédures standards pour produire des données et informations dans leur domaine.

Cela offre l'avantage de disposer de données plus ou moins cohérentes entre elles et qui, même produites à des échelles plus petites, peuvent être agrégées entre elles.

L'équipe MRV de Côte d'Ivoire a reçu le soutien technique d'experts de la Banque mondiale, de la FAO et de l'Institut Géographique National France International (IGN-FI).

8.3.1. Cas des données d'inventaire forestier.

Un manuel de collecte de données sur le terrain a été élaboré pour servir de guide. Ce manuel est disponible [ici](#). Par la suite, une formation des équipes de collecte de données a été réalisée en vue de renforcer leurs compétences. Une phase pilote de collecte de données a permis aux équipes de comprendre le processus de collecte ; Sur le terrain, la collecte des données s'est faite sous 2 formats, papier (fiche de terrain) et numérique (tablettes sur lesquelles l'outil Collect¹² a été installé). La vérification de la conformité des données recueillies sur les fiches de terrain et les tablettes ont permis d'apporter des corrections si nécessaires à travers la mise en place d'équipes mixtes (SEPREDD+, universités et centres de recherche, et organismes de la société civile) pour des missions de contrôle et de vérification des données inventoriées sur le terrain.

8.3.2. En termes de données d'activité :

Quatre documents de procédures opérationnelles standard (SOP) ont été établis. Ils sont décrits en détail et accessibles aux liens suivants :

- [SOP1](#)¹³: Conception du plan d'échantillonnage. Ce document décrit un plan d'échantillonnage probabiliste à référence spatiale et une répartition géographique équilibrée pour estimer l'utilisation et le changement des terres.
- [SOP2](#)¹⁴: Système de Réponse. Cette procédure décrit comment attribuer des étiquettes (catégorie d'occupation ou d'utilisation du sol) à une unité d'échantillonnage. Le plan de réponse fournit la meilleure classification disponible des changements pour chaque unité spatiale échantillonnée et contient toutes les informations nécessaires pour reproduire le processus d'étiquetage de l'unité d'échantillonnage. Le plan d'intervention établit une procédure objective que les interprètes peuvent suivre et qui réduit les biais d'interprétation.
- [SOP3](#)¹⁵: Collecte de données de base. Cette SOP explique comment configurer et exécuter la collecte de données pour l'interprétation visuelle des échantillons en utilisant principalement des données de télédétection pour la collecte d'informations sur les échantillons et la gestion de la qualité. Cette collecte s'est également appuyée sur un document de clé d'interprétation mis à la disposition des interprètes, recrutés et formés à cet effet.

¹² Lien outils Openforis collect : <https://openforis.org/tools/collect/>

¹³ <https://1drv.ms/w/s!AjuGNp-WjLPhtk8bciWOGMPSVhic?e=DwxcRh>

¹⁴ <https://1drv.ms/w/s!AjuGNp-WjLPhtIDChBQthIF-XQ-F?e=Roq0wM>

¹⁵ <https://1drv.ms/w/s!AjuGNp-WjLPhtIGTpbg0Wp3R3jZ4?e=EDwGHW>

- [SOP4](#)¹⁶: Système d'analyse. Cette SOP décrit comment les superficies sont estimées et leurs incertitudes grâce à l'utilisation combinée de données de référence et de cartes.

8.4. Cohérence avec l'inventaire des gaz à effet de serre

Il existe une cohérence entre le NERF proposé et les inventaires de gaz à effet de serre pour le secteur AFAT, le rapport biennal actualisé (BUR 1) en ce sens que de façon générale, les méthodologies utilisées sont similaires et les données de base sont propres au pays. Les réservoirs de biomasse aérienne, biomasse souterraine, bois mort et litière ont été pris en compte. Seulement que le carbone organique du sol a été intégré dans ce présent NERF, ce qui n'était pas le cas dans le NERF précédent (2017), le BUR 2 (2023) et autres IGES. Ceci représente une nouveauté dans cette soumission.

Le présent NERF utilise la définition de la forêt du code forestier qui est la même que celle de la stratégie nationale REDD+ et qui est considérée dans les autres documents nationaux.

8.5. Activités, réservoirs et gaz non inclus

En termes d'activités REDD+, deux des 5 activités n'ont pas été considérées : la conservation et la gestion durable des forêts. En termes de réservoirs, seulement le Harvested Wood Products / Produits en Bois Récolté (HWP) n'a pas été considéré. Tous les gaz ont en revanche été considérés.

La Côte d'Ivoire considère que la portée du NERF présentée englobe les activités, les gaz et les réservoirs les plus significatifs liés aux flux de gaz à effet de serre d'origine anthropique. Il prend surtout en compte les émissions de CO₂, associées à la biomasse, issues de la déforestation.

8.6. Améliorations apportées

Tableau 21: points d'amélioration dans ce NERF/NRF

Domaines d'améliorations techniques identifiés dans l'analyse du NERF précédent :	Améliorations apportées dans le présent NERF
(a) Include the annual decrease in biomass carbon stocks due to losses following conversion of forest land to perennial cropland in the construction of the FREL (see para. 21 above); <i>Inclure la diminution annuelle des stocks de carbone de la biomasse due aux pertes consécutives à la conversion de terres forestières en terres cultivées pérennes dans la construction du FREL (voir le paragraphe 21 ci-dessus) ;</i>	La présente soumission prend en compte les estimations des émissions nettes.
(b) Improve the BCEF for <i>Tectona grandis</i> using data from literature available on West Africa and include other plantation types in the estimation for enhancement of forest carbon stocks (see para. 22 above); <i>Améliorer le BCEF pour Tectona grandis en utilisant les données de la littérature disponible sur l'Afrique de l'Ouest et inclure d'autres types de plantations dans l'estimation pour</i>	Étant donné que le reboisement considéré dans le présent NRF/NERF est lié à la régénération des forêts naturelles, selon l'analyse des points interprétés, cet axe d'amélioration n'est pas pertinent.

¹⁶ https://1drv.ms/w/s!AjuGNp-WjLPhtIKzf4lDhB_tYjG6?e=KWhi90

Domaines d'améliorations techniques identifiés dans l'analyse du NERF précédent :	Améliorations apportées dans le présent NERF
<i>l'amélioration des stocks de carbone forestier (voir paragraphe 22 ci-dessus) ;</i>	
(c) Include the decrease in carbon stocks from <i>Tectona grandis</i> plantations due to wood removals in the calculation of the FREL (see para. 23 above); <i>Inclure la diminution des stocks de carbone des plantations de Tectona grandis due aux récoltes des bois dans le calcul du FREL (voir paragraphe 23 ci-dessus) ;</i>	Étant donné que le reboisement considéré dans le présent NRF/NERF est lié à la régénération des forêts naturelles, selon l'analyse des points interprétés, cet axe d'amélioration n'est pas pertinent.
(d) Increase the sample size for biomass measurement in order to derive emission factors that are more representative for deforestation, in particular for above-ground biomass and deadwood (see para. 24 above); <i>Augmenter la taille de l'échantillon pour la mesure de la biomasse afin d'obtenir des facteurs d'émission plus représentatifs de la déforestation, en particulier pour la biomasse aérienne et le bois mort (voir le paragraphe 24 ci-dessus) ;</i>	Des mesures sont en cours, afin d'obtenir les données du dernier inventaire national (MINEF, 2019). Une fois disponible le NERF pourra être mis à jour avec les facteurs d'émission plus représentatifs de la déforestation.
(e) Include emissions from soils for deforestation, and from soils, litter and deadwood for enhancement of forest carbon stocks (see paras. 29 and 30 above); <i>Inclure les émissions provenant des sols pour la déforestation, et des sols, de la litière et du bois mort pour le renforcement des stocks de carbone forestier (voir les paragraphes 29 et 30 ci-dessus) ;</i>	Les émissions issues de la matière organique du sol, litière et bois mort ont été prises en compte dans la présente soumission.
(f) Include non-CO ₂ gases in the FREL to take into account disturbances such as fires and mineralization of soil organic matter following deforestation (see para. 31 above). <i>Inclure les gaz autres que le CO₂ dans le FREL afin de tenir compte des perturbations telles que les incendies et la minéralisation de la matière organique du sol à la suite de la déforestation (voir le paragraphe 31 ci-dessus).</i>	Le CH ₄ et le N ₂ O issus de la combustion de la biomasse à travers le feu ont été pris en compte dans cette présente soumission.
(g) The AT acknowledges and welcomes the intention expressed by Côte d'Ivoire to include forest degradation and other REDD-plus activities in future FREL submissions. <i>L'AT reconnaît et salue l'intention exprimée par la Côte d'Ivoire d'inclure la dégradation des forêts et d'autres activités REDD-plus dans les futures soumissions FREL.</i>	La dégradation forestière a été prise en compte dans cette présente soumission.

8.7. Améliorations futures : lacunes, contraintes et besoins

Les insuffisances relevées dans cette soumission sont les suivantes :

- Données d'activités désagrégées par sous-catégorie de forêt : Pour cette soumission, seul le niveau 1 (catégorie GIEC) a été considéré pour les données d'activité. Cette insuffisance pourra être améliorée lors de la phase de correction du document.
- Facteur d'émissions : L'utilisation des données de l'IFFN permettra d'avoir une taille de l'échantillon pour la mesure de la biomasse plus importante, et ainsi d'obtenir des facteurs d'émission plus représentatifs des activités prise en compte afin d'avoir des estimations plus nettes.
- Dégradation forestière : il est encore nécessaire d'établir une définition nationale et d'adapter la collecte des données d'activités, par moteur, ainsi que les facteurs d'émission, de façon à permettre une estimation des émissions liquides plus précise.

RÉFÉRENCES

- BNETD. 2016. Analyse quantitative de la déforestation en Côte d'Ivoire sur les périodes 1986-2000-2015. Abidjan, 37 p.
- ETC TERRA. 2016. Analyse qualitative des facteurs de déforestation et de dégradation des forêts en Côte d'Ivoire. Abidjan, 120 p.
- GIEC. 2006. Lignes directrices 2006 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4 : Agriculture, foresterie et autres affectations des terres. Chapitre 3 : représentation cohérente des terres. GIEC, 47p.
- Guillaumet, J. L., & Adjanooun, E. (1971). La végétation de la Côte d'Ivoire. In J. M. Avenard, M. Eldin et al. (Eds.), *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire* (No. 50, pp. 166-262). Paris: Mémoire ORSTOM.
- Olofsson P, Foody G M, Herold M, Stehman S V, Woodcock C E et Wulder M A. 2014. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change Remote Sens. Environ. 148 42–57
- Olofsson, P., Foody, G. M., Stehman, S. V., & Woodcock, C. E. 2013. Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation. *Remote Sensing of Environment*, 129, 122–131.
- ORSTOM et IGT. 1979. Végétation de côte d'ivoire. 1:2000000 : [planche] A6a. (IN) Atlas de Côte d'Ivoire / établie par J.L. Guillaumet. - Paris (FRA), Abidjan (CIV).
- Breiman, L. Random Forests. *Machine Learning* 45, 5–32 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Brown, C.F., Brumby, S.P., Guzder-Williams, B. et al. Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping. *Sci Data* 9, 251 (2022). doi:10.1038/s41597-022-01307-4
- Cochran, W.G., Mosteller, F. and Tukey, J.W., 1954. Principles of sampling. *Journal of the American Statistical Association*, 49(265), pp.13-35.
- DeVries, B.; Verbesselt, J.; Kooistra, L.; Herold, M. 2015. Robust monitoring of small scale forest disturbances in a tropical montane forest using Landsat time series. *Remote Sens. Environ.* 2015, 161, 107–121.
- Dutrieux, L.P.; Verbesselt, J.; Kooistra, L.; Herold, M. 2015. Monitoring forest cover loss using multiple data streams, a case study of a tropical dry forest in Bolivia. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 2015, 107, 112–125.
- Grobler, T. L., E. R. Ackermann, A. J. van Zyl, J. C. Olivier, W. Kleynhans and B. P. Salmon. 2013. "Using Page's Cumulative Sum Test on MODIS Time Series to Detect Land-Cover Changes," in *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 10, no. 2, pp. 332-336, March 2013, doi: 10.1109/LGRS.2012.2205556. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6249728>

Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 342 (15 November): 850-53. [10.1126/science.1244693](https://doi.org/10.1126/science.1244693)

Healey, S.P. et al, 2018. Mapping forest change using stacked generalization. An ensemble approach. *Remote Sensing of Environment* 204. 717-728. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.09.029>

Hidiroglou, M. & Kozak, M. (2017). Stratification of Skewed Populations: A Comparison of Optimisation-based versus Approximate Methods. *International Statistical Review*. 86. [10.1111/insr.12230](https://doi.org/10.1111/insr.12230).

Kellndorfer, J. 2019. Using SAR data for Mapping Deforestation and Forest Degradation. In *The SAR Handbook. Comprehensive Methodologies for Forest Monitoring and Biomass Estimation*; ServirGlobal: Hunstville, AL, USA, 2019; pp. 65–79. https://servirglobal.net/Portals/0/Documents/SARHB_FullRes.pdf

Kennedy, R.E., Yang, Z., Cohen, W.B., 2010. Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 1. LandTrendr — Temporal segmentation algorithms. *Remote Sens. Environ.* 114 (12), 2897–2910.

Kucera, J., P. Barbosa, and P. Strobl, "Cumulative Sum Charts - A Novel Technique for Processing Daily Time Series of MODIS Data for Burnt Area Mapping in Portugal," in *International Workshop on the Analysis of Multi-temporal Remote Sensing Images*, Leuven, August 2007.

Lambert, J., Drenou, C., Denux, J. P., Balent, G., & Cheret, V. 2013. Monitoring forest decline through remote sensing time series analysis. *GIScience & Remote Sensing*, 50(4), 437–457. <https://doi.org/10.1080/15481603.2013.820070>

Lister, Andrew; Scott, Charles T. 2009. Use of space-filling curves to select sample locations in natural resource monitoring studies. *Environmental Monitoring and Assessment*. 149: 71-80. <https://www.fs.usda.gov/research/treearch/13672>

Potapov, P., X. Li, A. Hernandez-Serna, A. Tyukavina, M.C. Hansen, A. Kommareddy, A. Pickens, S. Turubanova, H. Tang, C.E. Silva, J. Armston, R. Dubayah, J. B. Blair, M. Hofton (2020) Mapping and monitoring global forest canopy height through integration of GEDI and Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 112165. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112165>

Olofsson, P.; Foody, G.M.; Stehman, S.V.; Woodcock, C.E. 2013. Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation. *Remote Sens. Environ.* 2013, 129, 122–131. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425712004191>

Olofsson, P, G.M. Foody, M. Herold, S.V. Stehman, C.E. Woodcock, M.A. Wulder. 2014. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change *Remote Sens. Environ.*, 148 (2014), pp. 42-57 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425714000704>

Olofsson, P.; Arévalo, P.; Espejo, A.B.; Green, C.; Lindquist, E.; McRoberts, R.E.; Sanz, M.J. 2020. Mitigating the effects of omission errors on area and area change estimates. *Remote Sens. Environ.* 2020, 236, 111492. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425719305115>

Page, E. 1954. Continuous inspection schemes. *Biometrika*, vol. 41, pp. 241–257, 1954.

Pagliarella, M.C., Corona, P. & Fattorini, L. 2018. Spatially-balanced sampling versus unbalanced stratified sampling for assessing forest change: evidences in favour of spatial balance. *Environ Ecol Stat* 25, 111–123 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10651-017-0378-y>

Ruiz-Ramos, J., A. Marino, C. Boardman, J. Suarez. 2020. Continuous forest monitoring using cumulative sums of sentinel-1 timeseries. *Remote Sens.*, 12 (2020), 10.3390/RS12183061 <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/18/3061/htm>

Sandker M., Carrillo O., Leng C., Lee D., d'Annunzio R., and Fox J. 2021. The Importance of High-Quality Data for REDD+ Monitoring and Reporting. *Forests*, 12, 1, 99. <https://www.mdpi.com/1999-4907/12/1/99>

Tewkesbury, A.P.; Comber, A.J.; Tate, N.J.; Lamb, A.; Fisher, P.F. 2015. A critical synthesis of remotely sensed optical image change detection techniques. *Remote Sens. Environ.* 2015, 160, 1–14. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425715000152>

Verbesselt, J., Hyndman, R., Newnham, G., Culvenor, D., 2010a. Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series. *Remote Sens. Environ.* 114 (1), 106–115. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003442570900265X>

Verbesselt, J., Hyndman, R., Zeileis, A., Culvenor, D., 2010b. Phenological change detection while accounting for abrupt and gradual trends in satellite image time series. *Remote Sens. Environ.* 114 (12), 2970–2980. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425710002336>

Verbesselt, J., Zeileis, A., & Herold, M. (2013). Near real-time disturbance detection using satellite image time series, *Remote Sensing of Environment*. DOI: 10.1016/j.rse.2012.02.022.

Zhu, Z., Woodcock, C.E., 2014b. Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data. *Remote Sensing of Environment* 144, 152–171.

ANNEXES

Annexe 1 : Points d'échantillonnages interprétés pour la collecte des Données d'Activité

Le fichier contenant les données est disponible par le lien ci-dessous :

https://drive.google.com/drive/folders/1-U_0ySPfnyR7azTfOpuXoO5w_6U5d5kO?usp=sharing

Le fichier « **2024.06.12 CIV_NERF1520.xlsx** » comprend plusieurs feuilles dont :

- « dfconcatCEOfull_100624 » : liste des 8295 points d'échantillonnage au niveau national
- « MatriceTransitions » : Matrice de confusion basée sur les 8295 plots

Annexe 2 : Fichier de calculs et d'estimation du NRF/NERF, Facteur d'émissions et autres

Le fichier est disponible par le lien ci-dessous :

https://drive.google.com/drive/folders/1-U_0ySPfnyR7azTfOpuXoO5w_6U5d5kO?usp=sharing

Le fichier « **2024.06.12 CIV_NERF1520.xlsx** » comprend les feuilles de calculs suivantes :

- « FREL-FRL_net » : résultats détaillés sur les calculs des NERF et NRF ;
- « FE » : Les facteurs d'émissions ;
- « DA_300524_ag » : les Données d'Activités
- « CS Biomass&DOM » : Biomasse par classe

Annexe 3 : Données d'Activités détaillées

Zone phytogéographique	ERP/NERP	Catégorie	OS 2015	OS 2020	Superficie [ha]	Incertitude (%)
Ombrophile	NERP	DEF	Forêt secondaire ou dégradée	Aménagement agricole	18,544.6	74
Ombrophile	NERP	DEF	Forêt secondaire ou dégradée	Cacao	20,062.3	68
Mésophile	NERP	DEF	Forêt non-dégradée	Aménagement agricole	36,843.8	73
Mésophile	NERP	DEF	Forêt non-dégradée	Cacao	9,627.0	95
Mésophile	NERP	DEF	Forêt non-dégradée	Fourre	4,335.0	164
Mésophile	NERP	DEF	Forêt secondaire ou dégradée	Aménagement agricole	52,639.0	43
Mésophile	NERP	DEF	Forêt secondaire ou dégradée	Cacao	19,253.9	67
Mésophile	NERP	DEF	Forêt secondaire ou dégradée	Hevea	11,879.1	96
Mésophile	NERP	DEF	Forêt secondaire ou dégradée	Fourre	7,544.0	117
Sub-Soudanais	NERP	DEF	Forêt non-dégradée	Aménagement agricole	19,566.4	73
Sub-Soudanais	NERP	DEF	Forêt non-dégradée	Etablissement humain	4,123.3	164
Sub-Soudanais	NERP	DEF	Forêt secondaire ou dégradée	Aménagement agricole	7,196.5	117
Sub-Soudanais	NERP	DEF	Forêt secondaire ou dégradée	Cacao	3,073.2	163
Sub-Soudanais	NERP	DEF	Forêt secondaire ou dégradée	Autres terres	4,123.3	164
Soudanais	NERP	DEF	Forêt non-dégradée	Aménagement agricole	267,229.6	25
Soudanais	NERP	DEF	Forêt non-dégradée	Anacarde	22,538.1	95
Soudanais	NERP	DEF	Forêt non-dégradée	Terres graminéennes	11,369.8	164
Soudanais	NERP	DEF	Forêt secondaire ou dégradée	Terres graminéennes	4,023.3	164
Mésophile	ERP	DEF	Agroforêt	Cacao	7,430.8	81
Mésophile	ERP	DEF	Agroforêt	Terres graminéennes	1,250.2	116
Mésophile	ERP	DEF	Agroforêt	Aménagement agricole	4,375.8	62
Mésophile	ERP	DEF	Agroforêt	Agriculture pérenne	625.1	164
Mésophile	ERP	DEF	Forêt non-dégradée	Cacao	1,128.1	164
Mésophile	ERP	DEF	Forêt non-dégradée	Terres graminéennes	625.1	164
Mésophile	ERP	DEF	Forêt secondaire	Cacao	6,631.9	57
Mésophile	ERP	DEF	Forêt secondaire	Terres graminéennes	4,745.5	103
Mésophile	ERP	DEF	Forêt secondaire	Etablissement humain	625.1	164
Mésophile	ERP	DEF	Forêt secondaire	Aménagement agricole	4,560.6	87

Zone phytogéographique	ERP/NERP	Catégorie	OS 2015	OS 2020	Superficie [ha]	Incertitude (%)
Mésophile	ERP	DEF	Forêt secondaire	Agriculture pérenne	625.1	164
Ombrophile	ERP	DEF	Agroforêt	Cacao	5,237.0	63
Ombrophile	ERP	DEF	Agroforêt	Terres graminéennes	5,474.0	94
Ombrophile	ERP	DEF	Agroforêt	Aménagement agricole	5,171.6	80
Ombrophile	ERP	DEF	Agroforêt	Agriculture pérenne	608.7	164
Ombrophile	ERP	DEF	Forêt non-dégradée	Cacao	2,128.3	164
Ombrophile	ERP	DEF	Forêt non-dégradée	Terres graminéennes	4,865.3	104
Ombrophile	ERP	DEF	Forêt non-dégradée	Aménagement agricole	6,385.0	95
Ombrophile	ERP	DEF	Forêt secondaire	Cacao	19,902.3	40
Ombrophile	ERP	DEF	Forêt secondaire	Terres graminéennes	7,648.5	63
Ombrophile	ERP	DEF	Forêt secondaire	Aménagement agricole	5,497.1	78
Sub-Soudanais	NERP	DEG	Forêt non-dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	12,821.1	164
Soudanais	NERP	DEG	Forêt non-dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	3,121.6	164
Mésophile	ERP	DEG	Forêt non-dégradée	Agroforêt	2,060.2	164
Ombrophile	ERP	DEG	Forêt non-dégradée	Agroforêt	4,256.7	116
Ombrophile	ERP	DEG	Forêt non-dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	17,026.8	58
Mésophile	ERP	DEG	Forêt secondaire ou dégradée	Agroforêt	1,875.3	95
Ombrophile	ERP	DEG	Forêt secondaire ou dégradée	Agroforêt	6,408.1	84
Mésophile	NERP	Gain	Non-forêt	Forêt secondaire ou dégradée	16,294.7	136
Sub-Soudanais	NERP	Gain	Non-forêt	Agroforêt	12,821.1	164
Soudanais	NERP	Gain	Non-forêt	Forêt secondaire ou dégradée	26,762.9	102
Mésophile	ERP	Gain	Non-forêt	Forêt secondaire	1,875.3	95
Mésophile	ERP	Gain	Non-forêt	Plantation/reboisement	2,060.2	164
Ombrophile	ERP	Gain	Non-forêt	Forêt secondaire	1,826.0	95
Ombrophile	ERP	Gain	Non-forêt	Agroforêt	7,950.9	71
Ombrophile	NERP	SDegF	Forêt secondaire ou dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	192,138.0	24
Mésophile	NERP	SDegF	Agroforêt	Agroforêt	34,342.0	52
Mésophile	NERP	SDegF	Forêt secondaire ou dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	424,524.7	18
Sub-Soudanais	NERP	SDegF	Forêt secondaire ou dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	69,871.3	52
Soudanais	NERP	SDegF	Agroforêt	Agroforêt	11,369.8	164

Zone phytogéographique	ERP/NERP	Catégorie	OS 2015	OS 2020	Superficie [ha]	Incertitude (%)
Soudanais	NERP	SDegF	Forêt secondaire ou dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	112,703.9	38
Mésophile	ERP	SDegF	Agroforêt	Agroforêt	105,282.3	18
Mésophile	ERP	SDegF	Forêt secondaire ou dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	33,792.1	35
Ombrophile	ERP	SDegF	Agroforêt	Agroforêt	173,405.4	15
Ombrophile	ERP	SDegF	Forêt secondaire ou dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	103,150.4	19
Ombrophile	NERP	SF	Forêt non-dégradée	Forêt non-dégradée	67,966.1	56
Ombrophile	NERP	SF	Forêt secondaire ou dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	4,256.7	164
Mésophile	NERP	SF	Forêt non-dégradée	Forêt non-dégradée	159,792.4	32
Mésophile	NERP	SF	Forêt secondaire ou dégradée	Forêt secondaire ou dégradée	7,544.0	117
Sub-Soudanais	NERP	SF	Forêt non-dégradée	Forêt non-dégradée	217,719.5	33
Soudanais	NERP	SF	Forêt non-dégradée	Forêt non-dégradée	1,224,841.1	12
Mésophile	ERP	SF	Forêt non-dégradée	Forêt non-dégradée	3,935.5	97
Ombrophile	ERP	SF	Forêt non-dégradée	Forêt non-dégradée	649,958.6	8
Ombrophile	NERP	SNF	Non-forêt	Non-forêt	1,941,932.3	10
Mésophile	NERP	SNF	Non-forêt	Non-forêt	7,725,880.2	5
Sub-Soudanais	NERP	SNF	Non-forêt	Non-forêt	3,427,384.2	9
Soudanais	NERP	SNF	Non-forêt	Non-forêt	11,196,939.8	4
Mésophile	ERP	SNF	Non-forêt	Non-forêt	966,926.6	3
Ombrophile	ERP	SNF	Non-forêt	Non-forêt	2,464,736.2	2
Sub-soudanais	ERP	SNF	Non-forêt	Non-forêt	2447.34375	0
					32,059,515.3	

Annexe 4 : Incertitudes associées aux facteurs d'émission.




Zone Phytogéographique Région	Catégorie de forêt en 2015	Catégorie non- forêt en 2020	Facteur d'émission (brut)		Facteur séquestration		Facteur d'émission (net)		
			EF	Incertitude	EF	Incertitude	EF	Incertitude	
			tCO ₂ /ha		tCO ₂ /ha		tCO ₂ /ha		
Ombrophile	NERP	Forêt secondaire ou dégradée	Amenagement agricole	323.0	11.56	9.5	75.05	313.5	11.44
Ombrophile	NERP	Forêt secondaire ou dégradée	Cacao	323.0	11.56	78.2	10.73	244.8	9.54
Mésophile	NERP	Forêt non-dégradée	Amenagement agricole	358.5	16.79	9.5	75.05	349.0	16.47
Mésophile	NERP	Forêt non-dégradée	Cacao	358.5	16.79	78.2	10.73	280.3	13.92
Mésophile	NERP	Forêt non-dégradée	Fourre	358.5	16.79	68.7	111.21	289.8	22.77
Mésophile	NERP	Forêt secondaire ou dégradée	Amenagement agricole	243.9	14.92	9.5	75.05	234.4	14.64
Mésophile	NERP	Forêt secondaire ou dégradée	Cacao	243.9	14.92	78.2	10.73	165.7	11.60
Mésophile	NERP	Forêt secondaire ou dégradée	Hevea	243.9	14.92	234.7	15.52	9.2	10.76
Mésophile	NERP	Forêt secondaire ou dégradée	Fourre	243.9	14.92	9.5	111.21	234.4	14.96

Zone Phytogéographique Région		Catégorie de forêt en 2015	Catégorie non- forêt en 2020	Facteur d'émission (brut)		Facteur séquestration		Facteur d'émission (net)	
				EF	Incertitude	EF	Incertitude	EF	Incertitude
				tCO ₂ /ha		tCO ₂ /ha		tCO ₂ /ha	
Sub-Soudanais	NERP	Forêt non-degradée	Amenagement agricole	278.7	26.59	9.5	75.05	269.2	25.83
Sub-Soudanais	NERP	Forêt non-degradée	Etablissement humain	278.7	26.59	0.0	0.00	278.7	26.59
Sub-Soudanais	NERP	Forêt secondaire ou degradée	Amenagement agricole	133.1	21.81	9.5	75.05	123.6	20.96
Sub-Soudanais	NERP	Forêt secondaire ou degradée	Cacao	133.1	21.81	78.2	10.73	54.9	14.30
Sub-Soudanais	NERP	Forêt secondaire ou degradée	Autres terres	133.1	21.81	0.0	0.00	133.1	21.81
Soudanais	NERP	Forêt non-degradée	Amenagement agricole	269.6	13.81	9.5	75.05	260.1	13.58
Soudanais	NERP	Forêt non-degradée	Anacarde	269.6	13.81	179.4	12.24	90.2	9.63
Soudanais	NERP	Forêt non-degradée	Terres gramminéennes	269.6	13.81	68.7	111.21	200.9	25.13
Soudanais	NERP	Forêt secondaire ou degradée	Terres gramminéennes	202.4	18.34	68.7	111.21	133.7	31.34
Mesophile	ERP	Agroforêt	Cacao	93.4	8.32	78.2	10.73	15.2	6.66



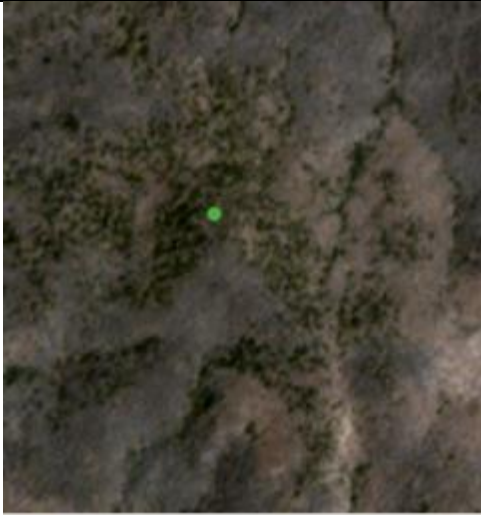
Zone Phytogéographique Région	Catégorie de forêt en 2015	Catégorie non- forêt en 2020	Facteur d'émission (brut)		Facteur séquestration		Facteur d'émission (net)		
			EF	Incertitude	EF	Incertitude	EF	Incertitude	
			tCO2/ha		tCO2/ha		tCO2/ha		
Mesophile	ERP	Agroforêt	Terres gramminéennes	93.4	8.32	68.7	111.21	24.7	47.38
Mesophile	ERP	Agroforêt	Amenagement agricole	93.4	8.32	9.5	75.05	83.9	10.26
Mesophile	ERP	Agroforêt	Agriculture perenne	93.4	8.32	179.4	12.24	-86.0	8.54
Mesophile	ERP	Forêt non-degradée	Cacao	358.5	16.79	78.2	10.73	280.3	13.92
Mesophile	ERP	Forêt non-degradée	Terres gramminéennes	358.5	16.79	68.7	111.21	289.8	22.77
Mesophile	ERP	Forêt secondaire	Cacao	243.9	14.92	78.2	10.73	165.7	11.60
Mesophile	ERP	Forêt secondaire	Terres gramminéennes	243.9	14.92	68.7	111.21	175.2	27.08
Mesophile	ERP	Forêt secondaire	Etablissement humain	243.9	14.92	0.0	0.00	243.9	14.92
Mesophile	ERP	Forêt secondaire	Amenagement agricole	243.9	14.92	9.5	75.05	234.4	14.64
Mesophile	ERP	Forêt secondaire	Agriculture perenne	243.9	14.92	179.4	12.24	64.5	10.04

Zone Phytogéographique Région		Catégorie de forêt en 2015	Catégorie non- forêt en 2020	Facteur d'émission (brut)		Facteur séquestration		Facteur d'émission (net)	
				EF	Incertitude	EF	Incertitude	EF	Incertitude
				tCO ₂ /ha		tCO ₂ /ha		tCO ₂ /ha	
Ombrophile	ERP	Agroforêt	Cacao	93.4	8.32	78.2	10.73	15.2	6.66
Ombrophile	ERP	Agroforêt	Terres gramminéennes	93.4	8.32	68.7	111.21	24.7	47.38
Ombrophile	ERP	Agroforêt	Amenagement agricole	93.4	8.32	9.5	75.05	83.9	10.26
Ombrophile	ERP	Agroforêt	Agriculture perenne	93.4	8.32	179.4	12.24	-86.0	8.54
Ombrophile	ERP	Forêt non-degradée	Cacao	560.3	12.51	78.2	10.73	482.1	11.05
Ombrophile	ERP	Forêt non-degradée	Terres gramminéennes	560.3	12.51	68.7	111.21	491.6	16.48
Ombrophile	ERP	Forêt non-degradée	Amenagement agricole	560.3	12.51	9.5	75.05	550.8	12.36
Ombrophile	ERP	Forêt secondaire	Cacao	323.0	11.56	78.2	10.73	244.8	9.54
Ombrophile	ERP	Forêt secondaire	Terres gramminéennes	323.0	11.56	68.7	111.21	254.3	21.72
Ombrophile	ERP	Forêt secondaire	Amenagement agricole	323.0	11.56	9.5	75.05	313.5	11.44




Annexe 5 : Clés d'interprétation des points d'échantillonnage**Forêt dense**

Définition	Formations naturelles de type primaire, peuplement fermé avec des arbres et arbustes de hauteurs entre 5 et 50 m ; les cimes des arbres sont relativement jointives ; l'ensemble du couvert demeure dense (recouvrement supérieur à 70%)		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • Canopée fermée • Les cimes des arbres sont relativement jointives • Il y a très peu ou pas de vides entre les arbres. • Des ombres de tailles moyennes et grandes sont visibles sur la canopée du fait de variations importantes de hauteurs des arbres. 		
Forme	<ul style="list-style-type: none"> • forme irrégulière 		
Contexte	Ces forêts denses semi-décidues humides à malvacées et ulmacées ou forêts denses humides à légumineuses sempervirentes		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	zoom Google Earth / 2014	Planet, 2021

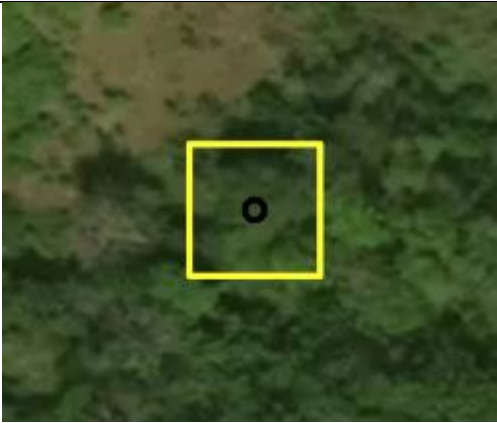


Forêt claire

Définition	Formations naturelles, peuplement ouvert dans le domaine soudanien (nord); Couvert: 30% à 70%; Hauteur: 8 à 15m.		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • Canopée non jointive • l'ensemble du couvert clair 		
Forme	forme irrégulière		
Contexte	Il est appliqué à la formation à deux strates, l'une arborescente à petits arbres de 8 à 15 m, rarement plus hauts, à cimes plus ou moins jointives et aux feuilles relativement petites et dures, l'autre herbacée comportant surtout de hautes Graminées à touffes plus ou moins contiguës, en mélange ou non avec des géophytes ou des suffrutex. Il est caractérisé par un cortège d'espèces ligneuses et herbacées.		
Image haute résolution			
References	Mapbox	zoom Google Earth / 2019	Planet, 2021

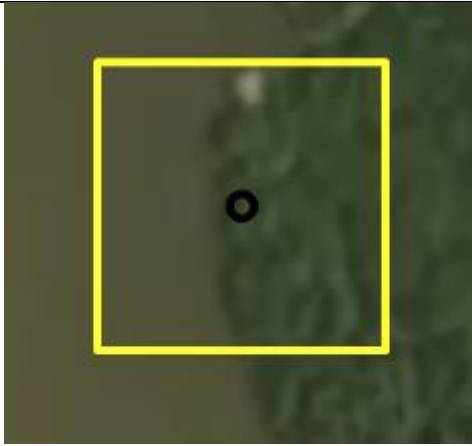

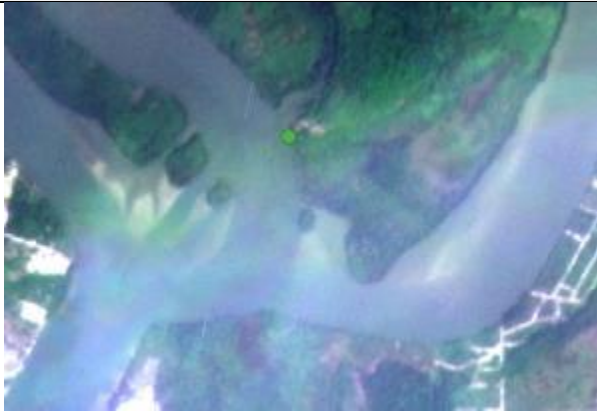
Forêt galerie

Définition	Formation forestière (couverture supérieure à 30%) établie le long des cours d'eau (fleuve, retenue d'eau, rivière), où la présence d'eau est temporaire ou quasi-permanente.		
Description	<p>Les forêts galeries sont liées aux cours d'eau et se trouvent sur leurs berges.</p> <ul style="list-style-type: none"> • une forme longue et étroite longeant les rives d'un cours d'eau • La canopée est dense et jointive • forme irrégulière 		
Forme	canopée dense jointive de forme irrégulière		
Contexte	Elles sont d'autant plus réduites que l'on s'éloigne des forêts denses vers les forêts claires.		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2019	Planet, 2021



Forêt secondaire

Définition	Formation forestière sous influence de la dégradation et recrûs forestiers en régénération, couverture > 30% ; structure constituée de stades successifs de développement de végétation instable ; Structure/composition des espèces différentes / forêts primaires.		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • Présence des trouées. • formations forestières sous influence de la dégradation et recrûs forestiers en régénération, couverture > 30% ; • leur structure est constituée de stades successifs de développement de végétation instable • Structure/composition des espèces différentes / forêts primaires. 		
Forme	hétérogénéité de la canopée		
Contexte	Trait caractéristique de l'ensemble des forêts en Côte d'ivoire à l'exception des grands blocs forestiers		
Image haute résolution			
References	Mapbox	Zoom Google Earth / 2012	Zoom Google Earth / 2018




Mangrove

Définition	Formation monotone bordant le littoral maritime et lagunaire, adaptée à l'immersion temporaire, dans des plages vaseuses couvertes de fougères		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • La forêt peut être inondée en permanence ou temporairement • Les mangroves ou forêts sur sols hydromorphes à gley, salés, issus des alluvions soumises au régime des Marées. • Elle se distingue des forêts galeries par une humidité plus importante, elles sont en effet immergées une partie de l'année 		
Forme	<ul style="list-style-type: none"> • Canopée dense et jointive • forme régulière 		
Contexte	Forêts présentes dans les zones humides. Elles se trouvent sur les rives plates des estuaires. Exemple : San Pedro, Bolo, Sassandra, etc. ou encore dans les zones de lagunes qui sont des étendues d'eau saumâtre : Potou, Ebrié.		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2020	Planet, 2021



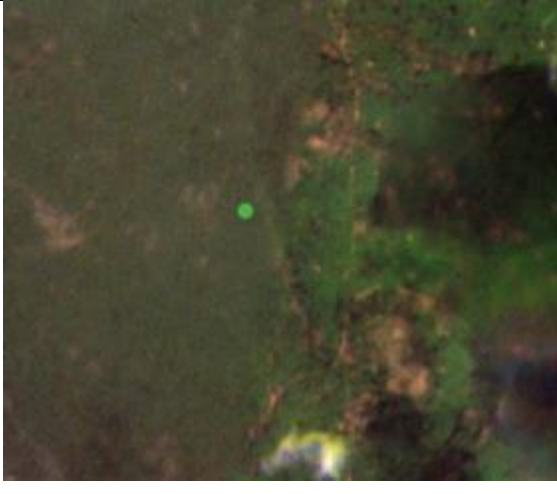
Forêt sur sol hydromorphe

Définition	Formation forestière (couverture supérieure à 30%) établie sur des sols hydromorphes (vallée, estuaire, bas-fonds, marécages), proches des cours d'eau (fleuve, retenue d'eau, rivière), où la présence d'eau est quasi-permanente.		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • Le sol gorgé d'eau. • Elle peut être inondée en permanence. • Elles sont en effet immergées pratiquement toute l'année, 		
Forme	Canopée jointive, très dense et de forme irrégulière		
Contexte	Sol hydromorphe avec une présence d'eau quasi permanente toute l'année		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2015	Planet, 2021




Plantations forestières/ reboisement

Définition	Parcelles plantées de bois ou régénération du milieu ; hauteur des arbres supérieure à 5m et couverture supérieure à 30%.		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • canopée très régulière, non jointive • peuplement homogène monospécifique de structure équiennne généralement composée d'arbres directement plantés.		
Forme	forme régulière caractérisée par un peuplement homogène		
Contexte	Ce sont des forêts non naturelles dont la présence est liée à l'action de l'homme		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2019	Planet, 2021




Cacao

Définition	Cultures de cacao		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • Zones de cultures de cacao. Plantation d'arbre de cacaoyers (<i>Theobroma cacao</i>), • Cacaoyer (4 à 8 m) de haut avec une • Canopée jointive à maturité (50 à 100%) généralement plein soleil avec une faible présence (moins de 20 arbres à l'hectare) d'arbres forestiers d'au moins 5 mètres de hauteur. 		
Forme	forme régulière caractérisée par un peuplement homogène		
Contexte	Plantation mise en place à la suite de défrichements		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2015	Planet, 2021




Hévéa

Définition	Plantations hévéa de 30m de haut ; on distinguera les vieilles plantations des jeunes		
Description	canopée régulière jointive caractérisée par un peuplement homogène		
Forme	forme régulière		
Contexte	Plantation mature d'environ 15 à 20 ans		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2015	Planet, 2021




Palmeraie – Cocoteraie

Définition	Plantations d'espèces de palmiers		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • Espacement régulier • surfaces uniformes 		
Forme	Forme géométrique et régulière		
Contexte	Plantation industrielle de palmier à huile		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2014	Planet, 2021



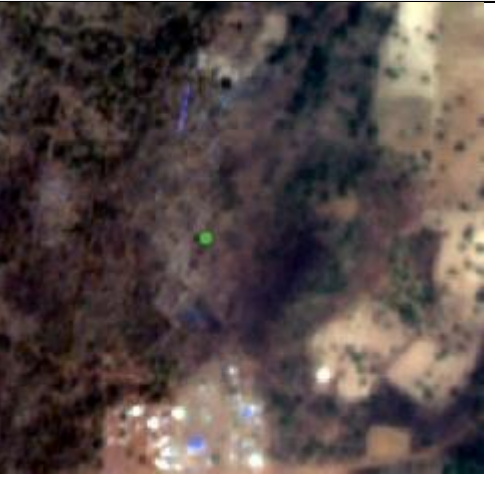
Aménagements agricoles/ Autres cultures/ Vergers

Définition	Zones d'autres terres de cultures y compris les cultures de bas-fonds et les jeunes jachères (riz, igname, maïs, manioc, ananeraie, canne à sucre, coton etc.). NB : parcelles identifiables sur images satellitaires par leur forme géométrique		
Description			
Forme	Forme géométrique		
Contexte	Localisées aux alentours d'habitations humaines		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2012	Planet, 2021




Aménagements agricoles sur sol hydromorphe

Définition	Zones de cultures dans des bas-fonds ou zones inondables		
Description	Culture annuel		
Forme	Régulière, en casier		
Contexte	Localisées aux alentours d'habitations humaines, axes routiers		
Image haute résolution			
References	Mapbox	Zoom Google Earth / 2020	Planet, 2021



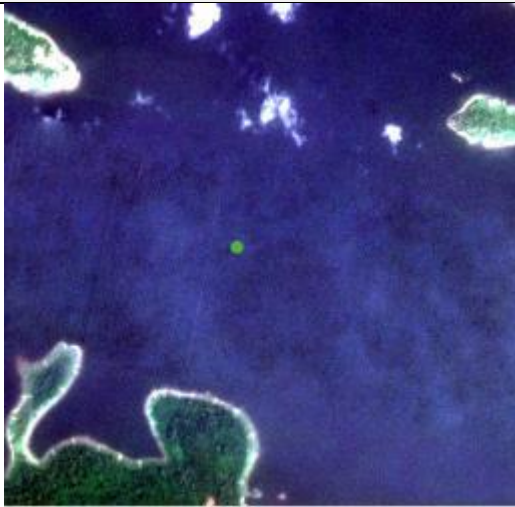
Formations arbustives/ Fourrés

Définition	Formation arbustive hauteur < 5m, disséminée sur strate herbacée continue avec : - strate arbustive recouvrement > 50% ; - strate herbacée recouvrement de 10 à 100% ; - strate arborée recouvrement < 10%. Cette classe regroupe également les fourrés (formations fermées, denses, couvert > 80%, formées uniquement d'arbustes de hauteur < 5 m		
Description	arbustes disséminés		
Forme	Forme irrégulière		
Contexte	Formations naturelles d'arbustes isolés avec présence ou non de tapis graminéen		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2019	Planet, 2021




Formations herbacées

Définition	Formations herbacées de hauteur < 2,5m ou rases sur les terres fermes ; La végétation ligneuse absente ou quelques rares arbustes, arbrisseaux et sous-arbrisseaux		
Description	arbres et arbustes ordinairement absents		
Forme	Forme irrégulière		
Contexte	Tapis graminéen avec absence de végétation ligneuse		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2019	Planet, 2021




Plan d'eau

Définition	Ensembles des zones de dépression contenant de l'eau sous forme de retenue		
Description	Etendue d'eau naturelle ou artificielle		
Forme	Irrégulière		
Contexte			
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2019	Planet, 2021




Cours et voies d'eau

Définition	Réseau hydrographique linéaire		
Description			
Forme	Linéaire		
Contexte	En mouvement vers un plan d'eau		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2016	Planet, 2021



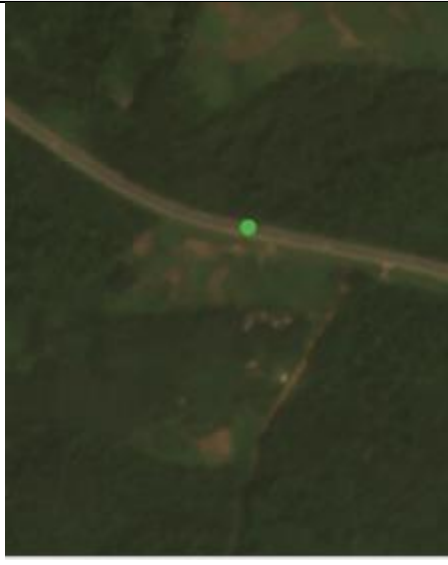
Zones marécageuses

Définition	Terres humides constituées de marais et de marécages, sol recouvert, en permanence ou par intermittence, d'eau stagnante peu profonde, et couverte de végétations. Des formations hydrophiles s'y développent isolés ou sous forme de tapis herbeux		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • inondée périodiquement par les eaux du fleuve en crue • liées aux galeries forestières et correspondant à une zone basse située, soit au flanc, soit à l'extrémité de celles-ci • comportent de nombreux héliophytes herbacés formant un tapis continu • liées aux sols hydromorphes 		
Forme	forme régulière		
Contexte	Forêts présentes dans les zones humides		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2020	Planet, 2021




Habitats humains/ Activités économiques industrielles

Définition	Zones résultant d'activités humaines, autres qu'agricoles		
Description	Urbanisation (habitations, activités industrielles, exploitations minières, carrières, orpailages, défrichements, etc.)		
Forme	Régulière		
Contexte	Habitat et activités humaines		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2020	Planet, 2021



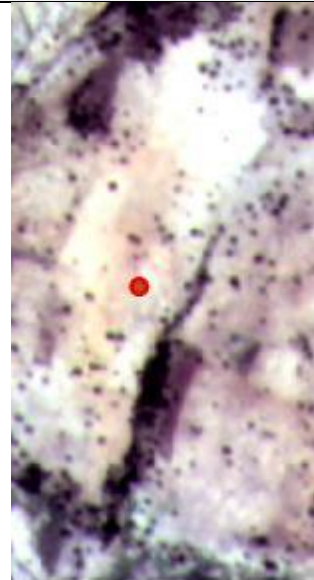
Infrastructures

Définition	Lignes de constructions d'infrastructures de communication, Voies de transport		
Description	<ul style="list-style-type: none"> Voies de transport et réseau routier, équipement électrique, ferroviaire 		
Forme	Forme géométrique		
Contexte	Installations et équipements humains		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2021	Planet, 2021

Affleurements rocheux

Définition	Rochers découverts, recouverts souvent de végétation herbacée +/- discontinue		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • dômes et dalles granitiques, • cuirasses, 		
Forme	Irrégulière		
Contexte	Zone accidentée avec des sommets		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2018	Planet, 2021

Sol nu

Définition	Terrain dépourvu de couvert végétal, ne constituant pas une aire de culture		
Description	<ul style="list-style-type: none"> • zone meuble, • vierge et dénudée 		
Forme	Régulière		
Contexte	Espace naturel		
Image haute résolution			
Références	Mapbox	Zoom Google Earth / 2018	Planet, 2021