

BURKINA FASO

Unité-Progrès-Justice



Niveau d'Émissions de Référence pour les Forêts du Burkina Faso

**Soumission au Secrétariat Exécutif de la Convention-
Cadre des Nations Unies sur les Changements
Climatiques**

Version révisée

Août 2020

Table des Matières

LISTE DES TABLEAUX	II
LISTE DES FIGURES.....	III
ACRONYMES	IV
REMERCIEMENTS.....	V
SOMMAIRE EXECUTIF.....	VI
CONTEXTE ET JUSTIFICATION.....	10
1. CARACTERISTIQUES DU NIVEAU DE REFERENCE DES FORÊTS POUR LE BURKINA FASO	17
2. BASES DE DONNEES DISPONIBLES	20
2.1 Données d'activités	20
2.1.1 BDOT 1992, 2002 et 2014	20
2.2 Facteurs d'émissions	22
2.2.1 Base de données de l'IFN 2	22
2.2.2 Base de données du BUNASOLS	28
3. CALCUL DU NIVEAU DE REFERENCE	32
3.1 Approche méthodologique.....	32
3.2 Estimations des changements d'occupation des terres 1992-2002-2014 (Données d'activités)	36
3.2.1 Analyse des changements	40
3.3 Calcul des Facteurs d'Émissions	44
3.3.1 Analyse statistique des estimations des volumes de l'IFN 2	44
3.3.2 Estimation de la biomasse aérienne.....	48
3.3.3 Estimation de la biomasse racinaire.....	51
3.3.4 Carbone organique du sol	52
3.3.5 Estimation du Carbone Total	55
4. RESULTATS	64
4.1 Calcul des émissions de CO ₂	64
4.1.1 Émissions forestières.....	64
4.1.2 Calcul du NRF par domaines phytogéographiques	67
4.1.3 Calcul du NRF par régions administratives	68
4.2 Estimation des émissions forestières liées aux feux de brousse.....	70
5. ESTIMATION DES INCERTITUDES	76
6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	77
ANNEXE 1 : MATRICES DE TRANSITION POUR TOUTES LES CATEGORIES DES BDOT	79
ANNEXE 2 : CALCULS DE L'INCERTITUDE POUR LES FACTEURS D'EMISSIONS	81
REFERENCES	83

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification des terres du GIEC	15
Tableau 2 : Harmonisation des BDOT avec les classes MNV/REDD+ nationales et les catégories GIEC	16
Tableau 3: Paramètres et variables utilisés pour le calcul du NERF	17
Tableau 4: Nomenclature de la BDOT MNV/REDD+	21
Tableau 5: Stratification de l'IFN 2 basée sur la BDOT 2014	25
Tableau 6: Exemple de Données ponctuelles du BUNASOLS	28
Tableau 7: Répartition des échantillons en fonction des classes de végétation	29
Tableau 8: Évolution des superficies d'occupation des terres en milliers d'hectares	37
Tableau 9 : Transition entre les différentes catégories	39
Tableau 10: Conversion et définition de l'utilisation des terres selon les bonnes pratiques du GIEC	42
Tableau 11: Analyse de la variance	46
Tableau 12: Résultat des analyses stratifiées	46
Tableau 13: Densité moyenne des 10 espèces plus importantes	49
Tableau 14: Ratio entre biomasse aérienne et biomasse souterraine	51
Tableau 15: Carbone Organique du Sol t/ha	54
Tableau 16: Base des données pour le calcul des Facteurs d'émissions	56
Tableau 17: Résultats principaux de l'analyse pour les forêts basés sur les résultats de l'IFN 2	60
Tableau 18: Biomasse aérienne moyenne par type de végétation	61
Tableau 19: Estimation des émissions forestières 1992-2014	65
Tableau 20: Récapitulatif des Émission en milliers de tonne	66
Tableau 21 : Calcul du NRF par domaine phytogéographique	67
Tableau 22: Synthèse des émissions nettes par Régions administratives	69
Tableau 23: Potentiel de réchauffement global des gaz a effet de serre	72
Tableau 24: Emissions annuelles de GES par les feux de brousse (Milliers de tonnes CO2 équivalent)	73
Tableau 25: Estimation du nouveau NRF	75

Liste des figures

Figure 1: Géolocalisation des placettes de l'IFN 2	24
Figure 2: Localisation des données ponctuelles BUNASOLS.	29
Figure 3: Polygones de cartes morpho pédologiques.	31
Figure 4: Formule du calcul des émissions	33
Figure 5: Évolution des surfaces d'occupation des terres 1992, 2002, 2014. Source : BDOT IGB, 2020	38
Figure 6: Analyse des changements - Tier	41
Figure 7: Occupation des terres et domaines écologiques	45
Figure 8: Diagramme de la biomasse aérienne moyenne par type de végétation	61
Figure 9: Combinaison des Données d'activités et Facteurs d'émissions	64
Figure 10: Émissions / Absorptions annuelles de CO ₂ 1992-2014.....	66
Figure 11: Composantes des émissions.....	67
Figure 12: NRF par domaine phytogéographique	68
Figure 13: Émissions annuelles par Région	70
Figure 14: Composantes du NRF	76

Acronymes

AESA	Agriconsulting Europe SA
BUNASOLS	Bureau National de Sols
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CIF	Fonds d'Investissement Climatique
COS	Carbone Organique du Sol
DA	Données d'activités
FA	Facteur d'Absorption
FCPF	Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier
FE	Facteur d'Emissions
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IFN	Inventaire Forestier National
IGB	Institut Géographique du Burkina
IGN-FI	Institut national de l'information géographique et forestière -France
IVI	Indice de Valeur d'Importance
MNV	Mesure, Notification et Vérification
NERF/NRF	Niveau d'Emissions de Référence des Forêts / Niveau de Référence des Forêts
NR	Niveau de Référence
ONEDD	Observatoire National pour l'Environnement et le Développement Durable
PASF	Projet d'Appui au Secteur Forestier
PGDFEB	Projet Gestion Décentralisée des Forêts et Espaces Boisés
PGFC/REDD+	Projet de Gestion Participative des Forêts Classées pour la REDD+
PIF	Programme d'Investissement Forestier
PNGT	Programme National de Gestion des Terroirs
REDD+	Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des forêts
R-PP	Readiness Preparation Proposal
SNSF	Système National de Surveillance des Forêts
SN-SIF	Service National du Système d'Information Forestier

Remerciements

Le présent document a été élaboré dans le cadre de la préparation du Burkina Faso au processus de la REDD+. Il a été coordonné par le Secrétariat Technique National REDD+ en étroite collaboration avec l'Unité de Coordination du Programme d'Investissement Forestier du Burkina Faso.

L'élaboration de ce document a été possible grâce au soutien technique et financier de :

- la Banque Mondiale à travers le Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier (FCPF) ;
- la Banque Africaine de Développement (BAD) ;
- l'Agence Luxembourgeoise pour la Coopération au développement (Lux-Dev).

Les partenaires nationaux ayant participé au processus d'élaboration de ce document sont :

- le Bureau National des Sols (BUNASOLS) ;
- la Direction Générale des Eaux et Forêts à travers le Service National du Système d'information Forestier (SN-SIF) ;
- l'Institut Géographique du Burkina (IGB) ;
- l'Observatoire National du Développement Durable (ONDD) ;
- les membres du Comité Technique de Suivi (CTS).

Le Burkina Faso est reconnaissant à la firme Agriconsulting Europe SA (AESA) qui a accompagné les Experts nationaux dans l'élaboration de ce document.

Sommaire exécutif

Le Burkina Faso, pays sahélien admis dans le processus REDD+¹, a adopté l'échelle nationale pour l'élaboration du NERF/NRF, en procédant par étape et en améliorant progressivement la précision des données qui sont utilisées pour le développement du NERF/NRF.

Ce présent NERF/NRF a de ce fait été produit à partir de l'analyse des informations disponibles au moment de sa soumission. Ainsi, l'approche méthodologique dans la construction du NERF/NRF, l'ensemble des données sur la portée, les activités et les facteurs d'émissions seront affinés au fur et à mesure de la disponibilité des données plus précises.

Les données actuellement disponibles pour cet exercice de calcul des émissions sont les suivantes :

- Base de données sur l'occupation des terres (BDOT 1992, 2002 et 2014) ;
- Découpage du Pays en zones phytogéographiques ;
- Géolocalisation des placettes d'inventaire, et valeurs dendrométriques associées ;
- Base de données du BUNASOLS pour le Carbone Organique du Sol ;
- Données sur les feux de brousse de l'équipe AFAT en charge de l'élaboration de la Troisième communication nationale (TCN) du Burkina Faso.

Les caractéristiques principales du Niveau de Référence des Forêts pour le Burkina Faso sont les suivantes :

- **Echelle** : National (Surface totale 27,3 millions d'hectares)
- **Typologie** : Niveau de Référence des Forêts (NRF). Ceci considère non seulement les émissions brutes liées à la déforestation et à la dégradation forestière mais aussi les absorptions liées aux dynamiques des terres forestières.
- **Définition nationale de la forêt** : On entend par forêt, un terrain d'une surface minimum de 0,5 ha, avec un couvert forestier de 10% au moins (strate arborée) et des arbres d'une hauteur minimale de 2 m. Sont incluses, les plantations d'arbres à vocation forestière.
- **Strates forestières retenues pour la MNV/REDD+ sont les suivantes** :
 1. Forêt claire
 2. Forêt galerie
 3. Savane arborée
 4. Savane arbustive
 5. Steppe arborée
 6. Plantations forestières

¹ Réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts, du rôle de la conservation, la gestion durable des forêts, et l'augmentation des stocks de carbone des forêts.

- **Données d'activités** : Production de trois bases de données d'occupation des terres (BDOT) de 1992, 2002 et 2014 et deux cartes de changement du couvert végétal des périodes historiques 1992-2002 et 2002-2014. La méthode de traitement des données pour les BDOT MNV/REDD+ 1992, 2002 et 2014 s'est basée sur un traitement supervisé des images satellites Landsat 4, 5, 7 et 8, images ayant une résolution de 30 m. Le seuil minimal de cartographie (MMU) retenu est 0,8 ha soit 8 000 m².

- **Dynamiques du changement du couvert forestier pour le NRF du Burkina Faso**

- **Déforestation** : Conversion des terres forestières en terres non forestières. Tier 3
- **Dégradation forestière** : Perte de stock observée pour les terres forestières restant terres forestières. Peut inclure aussi la perte de biodiversité. Tier 3
- **Renforcement des stocks** : Augmentation des stocks par régénération artificielle (plantations forestières) ou naturelle (régénération des jachères). Tier 3
- **Facteurs d'émissions / Réservoirs de Carbone**
- **Biomasse aérienne vivante** : Résultats de l'IFN 2 de 2012 basés sur 5 850 échantillons de terrain. Année de référence 2012-2013. Tier 2.
- **Bois mort** : Résultats de l'IFN 2 de 2012 basés sur 5 850 échantillons de terrain. Tier 2.
- **Biomasse racinaire** : Pour le moment les estimations du Tier 1 ont été adoptées.
- **Carbone Organique du Sol** : La teneur en COS a été déterminée pour chaque strate sur la base des données du BUNASOLS (1397 échantillons des sols et cartes morpho-pédologiques). Le COS a été estimé dans les premiers 30 cm de profondeur. Tier 2.
- **Gaz à effet de serre retenu** : CO₂, CH₄, N₂O.
- **Période de référence** : 1995- 2017.

- **Résultats**

Entre 1992 et 2014, 52,5% des terres forestières sont restées stables, tandis que 47,5% des forêts ont changé de destination, notamment 38,6% ont été converties en terres cultivées, 7,9% en prairies, 0,4% en terres humides, 0,5% en établissements humains et 0,1% en autres terres. Le Burkina Faso a donc perdu en 22 ans presque la moitié de ses forêts. La savane arbustive est la catégorie qui a subi de loin les pertes les plus importantes avec moins de 262000 ha par an converties principalement en cultures annuelles.

Parallèlement, pour la même période, on observe une modeste croissance des superficies forestières (+5,8%), dont 4,0% provenant des terres cultivées, 1,7% des prairies et 0,1% des terres humides.

Pour la période 1992-2014 les émissions forestières nettes sont de 6,65 millions de tonnes équivalentes de CO₂ par an, dont 7,6 millions de tonnes d'émissions et 0,95 million de tonnes de séquestration par an.

La plupart des émissions (75%) sont liées à la conversion de terres forestières en terres cultivées, suivi de la conversion en prairies (10%), de la conversion en établissements humains (6%), terres humides (3%) et autres terres (2%). Une fraction mineure des émissions, 0,25 million de tonne par an (3%) est liée aux terres forestières restant terres forestières qui peut se qualifier comme dégradation forestière.

Parallèlement on assiste aussi à des phénomènes de séquestration de CO₂, soit 0,95 million de tonnes par an (12,5% du total) liées surtout à la conversion de terres cultivées et prairies en terres forestières par régénération naturelle ou artificielle.

Environ 51,5% des émissions sont imputables aux émissions liées à la conversion de la biomasse ligneuse tandis que les émissions de CO₂ liées au Carbone organique du sol représentent environ 48,5%.

Les émissions forestières se concentrent largement dans les domaines Soudaniens, respectivement Nord Soudanien (63% du total) et Sud Soudanien (35%). Ces deux régions phytogéographiques totalisent 98% des émissions annuelles. Les émissions des zones Sahéliennes sont marginales (2% du total).

Les experts AFAT de la Troisième communication nationale(TCN), ont fourni une série historique (1995-2017) sur les observations des feux de brousse obtenu à partir de la station MESA/ONDD.

Les GES considérés sont CO₂, CH₄, N₂O. Pour pouvoir intégrer les différents GES dans les calculs du NRF il faut qu'ils soient transformés en tonnes de CO₂, équivalents.

Les feux de brousse représentent une importante source d'émission de GES pour le secteur forestier. La moyenne annuelle pour la période 1995-2017 est de 3'353 Milliers de tonnes CO₂ équivalents.

On peut intégrer les séries historiques du NRF (biomasse ligneuse, COS) avec celles des émissions des feux de brousse.

Pour l'harmonisation des périodes historiques les données disponibles permettent de choisir la période 1995-2017 ce qui est aussi en ligne avec les exigences de la TCN.

La moyenne du NRF incluant les feux de brousse s'élève à 10218 Gg/an et les feux de brousse constituent 35% des émissions forestières totales.

Estimation des incertitudes

Les données disponibles pour le calcul des incertitudes sont :

- L'incertitude des Données d'activités ;
- L'incertitude du volume moyen à l'hectare ;
- L'incertitude du COS moyen à l'hectare.

Les incertitudes calculées sont $\pm 8\%$ pour les Données d'activités, $\pm 5,5\%$ pour le volume moyen à l'hectare et $\pm 2,8\%$ pour le COS moyen à l'hectare.

La combinaison statistique de ces paramètres donne un niveau d'incertitude totale de $\pm 4,2\%$ pour le NRF.

CONTEXTE ET JUSTIFICATION

Le Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier (FCPF) œuvre à soutenir la préparation et la mise en place des activités REDD+ ainsi que la réalisation d'un consensus international sur le processus REDD+. La conformité avec les directives de la CCNUCC est l'un des principes directeurs du FCPF.

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

Dans le cadre du mécanisme REDD+ international, chaque pays devra développer et faire reconnaître un scénario de référence, niveau d'émissions de référence pour les forêts et/ou niveau de référence pour les forêts (NERF/NRF) au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Celui-ci sera alors utilisé pour mesurer les résultats dudit pays en matière de réduction d'émissions forestières.

Ce calcul des émissions de gaz à effet de serre liées à la déforestation et à la dégradation forestière, s'inscrit dans le cadre du Projet d'appui technique « *Élaboration du plan d'action pour le développement d'un système MNV/REDD+, le développement du système MNV/REDD+ détaillé et de l'établissement d'un scénario de référence MNV/REDD+* » que le bureau d'études AESA exécute au bénéfice du Ministère de l'Environnement, de l'Économie Verte et du Changement Climatique du Burkina Faso.

Le Burkina Faso a soumis à la CCNUCC un rapport préliminaire sur le niveau de référence pour les forêts (NERF/NRF) dans le contexte de la REDD+ le 5 Janvier 2020. Au cours du processus de validation et d'amélioration du NRF/NERF par les experts de l'équipe d'évaluation de la CCNUCC, le Burkina Faso a reçu plusieurs commentaires constructifs à propos.

Suivant les recommandations de la CCNUCC, l'évaluation technique des niveaux de référence pour les forêts se réfère aux lignes directrices suivantes :

1. Les Parties qui cherchent à bénéficier des paiements basés sur les résultats pour les activités REDD+ devront soumettre un NERF/NRF qui fera l'objet d'une évaluation technique.
2. Si les données utilisées pour l'établissement des NERF/NRF s'écartent de celles comprises dans les inventaires des GES soumis précédemment d'une manière considérée comme incompatible, le pays devrait vérifier si l'inventaire futur résoudra ce problème.

Les objectifs de l'évaluation technique des NERF/NRF sont les suivants :

1. Evaluer la mesure dans laquelle les informations fournies sont conformes aux directives de la CCNUCC pour la soumission des informations relatives aux NERF/NRF ; et
2. Etablir un échange technique aidant et non intrusif d'informations sur l'élaboration des NERF/NRF. Il s'agit aussi d'une occasion de renforcer les capacités des pays à établir des NERF/NRF.

La portée de l'évaluation technique des NERF/NRF, à savoir des éléments qui seront évalués par les experts en matière d'utilisation des terres, de changements d'affectation des terres et de foresterie (UTCATF) comprend les aspects suivants :

1. La mesure dans laquelle les NERF/NRF maintiennent la cohérence avec les soumissions d'inventaires des GES précédents concernant les émissions forestières d'origine anthropique par les sources et les absorptions par les puits.
2. La manière dont les données historiques ont été prises en compte pendant l'établissement des NERF/NRF.
3. La mesure dans laquelle les informations fournies sont transparentes, complètes, cohérentes et précises.
4. Si une description des politiques ou plans pertinents a été fournie.
5. Si une description des changements par rapport aux soumissions de NERF/NRF précédents a été fournie (dans les cas où les pays modifient leurs NERF/NRF au fil du temps).
6. Les réservoirs, gaz et activités inclus dans les NERF/NRF, y compris la raison pour laquelle des réservoirs et/ou activités exclus n'ont pas été jugés significatifs.
7. Si une définition de la forêt est fournie, et si elle diffère des autres définitions utilisées précédemment dans les inventaires des GES ou les rapports adressés à d'autres organisations internationales, pourquoi et comment la définition utilisée a été choisie.
8. Si des hypothèses relatives aux changements futurs attendus dans les politiques intérieures ont été incluses dans l'établissement des NERF/NRF.
9. La mesure dans laquelle la valeur des NERF/NRF est conforme aux informations et descriptions fournies par la Partie. Le processus d'évaluation technique pourra également identifier certains points nécessitant une amélioration lors de futures soumissions de NERF/NRF. Ces points d'amélioration, de même que les besoins en renforcement des capacités pour l'établissement des NERF/NRF dans le futur, pourront être communiqués à la Partie concernée. L'évaluation technique évitera de porter un jugement sur les politiques intérieures incluses dans les NERF/NRF. Il s'agit d'un échange interne entre la Partie et l'équipe d'évaluation technique. Lorsque le rapport de l'évaluation technique sera finalisé, il sera affiché sur le site de la CCNUCC avec la soumission finale du NERF/NRF.

En ce qui concerne les **procédures** de l'évaluation technique, le Secrétariat Exécutif de la CCNUCC la coordonnera et désignera les experts qui l'entreprendront.

1. L'évaluation technique sera réalisée par deux experts UTCATF de la liste d'experts de la CCNUCC, dont un appartenant à un pays développé et l'autre à un pays en développement.
2. Avant la session d'évaluation, l'équipe d'évaluation devra identifier les questions préliminaires qui exigent des clarifications de la part de la Partie.

Pendant l'évaluation, la Partie pourra interagir avec l'équipe d'évaluation pour clarifier toute question pertinente ou fournir des informations ultérieures.

Soumission des résultats et des informations sur les niveaux de référence pour les forêts dans les rapports biennaux.

Une fois que son NERF/NRF a été évalué techniquement, un pays en développement voulant bénéficier des paiements basés sur les résultats devra soumettre une annexe technique à son rapport biennal contenant les informations suivantes :

Informations succinctes du rapport final comprenant chacun des NERF/NRF évalués, y compris :

1. Le NERF/NRF évalué techniquement.
2. Les activités REDD+ comprises dans le NERF/NRF.
3. Les limites géographiques du territoire couvert par le NERF/NRF.
4. La date de la soumission du NERF/NRF et la date du rapport d'évaluation technique final.
5. La période couverte, en année, par le NERF/NRF évalué.
6. Les résultats en tonnes d'équivalent CO₂ par an couvrant la période choisie afin de recevoir Les paiements basés sur les résultats, qui concordent avec le NERF/NRF évalué.
7. La démonstration que les méthodologies utilisées pour produire les résultats cadrent avec celles utilisées pour établir le NERF/NRF.
8. La description des systèmes nationaux de surveillance des forêts (SNSF) et des rôles et responsabilités institutionnels relatifs à la mesure, à la notification et à la vérification des résultats.
9. Les informations permettant de reconstruire les résultats.

C'est dans ce contexte que le Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique, à travers le Secrétariat technique national REDD+ a requis l'élaboration d'un NRF révisé, suivant les recommandations de l'équipe d'évaluation de la CCNUCC, ainsi que les nouvelles données disponibles.

• Eléments d'amélioration du NRF

Les éléments d'amélioration identifiés sont les suivants :

1. Définition de la forêt
2. Données d'activités
3. Facteurs d'émissions
4. Volume et Biomasse aérienne
5. Biomasse racinaire
6. Facteurs d'Emission spécifiques
7. Carbone Organique du Sol
8. Période de référence
9. Transparence des calculs du NRF
10. Renforcement des stocks

- **Etapes d'amélioration du Niveau de Référence des Forêts pour le Burkina Faso**

Au regard de la complexité des éléments constitutifs du NRF, son élaboration se présente comme une procédure d'amélioration continue.

Afin de parvenir à la mise en place d'un système national de surveillance des forêts (SNSF/MNV) cohérent et solide conformément aux exigences de la CCUNCC, le Burkina Faso a sollicité plusieurs expertises techniques aussi bien au plan national qu'international. Des avancées considérables telles que la définition de la forêt, la définition de strates MNV/REDD+, l'identification des outils qui serviront pour le suivi et la surveillance, la détermination de la fréquence de production des rapports de suivi des émissions forestières, l'élaboration d'un NERF/NRF, la définition d'un cadre institutionnel pour le MNV/REDD+, ont été effectuées sur la base d'une consultation permanente des parties prenantes au SNSF et ont fait l'objet de plusieurs rapports validés au cours d'ateliers techniques.

Les étapes principales de ce processus ont été :

- l'Atelier sur l'état des lieux des activités MNV /REDD+ au Burkina Faso. Définition de la forêt, détermination des éléments de base du NERF /NRF et méthodologie pour la mise en œuvre du système MNV/REDD+, Loumbila, 2017.
- l'Atelier national de validation du document guide du système MNV/REDD+ et de la définition de la forêt dans le cadre du processus REDD+, Ouagadougou, 2018.
- Le Burkina Faso a soumis à la CCNUCC un rapport préliminaire sur le niveau de référence pour les forêts (NERF/NRF) dans le contexte de la REDD+ le 5 Janvier 2020. Au cours du processus de validation et d'amélioration du NERF/NRF par les experts de l'équipe d'évaluation de la CCNUCC, le Burkina Faso a reçu plusieurs commentaires à propos, qui ont été pris en compte pour l'élaboration du présent document.
- Les 29 et 30 juin 2020 s'est tenu l'atelier de révision des paramètres de base du Niveau de référence des forêts du Burkina Faso.

L'atelier de révision des paramètres de base du Niveau de référence des forêts du Burkina Faso a regroupé le Coordonnateur et les Experts du groupe Agriculture, Foresterie et autres Affectations des Terres (AFAT) de la Troisième Communication Nationale (TCN), des représentants du Secrétariat Permanent du Conseil National pour le Développement Durable (SP/CNDD), de la Direction Générale de Economie Verte et du Changement Climatique, de la Direction Générale des Eaux et Forêts, des départements ministériels partenaires, les Directeurs Régionaux de l'Environnement de Economie Verte et du Changement Climatique, les experts du Programme d'Investissement Forestier (PIF), du Secrétariat Technique National REDD+ et des personnes ressources. La rencontre avait pour objectif général de redéfinir la forêt et les catégories des terres afin d'harmoniser les rapports de la TCN et du NRF. Spécifiquement, il s'agissait de :

- présenter et examiner les résultats du NRF et de la TCN (secteur AFAT) ;

- réviser la définition nationale de la forêt dans le contexte de la REDD+ ;
- arrêter de nouvelle période historique commune pour le NRF et la TCN ;
- proposer un nouveau regroupement des unités d'occupation des terres, dans les catégories des terres du GIEC ;
- valider les nouveaux paramètres pour leur utilisation harmonisée au niveau national.

Au cours de l'atelier les échanges ont porté essentiellement sur :

- la différence entre la Deuxième communication nationale (DCN) (1999 -2007) et la TCN
- la classification pour les steppes arbustives et les savanes arbustives ;
- les disparités de définitions de la forêt qui existent (définition de Yangambi, celle de la FAO, définition proposée au niveau national dans le cadre du MDP et celle qui a été proposée à Loumbila dans le cadre de la REDD+, etc.)
- les orientations pour revenir sur les définitions et classification des forêts en tenant compte de la réalité et des spécificités du Burkina Faso ;
- la question de la prise en compte des feux de brousse dans le NRF ;
- la question de l'utilisation de CollectEarth dans la collecte de données et comment ces données peuvent être utilisées dans le cadre de la TCN ;
- les années historiques et les périodes de références ;
- la profondeur (30 cm) utilisée pour le Carbone organique du sol ;
- la hauteur minimale à retenir pour les arbres.

A la lumière des échanges et suite aux explications fournies par les uns et les autres les participants ont convenu de retenir ce qui suit :

Par rapport à la définition de la forêt dans le cadre de la REDD+ :

« On entend par forêt, un terrain d'une surface minimum de 0,5 ha, avec un couvert forestier de 10% au moins (strate arborée) et des arbres d'une hauteur minimale de 2 m. Sont incluses les plantations d'arbres à vocation forestière. »

Pour les regroupements, les participants ont convenu de garder les catégories et les classes contenues dans le tableau suivant :

Tableau 1: Classification des terres du GIEC

Catégories des terres du GIEC	Description
Terres forestières	Cette catégorie comprend toutes les terres à végétation ligneuse cohérentes avec les seuils utilisés pour définir les terres forestières dans l'inventaire national de GES. Elles se subdivisent entre terres exploitées et terres non exploitées et se répartissent par types d'écosystèmes comme le comprend également les systèmes préconisés par les lignes directrices 2006 du GIEC. Elles se situent en deçà du seuil de la catégorie des terres forestières mais sont supposées le dépasser.
Terres cultivées	Cette catégorie comprend toutes les terres cultivées ainsi que les systèmes d'agroforesterie dans lesquels la végétation se situe en deçà des seuils définis pour la catégorie des terres forestières, ceci devant être conforme aux définitions nationales.
Prairies	Cette catégorie comprend les terres de parcours et pâturages qui ne sont pas considérés comme des terres cultivées. Elle comprend également les systèmes dont la végétation se situe en deçà du seuil défini pour la catégorie des terres forestières et qui ne sont pas supposés dépasser, sans intervention humaine, le seuil défini pour la catégorie des terres forestières. Cette catégorie comprend enfin les pâturages – des espaces sauvages aux aires de loisirs – ainsi que les systèmes agricoles et sylvopastoraux, subdivisés en terres exploitées et non exploitées, conformément aux définitions nationales.
Terres humides	Cette catégorie comprend les terres couvertes ou saturées d'eau durant toute ou une partie de l'année (comme les tourbières) et qui ne se situent pas dans les catégories des terres forestières, terres cultivées, pâturages ou terres habitées. Cette catégorie peut être subdivisée en terres exploitées et non exploitées, conformément aux définitions nationales. Elle comprend les bassins, en tant que sous-division exploitée, ainsi que les rivières naturelles et les lacs, en tant que sous-divisions non exploitées.
Établissements humains	Cette catégorie comprend toutes les terres viabilisées, notamment les infrastructures de transport et les terres habitées de toutes les tailles sauf si elles sont déjà comprises dans d'autres catégories. Cette classification doit être cohérente avec les définitions nationales.

Catégories des terres du GIEC	Description
Autres terres	Cette catégorie comprend les sols nus, les rochers, la glace et toutes les terres non exploitées qui ne relèvent pas des cinq autres catégories. Cela permet de faire en sorte que la totalité des terres identifiées corresponde à la superficie nationale, à condition que les données soient disponibles.

Pour la reclassification, le schéma suivant a été adopté :

Tableau 2 : Harmonisation des BDOT avec les classes MNV/REDD+ nationales et les catégories GIEC

Catégorisation GIEC	Strate pour MNV Burkina Faso
Terres forestières	Forêt claire
	Forêt galerie
	Plantation forestière
	Savane arborée
	Steppe arborée
	Savane arbustive
Terres cultivées	Culture annuelle
	Parcs agroforestiers
	Rizière
	Culture permanente
	Verger
Prairies	Savane herbeuse
	Steppe arbustive
	Steppe herbeuse

Terres humides	Zone humide
	Surface en eau
Établissements humains	Habitat
Autres terres	Sol nu (érodé, dénudé)
	Cuirasse
	Roche nue
	Dune de sable

1. CARACTERISTIQUES DU NIVEAU DE REFERENCE DES FORÊTS POUR LE BURKINA FASO

En soumettant des NERF/NRF et en communiquant les résultats des activités REDD+ à la CCNUCC, les pays devront indiquer leur portée, à savoir quelles activités REDD+, quels réservoirs et gaz sont inclus dans le NERF/NRF. Pour le Burkina Faso les paramètres et les variables utilisés pour les calculs du NRF sont les suivants :

Tableau 3: Paramètres et variables utilisés pour le calcul du NERF

Paramètre ou variable	Présence	Description	Reference	Commentaires
Définition de la forêt	oui	La définition nationale des forêts adoptée est la suivante : <i>On entend par forêt, un terrain d'une surface minimum de 0,5 ha, avec un couvert forestier de 10% au moins (strate arborée) et des arbres d'une hauteur minimale de 2 m. Sont incluses, les plantations d'arbres à vocation forestière.</i>		Les strates retenues pour la MNV/REDD+ sont les suivants : • Forêt claire • Forêt galerie • Savane arborée • Savane arbustive • Steppe arborée • Plantations forestières
Données d'activités				

Paramètre ou variable	Présence	Description	Reference	Commentaires
Déforestation	Oui	Conversion de terres forestières en terres non forestières.		
Dégradation forestière	Oui	Perte de stock observé pour les terres forestières restant terres forestières.		Peut inclure aussi la perte de biodiversité.
Renforcement des stocks	Oui	Augmentation des stocks par régénération artificielle (plantations forestières) ou naturelle (régénération des jachères).		Normalement cela représente la conversion de terres non forestières et terres forestières.
Gestion durable et conservation des stocks de carbone	Non	Pour le moment on ne dispose pas de données quantitatives sur ce sujet.		
Facteurs d'émissions / Réservoirs de Carbone				
Biomasse aérienne vivante	Oui	Résultats de l'IFN 2 de 2012 basés sur 5 850 échantillons de terrain. Année de référence 2012-2013. Tier 2.		L'IFN 2 a produit des résultats pour le volume des fûts et branches (diamètre minimum de 2 cm). La biomasse a été calculée à partir des valeurs de densité du bois.
Bois mort	Oui	Résultats de l'IFN 2 de 2012 basés sur 5 850 échantillons de terrain. Tier 2.		L'IFN 2 donne des estimations pour le volume de bois mort sur pied. Le bois mort gisant au sol n'est pas inclus.
Litière	Non	Pas de données		

Paramètre ou variable	Présence	Description	Reference	Commentaires
Biomasse racinaire	Oui	Pour le moment les estimations du Tier 1 ont été adoptées.		Un travail de recherche est en cours d'exécution pour déterminer la biomasse racinaire basés sur des mesures directes sur le terrain. Les résultats ne sont pas disponibles au moment de la finalisation du présent rapport. Ils pourront donc être intégrés dans les versions ultérieures du NRF.
Carbone Organique du Sol	Oui	La teneur en COS a été déterminée pour chaque strate sur la base des données du BUNASOLS (1397 échantillons des sols et cartes morpho-pédologiques). Tier 2.		Estimations du COS dans les premiers 30 cm de profondeur.
Gaz à effet de serre	Oui	CO ₂ CH ₄ , N ₂ O (feux de brousse)		
Période de référence	Oui	1995-2017		Cartes de changement de l'occupation des terres pour les années 1992, 2002 et 2014.
Année de référence	Oui	2014		Cette année a été choisie pour valoriser les investissements qui ont été réalisés dans le cadre de la mise en œuvre des projets du Programme d'investissement forestier.

2. BASES DE DONNEES DISPONIBLES

2.1 Données d'activités

2.1.1 BDOT 1992, 2002 et 2014

Dans le cadre de la mise en place du système MNV/REDD+, le MEEVCC a signé avec l'IGB un contrat pour la production de trois bases de données d'occupation des terres (BDOT) de 1992, 2002 et 2014 et deux cartes de changement du couvert végétal des périodes historiques 1992-2002 et 2002-2014.

L'objectif général de cette prestation était de produire des informations géographiques en vue de mettre à la disposition du pays des dispositifs et outils de surveillance environnementale du territoire pour l'analyse des mutations environnementales, en particulier les changements climatiques et la planification des actions d'adaptation et atténuation.

Les objectifs spécifiques de l'étude étaient :

- produire la BDOT MNV/REDD+ en utilisant les images Landsat 4 et 5 de l'année historique (1992) ;
- produire la BDOT MNV/REDD+ en utilisant les images Landsat 7 de l'année historique (2002) ;
- produire la BDOT MNV/REDD+ en utilisant les images Landsat 8 de l'année de référence (2014) ;
- réaliser une carte de changement du couvert forestier de la période historique 1992-2002 ;
- réaliser une carte de changement du couvert forestier de la période historique 2002-2014.

La méthode de traitement des données pour les BDOT MNV/REDD+ 1992, 2002 et 2014 s'est basée sur un traitement supervisé des images satellites Landsat 4, 5, 7 et 8, images ayant une résolution de 30 m.

En tenant compte de la résolution des images Landsat 4, 5, 7 et 8, il est recommandé 0,8 hectares (ha) soit 8 000 m² comme seuil de l'unité minimale de surface à cartographier.

Néanmoins, pour être conforme avec la définition de la forêt pour la REDD+ du Burkina Faso, le seuil minimal de cartographie (MMU) initialement retenu fut 0,5 ha soit 5000 m².

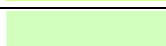
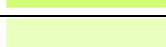
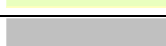
Les détails majeurs sur la production des 3 BDOTs se trouvent dans les documents produits par l'IGB, notamment :

- Production des Bases de données d'occupation des terres (BDOT) MNV/REDD+, *Rapport technique provisoire*, septembre 2019 ;
- Guide d'utilisation des Bases de données d'occupation des terres (BDOT) MNV/REDD+ 1992, 2002 et 2014 - *Version provisoire*, Septembre 2019.

Ensuite, face au faible niveau de précision de la première série de BDOT et carte de changements, le Comité Technique de Suivi de l'étude a formulé la recommandation de produire une deuxième série de BDOT (1992, 2002 et 2014) avec MMU de 0,8 ha en Avril 2020 afin de suivre les recommandations relatives à l'utilisation des images Landsat et d'améliorer significativement la qualité des BDOT.

Quant à la nomenclature, elle se présente dans le tableau suivant pour toutes les cartes :

Tableau 4: Nomenclature de la BDOT MNV/REDD+

Code	Nom de la classe	Couleur du Roi ⁴	Nom de la couleur			Type d'occupation
			Rouge	Vert	Bleu	
1	Fc		0	165	0	Forêt claire
2	Fg		19	66	63	Forêt galerie
3	Pf		101	114	72	Plantation forestière
4	Savarbo		152	230	000	Savane arborée
5	Starbo		227	250	117	Steppe arborée
6	Pa		255	230	166	Parc agroforestier
7	Savarbu		170	255	000	Savane arbustive
8	Starbu		211	255	190	Steppe arbustive
9	Ha		230	000	000	Habitat
10	Ca		255	255	000	Culture annuelle
11	Ri		242	204	166	Rizière
12	Cp		215	215	158	Culture permanente
13	Vg		244	142	073	Verger
14	Zh		166	166	255	Zone humide
15	Se		000	204	242	Surface en eau
16	Savher		209	255	115	Savane herbeuse
17	Sther		233	255	190	Steppe herbeuse
18	Sn		192	192	192	Sol nu (érodé, dénudé)
19	Cu		168	112	000	Cuirasse
20	Du		215	176	158	Dune de sable
21	Ro		128	128	128	Roche nue

Source: PIF 2018/Corine Land Cover/IGB.

La couleur du ROI et le nom de la couleur sont issus de la BDOT 2012 et de Corine Land Cover.

Pour la reclassification, le schéma présenté dans le Tableau : Harmonisation des BDOT avec les classes MNV/REDD+ nationales et les catégories GIEC a été adopté.

Les définitions associées aux types forestiers du Burkina Faso sont les suivantes :

1. **Forêt claire** : Formation arborée caractérisée par des arbres de grande taille (15 à 20 m de haut), aux cimes plus ou moins jointives avec une strate arbustive qui constitue un sous-bois clair. Le taux de recouvrement est compris entre 50 et 70% avec une répartition clairsemée. Elle est marquée par la présence de graminées et d'une strate herbeuse.
2. **Forêt galerie** : De forme linéaire, cette formation végétale longe les cours d'eau et se présente sous l'aspect de cordon ripicoles et est fait d'espèces arborées ou de forêt décidue.
3. **Plantation forestière** : Ce type d'occupation désigne toute forme de végétation faite d'arbres plantés par l'homme pour des besoins divers (productions de bois, restauration et protection des sols).
4. **Savane arborée** : Cette formation est présente dans le domaine phytogéographique soudanien. Il s'agit d'un regroupement d'arbres auquel se mêle une strate herbeuse et des arbustes. Le taux de recouvrement des arbres est supérieur à 10% mais inférieur à 50%. La strate arborescente a une hauteur qui varie entre 10 et 20 m, avec des arbres bien individualisés et disséminés à l'intérieur de la strate arbustive.
5. **Steppe arborée** : Cette formation végétale est surtout présente dans les parties septentrionales du Burkina Faso (secteur phytogéographique subsaharien), et fortement représentée par exemple dans les localités de Tougri-Yalgo, Djibo-Kongoussi. Elle se présente sous forme d'une alternance de strates arborées (7 à 12 m) et de sols nus de faibles étendus (comparé à la végétation), parfois occupés par un tapis herbacé rare parsemé de termitières.
6. **Savane arbustive** : Ce type de savane est caractérisé par la dominance des espèces arbustives avec un recouvrement compris entre 10 et 50%. Les arbustes ont une taille entre 4 et 7 m de haut et sont surplombés par quelques rares arbres disséminés çà et là, dont le recouvrement est inférieur à 10%.

2.2 Facteurs d'émissions

2.2.1 Base de données de l'IFN 2

Pour le deuxième pilier du NRF, voir les Facteurs d'émissions, on a utilisé les résultats du Second Inventaire Forestier National (IFN 2).

La méthodologie et les résultats de l'IFN 2 sont présentés de façon exhaustive dans le document *Second inventaire forestier national du Burkina Faso, IFN 2, MEEVCC, Rapport provisoire (version 3), Mai 2017*.

Ici on va présenter une synthèse de la méthodologie et des résultats de l'IFN 2 qui seront utilisés pour les calculs des Facteurs d'émissions dans le cadre du NRF.

Le nombre initial de placettes a été fixé en tenant compte du niveau de précision souhaitée sur la valeur moyenne estimée de la surface terrière à l'hectare et du coefficient de variation (CV) déterminés à partir des données pré – inventaire. L'erreur d'échantillonnage maximum à ne pas dépasser sur le volume moyen de bois à l'hectare à l'échelle nationale a été fixée a priori à 5 %.

Le coefficient de variation étant connu, le nombre de placettes (n) à inventorier a été déterminé. En appliquant la formule statistique correspondante

$$n = t^2 \frac{CV\%^2}{E\%^2}$$

Où:

n = nombre de placettes (n) à inventorier

t = Student Fisher

CV% = coefficient de variation

E % = erreur d'échantillonnage maximum

Il faudrait donc inventorier 2 053 placettes pour atteindre des niveaux de précision de 5 % sur les valeurs moyennes à l'échelle nationale, du volume de bois sur pied toutes catégories de pieds confondus.

Toutefois, les erreurs d'échantillonnage sur les paramètres dendrométriques devant être calculés pour les différentes classes d'utilisation des produits issus des espèces ligneuses et compte tenu du fait que les résultats seront présentés à d'autres niveaux de planification (régional, provincial et communal), il a été décidé de rehausser de manière significative le nombre d'échantillons. Au total 5'850 unités d'échantillonnage circulaires de 25 m de rayon ont été inventoriées et les données traitées. Elles sont réparties comme suit : 1 147 placettes permanentes et 4 703 placettes temporaires. L'année de référence de l'IFN est 2012-2013.

La taille de la maille a été fixée à 3 km x 3 km. Une population de 30 061 points a été générée. Les points correspondants aux centres des placettes ont été tirés de manière aléatoire simple par secteur phytogéographique (stratification a priori) parmi la population totale de points générés. En fonction de leur nature, les unités d'échantillonnage implantées sont réparties en placettes temporaires et en placettes permanentes.

Placettes permanentes : Ces unités d'échantillonnage feront l'objet de suivi biennal par le Service Forestier en vue de renseigner un certain nombre d'indicateurs clés de l'état des ressources forestières au niveau national. Une partie des placettes permanentes (20 %) a été implantée dans des espaces forestiers d'intérêt majeur. Il s'agit des aires classées de l'Etat (forêts classées, parcs nationaux, réserves partielles et totales de faune), des forêts aménagées (y compris les espaces pastoraux), des zones abritant des dispositifs de recherche forestière mis en place par différentes structures partenaires.

Placettes temporaires : Ces unités d'échantillonnage circulaires de 25 m de rayon, sont destinées à la collecte des données sur le peuplement principal (strate ligneuse supérieure). Dans la perspective d'intégrer certaines placettes temporaires dans le dispositif de suivi permanent des ressources forestières mis en place et de reconduire le même plan de sondage lors du prochain inventaire forestier national, des piquets métalliques ont été également enfouis au centre de la presque totalité des placettes temporaires.

La collecte des données sur le peuplement principal a pris en compte les pieds de diamètre supérieur ou égal à 5 cm ($d_{1,30\text{ m}} \geq 5\text{ cm}$). Ce diamètre minimum tient compte de la variable explicative des équations allométriques utilisées pour le calcul des volumes de bois sur pied.

L'IFN 2 a collecté aussi des données sur la biomasse herbacée à l'intérieur des sous – placettes de 1 m² implantés au niveau des placettes permanentes à l'aide de cadres métalliques confectionnés à cet effet. La biomasse récoltée dans chaque carré de rendement a été mise en 4 tas distincts : les graminées, les cyperaceae, les légumineuses et les autres espèces. La masse de chaque tas a été relevée à l'aide d'un peson électronique. La majeure partie de la biomasse herbacée récoltée était à l'état sec au moment de la collecte des données.

L'IFN 2 a produit aussi des estimations du bois mort sur pied et de la biomasse des feuilles.

L'année de référence de l'IFN est 2012-2013.

L'IFN 2 a mis en place le plan d'échantillonnage suivant :

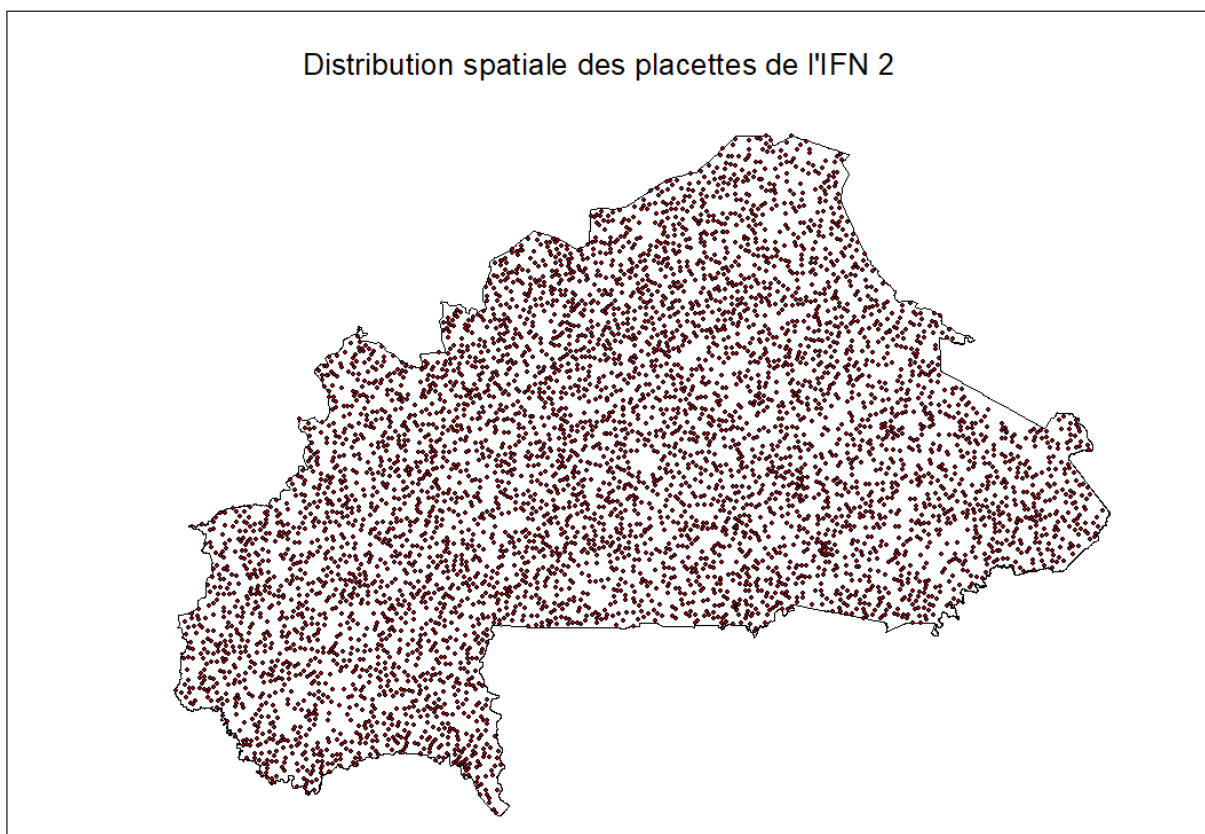


Figure 1: Géolocalisation des placettes de l'IFN 2

La stratification originale de l'IFN 2 a été basée sur la BDOT 2002 (Landsat MMU 25 ha), car la BDOT 2012 n'était pas encore disponible. Ensuite, l'attribution des placettes à une classe de végétation a été basée sur la BDOT 2012 (Rapideye MMU 0,25 ha) complétée avec les observations des placettes de terrain de l'inventaire. Néanmoins, pour le présent travail de révision du NRF une nouvelle BDOT pour l'année 2014 est disponible (MMU 0,8 ha).

On a considéré que c'était judicieux d'utiliser cette nouvelle BDOT pour l'attribution des placettes à une classe de végétation. Cette approche méthodologique présente les avantages suivants :

1. L'année de référence de la BDOT est 2014, tandis que l'année de référence de l'IFN est 2012-2013, donc l'écart temporel est minimum ;
2. La qualité de la fiabilité de la BDOT 2014 (MMU 0,8 ha) a été vérifiée avec succès ;
3. Les BDOT 2002 (Landsat MMU 25 ha) et 2012 (Rapideye MMU 0,25 ha) ne font pas de distinction entre savanes arbustives et herbeuses et steppes arbustives et herbeuses, alors que ces distinctions existent dans la nouvelle BDOT 2014 ;
4. Par l'attribution des placettes aux classes de végétation de la BDOT 2014 (par spatial joint) on peut assurer complètement la cohérence sémantique entre les bases de données d'activités et facteurs d'émissions, ce qui améliore la qualité du NRF ;
5. Enfin les analyses statistiques effectuées confirment la pertinence de ce choix.

Tableau 5: Stratification de l'IFN 2 basée sur la BDOT 2014

Classe de végétation	Surface en 2014 (ha)	% du Pays	Nombre d'échantillons	Surface échantillonnée (ha)	Intensité d'échantillonnage (ha)
Culture annuelle	9361032	34,24%	2039	400,3	0,0043%
Culture permanente	37520	0,14%	4	0,8	0,0021%
Forêt claire	410	0,00%	0	0,0	0,0000%
Forêt galerie	121883	0,45%	23	4,5	0,0037%
Parc agroforestier	3326093	12,17%	729	143,1	0,0043%
Plantation forestière et verger	103191	0,38%	20	3,9	0,0038%
Rizière	46760	0,17%	8	1,6	0,0034%
Savane arborée	703782	2,57%	142	27,9	0,0040%
Savane arbustive	7437579	27,20%	1610	316,0	0,0042%
Savane herbeuse	1143705	4,18%	256	50,3	0,0044%
Steppe arborée	380801	1,39%	96	18,8	0,0049%
Steppe arbustive	2528371	9,25%	519	101,9	0,0040%
Steppe herbeuse	1471025	5,38%	314	61,6	0,0042%
Terres humides	59045	0,22%	10	2,0	0,0033%
Autres terres	487799	1,78%	79	15,5	0,0032%
Surface en eau	132014	0,48%	0	0,0	0,0000%
Total	27341011	100,00%	5849	1148,2	0,0042%

Résultats de l'IFN 2

Les paramètres estimés à partir des données de l'inventaire portent sur :

- (i) l'état sanitaire des populations d'espèces ligneuses ;
- (ii) le potentiel ligneux sur pied ;
- (iii) la tendance évolutive du volume total de bois au niveau national ;
- (iv) le stock de carbone dans la biomasse ligneuse aérienne ;
- (v) la production de biomasse herbacée et foliaire ;
- (vi) les indices écologiques et de biodiversité.

Pour le calcul du NRF, la variable principale retenue est le volume total sur pied (incluant les branches jusqu'aux 2 centimètres de diamètre).

Estimation du volume total sur pied.

Le volume total sur pied a été estimé en combinant les résultats de l'inventaire forestier national (IFN2) (cf. §II.3, MEEVCC, 2016) avec les équations allométriques qui ont été développées par le projet BKF/015 «*Second Inventaire Forestier National*» (IFN 2). L'objectif visé à travers cette étude était de contribuer à la mise au point d'outils fiables de quantification des ressources forestières du pays, à travers l'élaboration d'équations allométriques appropriées pour les estimations des volumes de bois de feu, de bois d'œuvre et de la biomasse foliaire des arbres, à partir des données collectées à cet effet par l'étude. Plus spécifiquement, l'étude a permis de disposer d'équations allométriques individuelles et multi-espèces adaptées (applicabilité) et robustes pour les estimations des volumes de bois de feu, de bois d'œuvre et de la biomasse foliaire par secteur phytogéographique.

Dans le cadre de l'élaboration du NRF/MNV, les équations allométriques pour le bois énergie (découpage minimum 2 cm) et celles pour l'estimation de la biomasse foliaire semblent les plus appropriées. L'échantillonnage utilisé a été important, car 3 120 arbres échantillons ont été abattus, ce qui a permis de développer 21 équations individuelles et 01 équation multi-espèces pour le domaine Soudanien, 19 équations individuelles et 01 équation multi-espèces pour le domaine Sahélien.

Les équations allométriques développées par l'IFN 2 étaient destinées à l'estimation des paramètres de production de bois (bois d'œuvre, bois de service, bois de feu, etc.), ce qui était justement le mandat de l'Inventaire national.

Les résultats de l'étude révèlent une densité moyenne à l'hectare au niveau national à 109,82 pieds vivants et à 3,01 sujets morts. La surface terrière moyenne à l'hectare est de 2,53 m². Le volume moyen de bois sur pied à l'hectare est évalué à 17,51 m³ dont 17,18 m³ de bois vert et 0,33 m³ de bois mort.

Le volume total de bois sur pied au niveau national pour le diamètre minimum de pré comptage fixé à 5 cm (d1, 30 m ≥ 5 cm), est estimé à 467,9 millions de m³ (valeur arrondie).

Concernant le niveau de précision sur les valeurs moyennes à l'hectare des différents paramètres dendrométriques estimés, il est satisfaisant. Pour les volumes moyens de bois à l'hectare, le paramètre le plus couramment utilisé dans le cadre de la gestion forestière, l'écart type relative commise (valeur arrondie) sur les résultats au niveau national est de 5 % au seuil de probabilité $p = 0,05$.

Ce potentiel est réparti ainsi qu'il suit :

- 207 millions de m³ de bois de feu potentiel ;
- 212,2 millions de m³ de bois des espèces pourvoyeuses des principaux PFNL ;
- 3,4 millions de m³ de bois de service et de bois d'œuvre potentiel (bois d'œuvre d'avenir) ;
- 1,8 millions de m³ de bois d'œuvre exploitable ;
- 4,8 millions de m³ de bois des fruitiers domestiques ;
- 38,7 millions de m³ de bois des « autres espèces » constituées des espèces totémiques et de celles dont le pouvoir calorifique du bois est très faible.

En fait les nombreuses équations allométriques qui ont été développées pour supporter l'IFN 2 se concentrent sur les volumes des fûts, branches (> 2cm), et la biomasse des feuilles.

Il est donc nécessaire d'adapter ces estimations aux paramètres définis pour les facteurs d'émissions, notamment la biomasse et sa transformation en Carbone, pour déterminer la teneur en Carbone et les émissions de CO₂. La méthodologie proposée pour l'estimation de la biomasse aérienne et du contenu en Carbone est présentée dans la Section 3.3 de ce document.

Au-delà de la biomasse aérienne, selon les indications de la CCNUCC, le stock de carbone devrait comprendre la totalité de la biomasse ligneuse non vivante, non contenue dans la litière, et gisant au sol ou dans le sol. Le bois mort comprend le bois gisant au sol, les racines mortes et les souches d'un diamètre égal ou supérieur à 10 cm, ou de tout autre diamètre utilisé par le pays.

Les travaux de l'IFN 2 ont effectué des mensurations du bois mort sur pied uniquement, donc ce paramètre est incomplet. Selon les données de l'IFN 2 le bois mort sur pied représente environ 2% du volume total. On estime que la fraction du bois mort gisant au sol devrait être inférieure à cette valeur au regard de la forte demande de bois de feu par les populations. Il est donc recommandé de collecter ces paramètres (bois mort et litière) lors des travaux d'inventaire futurs pour compléter ce pool de carbone.

2.2.2 Base de données du BUNASOLS

Grâce à la disponibilité des données pédologiques (1397 points géo référencés et analysés et 42 provinces couvertes par des cartes morpho pédologiques) assurée par la compétence technique du Bureau National des Sols du Burkina Faso (BUNASOLS), il a été possible d'élaborer une méthodologie pour l'estimation du Carbone organique du Sol en utilisant des données locales et en évitant de recourir à des valeurs bibliographiques.

La base de données du BUNASOLS comprend des données précises et des cartes des sols et de nombreuses analyses de la teneur du sol en carbone organique.

- 42 provinces sur 45 (92% de la surface du Burkina Faso) ont été cartographiées à l'échelle 1 : 100.000 ;
- nombreux profils représentatifs des unités cartographiques font l'objet de prélèvement d'échantillons pour des analyses de laboratoire y compris le carbone organique du sol ;
- presque 160.000 ha de 13 forêts classées ont été étudiés.

Échantillons de terrain

L'échantillon de terrain est constitué de 1 383 points géo référencés qui rapportent, pour les 30 premiers centimètres de profondeur, les données du Carbone organique du sol, la date de collecte, la texture et l'utilisation du sol présent sur le point :

Tableau 6: Exemple de Données ponctuelles du BUNASOLS

Numéro des profils	X	Y	Occupation des terres	Epaisseurs des horizons (cm)	Argile (%)	Limon (%)	Sables (%)	Texture	C_total (%)	Moy_pond_Carb_30cm
AZ11	706451,993	1317053,206	champ de sorgho sous savane arbustive	0-13	9,8	17,65	72,55	LS	0,438	
				13-36	31,37	11,77	56,86	LAS	0,292	0,3551
AZ21	690134,989	1287270,201	jachère sous savane parc	0-16	9,8	15,69	74,51	LS	0,753	
				16-48	13,73	19,6	66,67	LS	0,326	0,55367
AZ31	709143,993	1267931,197	Zone forestière à végétation ripicole	0-18	27,45	23,53	49,02	LAS	1,179	
				18-73	37,25	15,69	47,06	AS	0,853	1,04884
AZ33	707370,992	1267565,197	savane arbustive à arborée dense	0-17	9,8	27,45	62,75	LS	0,584	
				17-48	15,69	27,45	56,86	LS	0,292	0,45743
AZ39	693848,990	1274314,198	jachère sous svane parc	0-12	5,88	27,45	66,67	LS	0,539	
				12-32cm	13,73	21,56	64,71	LS	0,482	0,50476
AZ42	700393,991	1273305,198	Champ de sorgho sous savane parc	0-17	23,53	35,29	41,18	L	0,707	
				17-38	33,33	31,38	35,29	LA	0,55	0,63896
AZ45	703268,992	1276033,199	rizière sous savane parc	0-15	23,53	43,14	33,33	L	1,392	
				15-36	19,61	43,14	37,25	L	0,607	0,99942
AZ69	702580,992	1205700,204	jachère sous savane arborée à arbustive	0-15	7,84	19,61	72,55	LS	0,426	

La représentation spatiale des points d'échantillonnage du BUNASOLS est la suivante :

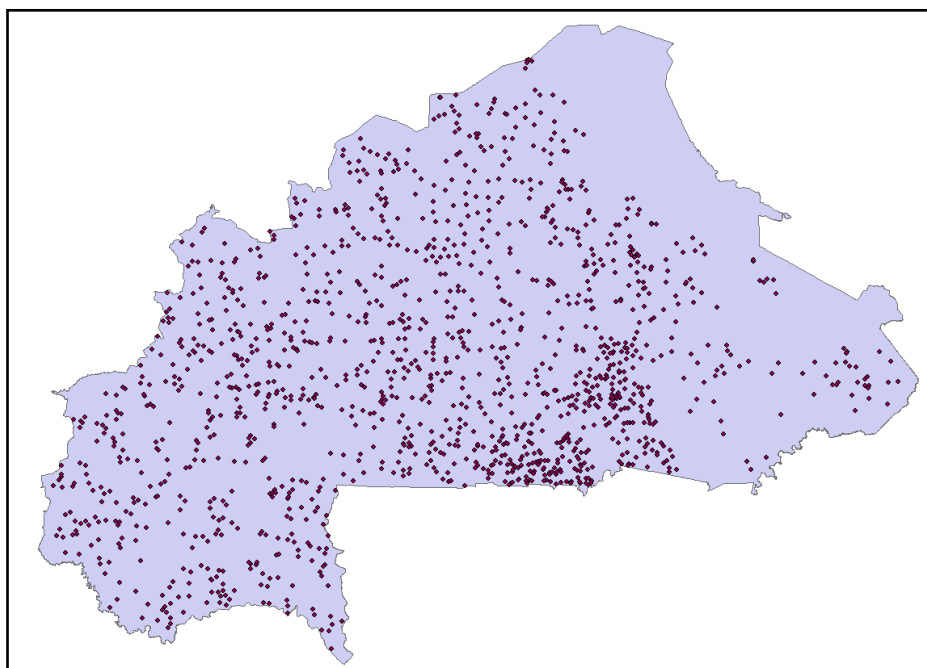


Figure 2: Localisation des données ponctuelles BUNASOLS.

Tableau 7: Répartition des échantillons en fonction des classes de végétation

Classe de végétation	# d'échantillons
Agriculture mixte	9
Forêt claire	2
Plantation forestière	2
Savane arborée	252
Savanes arbustive et herbeuse	271
Steppes arbustive et herbeuse	82
Terres cultivées	332
Territoire agroforestier	392
Vergers	5
Zones humides	36
Total	1383

Cartes morpho pédologiques de 42 sur 45 provinces du Burkina Faso

Les cartes ne sont pas harmonisées entre elles, et contiennent un total de 62 509 polygones et portent une légende qui indique uniquement la classification du sol selon le Référentiel Pédologique Français.

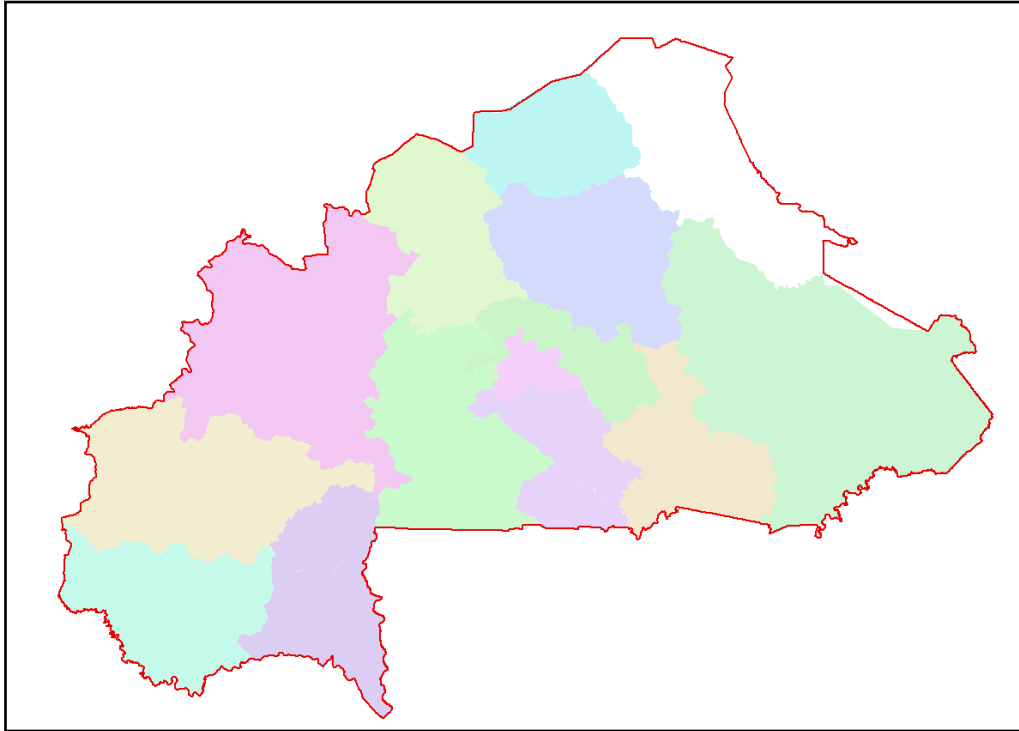


Figure 3. Provinces du Burkina Faso avec cartes morpho pédologiques.

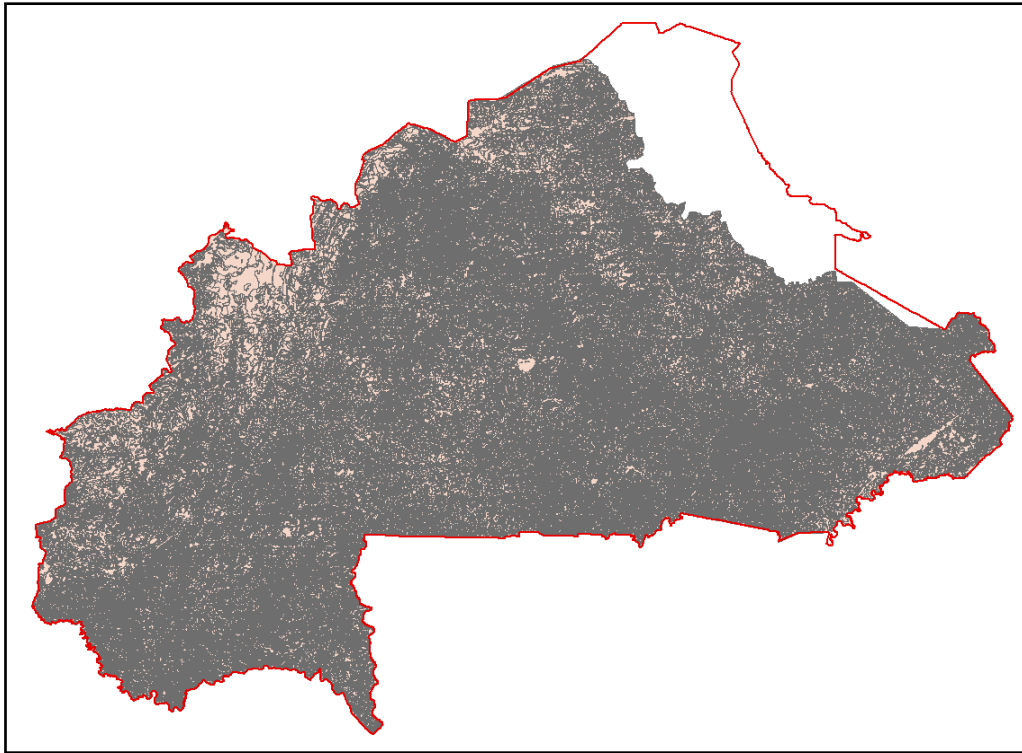


Figure 3: Polygones de cartes morpho pédologiques.

À travers le contrôle de la qualité, l'harmonisation des données de BUNASOLS et à leur intégration avec les informations trouvées sur des sites web spécialisés, des analyses de congruence ont été effectuées sur toutes les données fournies et les valeurs du carbone organique du sol ont été calculées et pesées pour les 30 premiers centimètres de sol.

La méthodologie suivie pour la collecte, l'analyse et le traitement des données du terrain est celle qui est décrite dans les manuels IPCC/GIEC (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, vol. 4 : Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)).

L'équation de référence qui a été utilisée pour l'analyse des variations du stock de COS est :

$$\Delta C_{Mineral} = \frac{(COS_0 - COS_{0-T})}{D}$$

(2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, vol. 4 : Agriculture, Forestry and other Land Use (AFOLU), formule 2.25)

La variation annuelle de stock de COS (ΔC) dérive de la **différence des quantités de COS entre deux moments** (0 et 0-T), divisé par le nombre d'années (D) passées entre les changements dans l'utilisation des terres (T est utilisé au lieu de D dans l'équation si $T \geq 20$ ans).

Enfin, pour chaque utilisation des terres de la BDOT et pour chaque domaine phytogéographique, la teneur en carbone organique du sol a été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$C.O. = \sum_1^n c.o. * d.a. * sp * \frac{(100 - sk)}{100}$$

Où,

C.O.= teneur en carbone organique (t/ha) ;

c.o.= concentration en carbone organique 0-30 cm (%) ;

d.a.= densité apparente (g/cm³) ;

sp = épaisseur d'horizon (30 cm) ;

sk = éléments grossiers (%) ;

Les détails de la méthodologie pour le calcul du COS se trouvent dans les documents suivants soumis à l'Unité de Coordination du Programme d'investissement forestier (UCP/PIF) :

- Procédures standard d'opération (SOPs) pour la collecte des données du terrain, analyse et traitement, PIF 2017 ;
- Développement d'un modèle de pertes du COS cohérent avec la méthodologie du NRF, PIF 2018.

3. CALCUL DU NIVEAU DE REFERENCE

3.1 Approche méthodologique

L'approche méthodologique établie par la CCNUCC envisage deux définitions et procédures pour le calcul du Niveau de Référence des Forêts, notamment :

Le NERF (Niveau de Référence des Émissions Forestières).

Cette approche considère seulement les émissions de CO₂ liées aux émissions de la déforestation et de la dégradation forestière. Le calcul se limite à une estimation des émissions liées à la déforestation brute (conversion entre forêt et agriculture ou pâturage). Cette approche implique que l'utilisation finale des terres ait une biomasse estimée à zéro. (Forêt → Agriculture intensive ou pâturage). Cette approche est valable pour les Pays où la déforestation est totale dans le processus (Brésil, Indonésie par exemple), mais la situation est différente au Burkina Faso où les transitions de stock de Carbone sont plus dynamiques.

Pour le Burkina Faso on estime que la meilleure approche à adopter est la suivante :

Le NRF (Niveau de Reference des Forêts).

Cette approche diffère de la précédente car elle considère non seulement les émissions brutes liées à la déforestation et à la dégradation forestière mais aussi les absorptions liées aux dynamiques des terres forestières.

Dans le cas du Burkina Faso, les facteurs d'absorptions de CO₂, en analysant les BDOT 1992, 2002 et 2014 sont liés à la régénération des jachères, au renforcement des stocks et au reboisement.

Pour ces raisons, les calculs présentés dans ce document, prenant en compte toutes les estimations du **NRF** font référence à la formule suivante :

$$\text{NRF} = \text{EMISSIONS} - \text{ABSORPTIONS CO}_2$$

Les NERF/NRF doivent être exprimés en tonnes d'équivalent dioxyde de carbone par an. L'utilisation d'une autre unité de mesure, par exemple un hectare de superficie forestière perdue, n'est donc pas acceptable au titre de la CCNUCC.

Un facteur d'émissions ou d'absorption (FE ou FA) représente le coefficient qui quantifie les émissions ou les absorptions d'un gaz par unité spatiale d'activités REDD+ et s'exprime normalement en tonnes de CO₂ équivalent à l'hectare.

Les facteurs d'émissions reposent souvent sur un échantillon de données de mesure. C'est le cas pour l'IFN 2 et les données du BUNASOLS, qui sont moyennées pour élaborer un taux d'émissions représentatif pour un niveau donné de changement d'affectation des terres en rapport avec les forêts dans un ensemble donné de conditions de fonctionnement.

Pour estimer les émissions et les absorptions d'une forêt (GIEC, 2003, 2006), le FE doit être multiplié par des données sur l'étendue géographique des activités humaines visées (appelées « données d'activités » - DA).

Cette opération est illustrée dans la figure suivante.

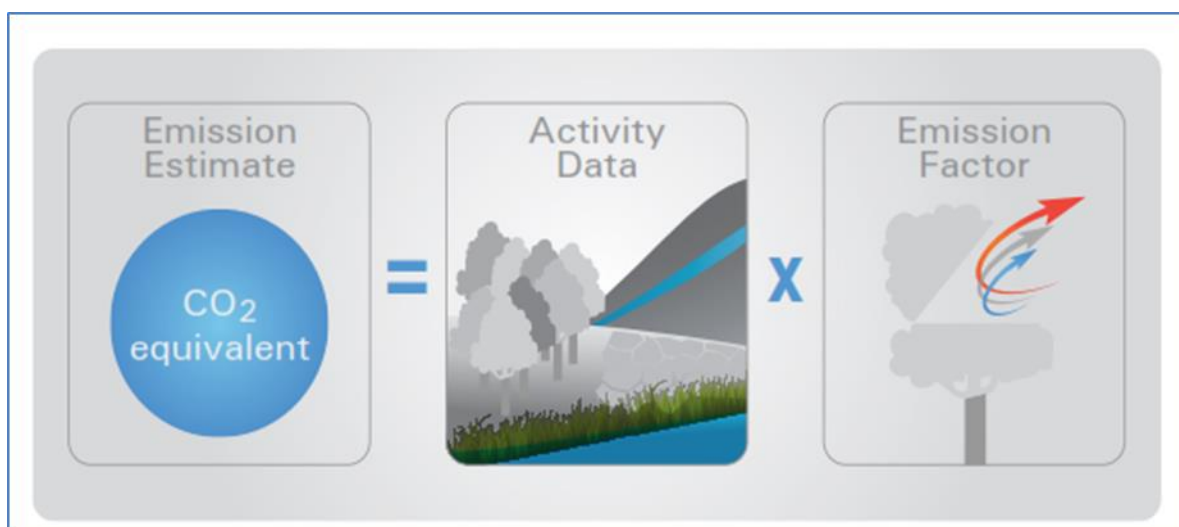


Figure 4: Formule du calcul des émissions

Deux méthodes sont proposées par le GIEC (2006) pour estimer les changements dans les stocks de carbone.

1. La méthode de la différence des stocks : l'estimation de la différence des stocks de carbone d'une même unité spatiale entre deux périodes de mesure. Il s'agit normalement de comparer les mesures prises lors de deux cycles d'inventaire forestier national.
2. La méthode des gains-pertes. Cette méthode consiste à déduire les pertes de carbone des gains pour une même unité spatiale et pour une période donnée.

Jusqu'à présent, l'approche généralement retenue par les pays en développement pour estimer les émissions historiques dues à la déforestation et construire ainsi leurs NERF/NRF consiste à créer des données d'activités à partir d'images satellitaires (Landsat ou à plus haute résolution, par exemple).

Les facteurs d'émissions sont ensuite estimés en calculant la différence entre le stock moyen de carbone dans la biomasse forestière et le stock moyen de carbone de la biomasse présente sur la superficie, résultant de la conversion ou de l'altération de la forêt (agriculture, par exemple) pour une période donnée. Dans cette approche, les stocks moyens de carbone des deux utilisations des terres sont estimés sur la base des données de l'IFN (d'un cycle seulement et non pas en comparant deux cycles comme dans la méthode de la différence des stocks).

Pour l'élaboration du NRF du Burkina Faso la méthode des gains-pertes a été adoptée.

Dynamiques du changement

Pour cette étude, une approche NRF a été adoptée (Émissions nettes), et les procès à considérer sont les suivants :

1. Déforestation

Conversion de terres forestières en terres non forestières.

Changement d'occupation de terre qui se produit quand des terres qui sont classifiées comme forestières selon la définition nationale sont converties en autres catégories non forestières. Typiquement forêt → terre cultivée.

Les changements de stock de Carbone pour les conversions entre Terres forestières → terres non forestières sont prises en compte dans cette étude.

2. Dégradation forestière

Perte de stock observée pour les terres forestières restant terres forestières. Peut inclure aussi la perte de biodiversité.

Il n'y a pas de définition officielle ou convenue de la dégradation, mais elle peut être décrite comme la perte directe à long terme, induite par l'homme, des stocks de carbone forestier, non qualifiée comme déforestation. Par conséquent, cela implique une diminution des stocks de carbone, avec un couvert mesuré restant au-dessus du seuil de définition de la forêt et aucun changement dans l'utilisation des terres, persistant dans le temps.

La définition générique de la dégradation des forêts (*réduction de la capacité de la forêt à fournir des biens et des services*) fournit un cadre commun pour toutes les définitions internationales et est aussi compatible avec l'approche dite « service rendu par les écosystèmes ».

En général, la revue des définitions existantes montre que beaucoup de définitions sont soit très générales soit centrées sur la réduction de la productivité, la biomasse ou la diversité. Les définitions qui ne font pas cas des bénéfices multiples de la forêt peuvent traiter de façon complète des valeurs de la forêt mais elles sont plus difficiles à utiliser à des fins internationales et de manière cohérente et transparente.

Dans notre cas le suivi de la dégradation peut s'articuler autour des activités suivantes :

Certains processus peuvent être détectés par télédétection, comme par exemple le passage entre différentes classes du domaine forestier (forêt->savane ou savane arborée->savane arbustive). Autres changements à l'intérieur de chaque classe forestière ne peuvent pas être détectés à l'aide d'images satellitaires. Dans ce cas, une source d'information précieuse peut être représentée par le suivi des placettes permanentes de l'IFN 2 qui est en cours. Chacune des 1 200 placettes permanentes accessibles est en train d'être remesurée. Cet exercice permettra une comparaison des stocks en 2012 avec les stocks de successifs jusqu'en 2017 et ainsi de suite.

Ce travail pourrait être qualifié comme la méthode de la différence des stocks : proposée par le GIEC (2006), soit l'estimation de la différence des stocks de carbone d'une même unité spatiale entre deux périodes de mesure. Il s'agit normalement de comparer les mesures prises lors de deux cycles d'inventaire forestier national.

Dès que les résultats du deuxième cycle d'inventaire seront disponibles, on pourra faire une évaluation afin de les intégrer dans le NRF. A cet effet, il faut signaler qu'il faudra soigneusement éviter un double comptage entre déforestation et dégradation forestière.

Le volet bois énergie peut jouer un rôle important dans l'estimation de la magnitude de la dégradation forestière par le biais de l'estimation du bilan entre l'offre (production de biomasse) et la demande (consommation), dont le déficit peut se qualifier comme érosion du stock. Pour améliorer cette estimation une possibilité serait d'utiliser l'outil WISDOM (Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping) développé par la FAO :

<http://www.wisdomprojects.net/global/>

3. Renforcement des stocks

Pour le renforcement des stocks l'approche méthodologique est similaire à celle du suivi de la dégradation.

Il y aura certains processus qui pourront apparaître dans les images satellitaires (comme la régénération naturelle des jachères suite à l'abandon de l'agriculture),, autres processus vont nécessiter d'observations de terrain pour quantifier les résultats.

4. Conservation des stocks de carbone et de la gestion durable des forêts.

Pour d'autres processus, comme les plantations forestières et l'aménagement forestier à petite échelle, les recommandations de l'«*Atelier sur l'état des lieux des activités MNV/ REDD+ au Burkina Faso, la définition de la forêt, la détermination NRF/NERF et la méthodologie pour la mise en œuvre du système MNV*», Loumbila, 2017 suggèrent de s'appuyer sur les données produites par le MEEVCC. Il faut quand même remarquer que pour l'inclusion dans le NRF, en plus des données qualitatives, on aura besoin de données quantitatives qui ne sont pas actuellement disponibles.

3.2 Estimations des changements d'occupation des terres 1992-2002-2014 (Données d'activités)

Les 3 BDOT (1992 -2002 - 2014) ont été classifiées suivant le schéma de classification adoptée par le MNV (Chapitre 2.1) et validé par trois (3) ateliers

L'évolution des surfaces des 21 classes originelles des BDOT, basée sur les BDOT avec MMU 0,8 ha, pour les années de référence 1992, 2002 et 2014, est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 8: Évolution des superficies d'occupation des terres en milliers d'hectares

Unité	Superficie en 1992	Superficie en 2002	Superficie en 2014	Variation annuelle 1992-2002	Variation annuelle 2002-2014	Variation annuelle 1992-2014
Forêt claire	5849	580	410	-527	-14	-247
Forêt galerie	524588	288451	121883	-23614	-13881	-18305
Plantation forestière	10895	11785	7404	89	-365	-159
Savane arborée	767634	683258	703782	-8438	1710	-2902
Steppe arborée	331848	446783	380801	11494	-5499	2225
Savane arbustive	13200859	10019320	7437579	-318154	-215145	-261967
Terres forestières	14841672	11450178	8651859	-339149	-233193	-281355
Parc agroforestier	2261104	3106093	3326093	84499	18333	48409
Culture annuelle	3788897	6908974	9361032	312008	204338	253279
Rizière	25139	38562	46760	1342	683	983
Culture permanente	17057	21466	37520	441	1338	930
Verger	2105	10596	95788	849	7099	4258
Terres cultivées	6094301	10085691	12867192	399139	231792	307859
Steppe arbustive	5269599	3463800	2528371	-180580	-77952	-124601
Savane herbeuse	257036	808464	1143705	55143	27937	40303
Steppe herbeuse	609097	1074135	1471025	46504	33074	39179
Prairies	6135731	5346399	5143102	-78933	-16941	-45120
Zone humide	41223	59442	59045	1822	-33	810
Surface en eau	68006	117156	132014	4915	1238	2909
Terres humides	109229	176597	191059	6737	1205	3720
Habitat	51711	124133	254569	7242	10870	9221
Etablissements humains	51711	124133	254569	7242	10870	9221

Unité	Superficie en 1992	Superficie en 2002	Superficie en 2014	Variation annuelle 1992-2002	Variation annuelle 2002-2014	Variation annuelle 1992-2014
Sol nu (érodé, dénudé)	29307	71857	140111	4255	5688	5037
Cuirasse	42513	39427	43254	-309	319	34
Dune de sable	6322	6245	6162	-8	-7	-7
Roche nue	30226	40484	43704	1026	268	613
Autres terres	108367	158014	233231	4965	6268	5676
Total	27341011	27341011	27341011	0	0	0

La comparaison des données des BDOT 1992, 2002 et 2014 montre une diminution de la superficie déboisée annuellement au Burkina Faso qui passe de 339149 ha/an à 233193 ha/an.

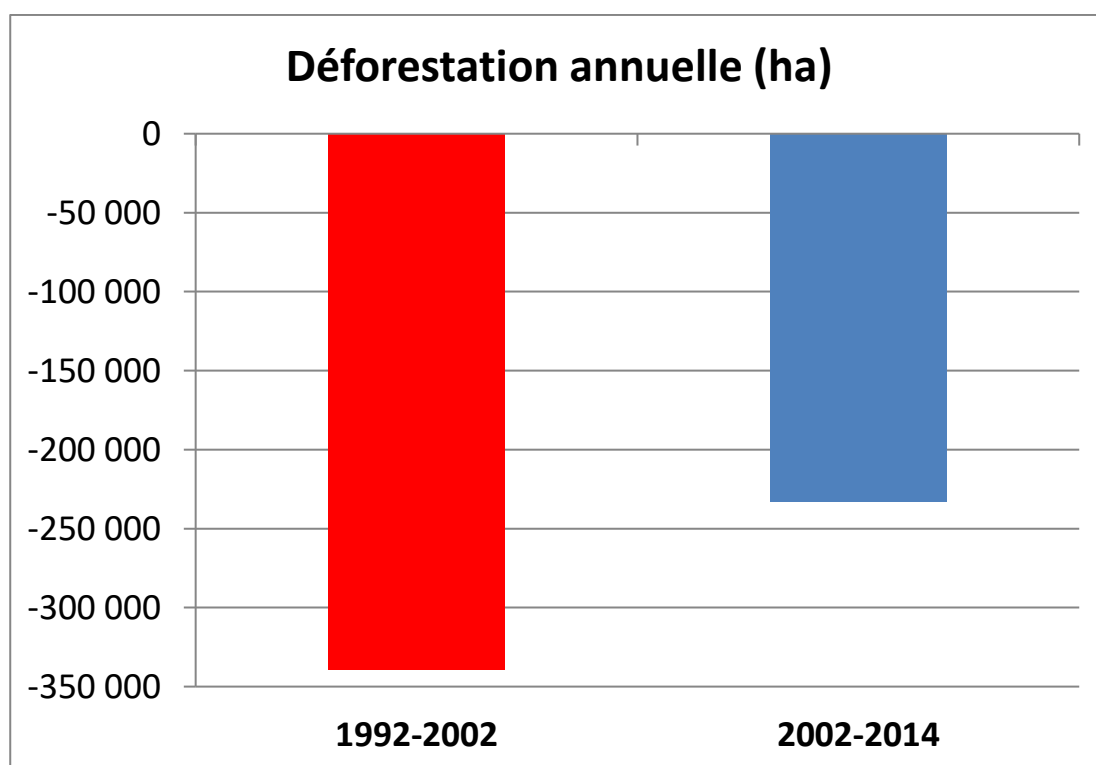


Figure 5: Évolution des surfaces d'occupation des terres 1992, 2002, 2014. Source : BDOT IGB, 2020

Néanmoins, on peut noter certaines incohérences dans les séries. Pour certaines catégories (Plantation forestière, Savane arborée, Steppe arborée, Zone humide, Cuirasse) on observe des changements positifs aussi bien que négatifs des surfaces entre les deux périodes.

Pour mieux harmoniser la cohérence des données d'activités on a décidé de suivre l'avis de l'équipe d'évaluateurs de la CCNUCC qui a fait la déclaration suivante au cours du processus d'évaluation : « Une approche plus parcimonieuse aurait été de recalculer la moyenne annuelle en considérant d'un bloc la période 1992-2014 ».

Suivant cette recommandation on a procédé à adopter **la période historique 1992-2014 pour les calculs du NRF.**

Donc pour la période 1992-2014 on a calculé les transitions suivantes.

Tableau 9 : Transition entre les différentes catégories

Catégorie GIEC	Terres forestières	Terres cultivées	Prairies	Terres humides	Établissements humains	Autres terres	Total 1992
Terres forestières	7797,6	5732,8	1167,9	57,3	67,7	18,3	14841,7
Terres cultivées	592,3	4859,3	445,4	35,0	117,3	45,0	6094,3
Prairies	249,3	2255,8	3514,7	11,1	22,2	82,6	6135,7
Terres humides	8,8	9,6	3,6	86,6	0,4	0,3	109,2
Établissements humains	0,8	3,2	1,0	0,1	46,6	0,0	51,7
Autres terres	3,0	6,6	10,4	0,9	0,4	87,0	108,4
Total 2014	8651,9	12867,2	5143,1	191,1	254,6	233,2	27341,0

Déforestation	Renforcement des stocks	Stable
---------------	-------------------------	--------

Entre 1992 et 2014 52,5% des terres forestières sont restées stables, tandis que 47,5% des forêts ont changé de destination, notamment 38,6% ont été converties en terres cultivées, 7,9% en prairies, 0,4% en terres humides, 0,5% en établissements humains et 0,1% en autres terres. Donc en 22 ans presque la moitié des forêts du Burkina Faso ont disparu.

La catégorie qui a subi les pertes les plus importantes est de loin les savanes arbustives (- 262000 ha par an) converties principalement en cultures annuelles.

Parallèlement, pour la même période, on observe une modeste croissance des superficies forestières (+5,8%), dont 4,0% provenant des terres cultivées, 1,7% des prairies et 0,1% des terres humides.

3.2.1 Analyse des changements

Pour le MNV du Burkina Faso le Tier 3 sera adopté. Le niveau 3 fournit des observations explicites spatialement des catégories d'utilisation des terres et des conversions qui peuvent détecter des tendances se produisant à des endroits spécifiques.

Analyse des changements – Niveau 3

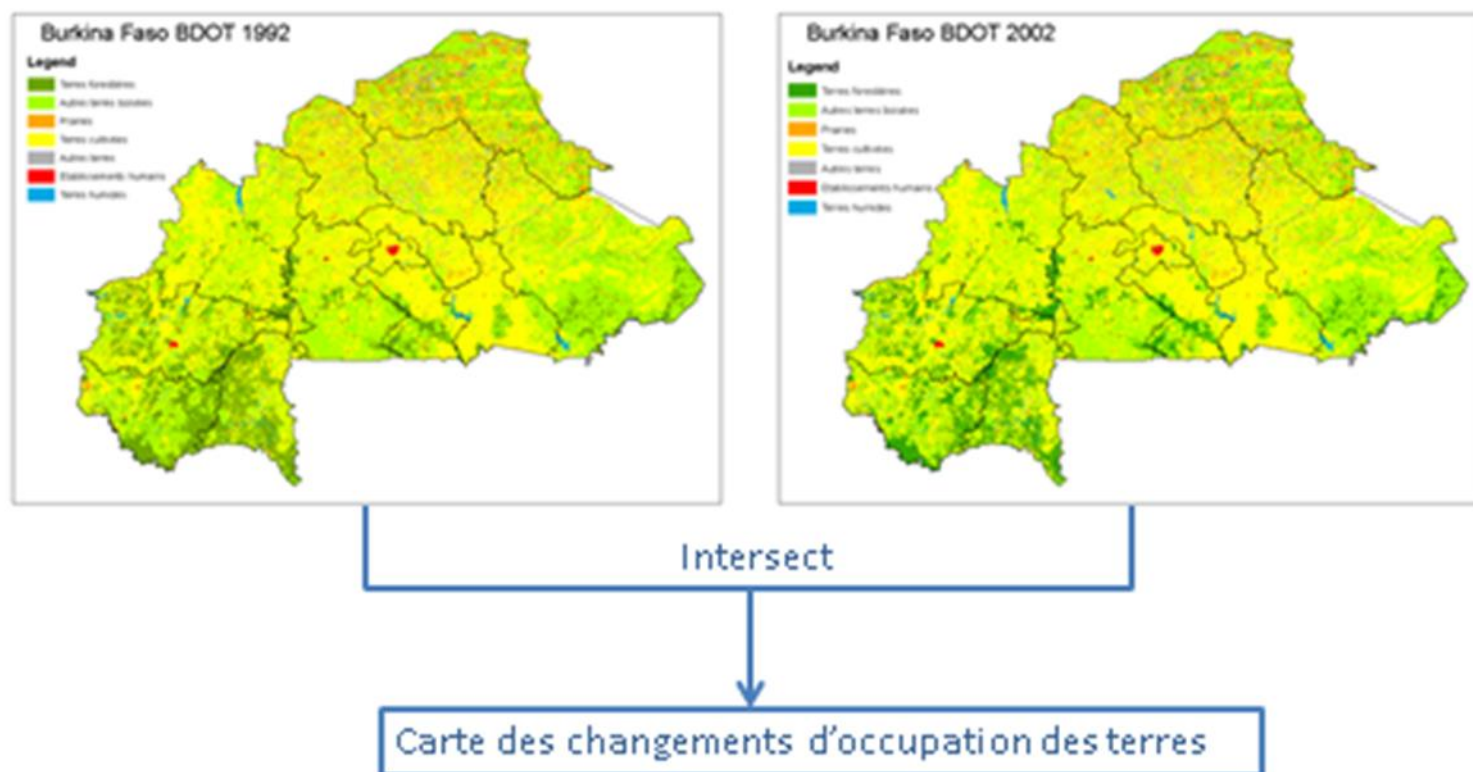


Figure 6: Analyse des changements - Tier

Les résultats de niveau (Tier 3) se caractérisent par la représentation des résultats en forme de matrices de transitions qui présentent les passages entre les différentes classes d'utilisation des terres (positifs ou négatifs).

Les matrices de transitions présentent les avantages suivants :

- Possibilité d'étudier non seulement les gains et les pertes de chaque classe mais aussi les processus de changement, ce qui est essentiel pour le suivi des activités REDD+ ;
- En association avec les données de biomasse ligneuse et du Carbone organique du sol pour les mêmes classes, elles permettent une estimation précise des niveaux d'émissions associés à chaque transition.

Le GIEC propose des méthodes permettant d'estimer les émissions pour les terres appartenant à une catégorie donnée et pour les terres qui ont été converties d'une catégorie à une autre. Le Tableau suivant montre les conversions possibles et les codes conventionnels utilisés à cet égard.

Tableau 10: Conversion et définition de l'utilisation des terres selon les bonnes pratiques du GIEC

Catégories de terres maintenues	Catégories de terres converties
FF = Terres forestières restant terres forestières	LF = Terres converties en terres forestières
CC = Terres cultivées restant terres cultivées	LC = Terres converties en terres cultivées
GG = Prairies restant prairies	LG = Terres converties en prairies
WW = Terres humides restant terres humides	LW = Terres converties en terres humides
SS = Terres habitées restant terres habitées	LS = Terres converties en terres habitées
OO = Autres terres restant autres terres	LO = Terres converties en autres terres

Suivant ces lignes directrices les matrices de transition basées sur les données IGB ont été calculées.

Comme annoncé plus haut, deux séries de cartes pour les mêmes périodes avec des MMU différents étaient disponibles. On a effectué une analyse de l'incertitude des deux séries et les résultats suivants ont été obtenus.

- **MMU 0,5 ha**

L'estimation de l'incertitude pour les Données d'activités (terres forestières) pour les BDOT MMU 0,5 ha est la suivante :

La BDOT 1992

Il y a discordance pour environ : 13,3% entre les terres forestières et les terres cultivées ; 21,3% entre les terres forestières et les autres terres. Donc la discordance totale pour les terres forestières est estimée à

$$13,3\% + 21,3\% = 34,6\%$$

La BDOT 2002

Il y a discordance pour environ : 12,3% entre les terres forestières et les terres cultivées ; 20,3% entre les terres forestières et les autres terres. Donc la discordance totale pour les terres forestières est estimée à

$$12,3\% + 20,3\% = 32,6\%.$$

La BDOT 2014

Il y'a discordance pour environ : 11,2% entre les terres forestières et les terres cultivées ; 19,7% entre les terres forestières et les autres terres. Donc la discordance totale pour les terres forestières est estimée à

$$11,2\% + 19,7\% = 30,9\%$$

L'incertitude totale est estimée comme la moyenne des discordances des terres forestières des trois cartes pour la MMU 0,5 est :

$$(34,6\% + 32,6\% + 30,9\%) / 3 = 32,7\%$$

- **MMU 0,8 ha**

La BDOT 1992

Il ressort qu'il y'a une concordance d'environ 85% entre les unités d'occupation des terres de la BDOT 1992 et les points de contrôle de sa qualité. Il y'a donc une discordance pour environ 15 % entre les mêmes éléments.

La BDOT 2002

Il ressort qu'il y'a une concordance d'environ 98% entre les unités de la BDOT 2002 et les points de contrôle de sa qualité. Il y'a discordance pour environ 2% entre les mêmes éléments.

La BDOT 2014

Il ressort qu'il y'a une concordance d'environ 94% entre les unités de la BDOT 2014 et les points de contrôle de sa qualité. Il y a donc une discordance pour environ 6% entre les mêmes éléments.

L'incertitude totale est estimée comme la moyenne des discordances entre les unités d'occupation des terres des trois BDOT :

$$(15\% + 2\% + 6\%) / 3 = 8\%$$

On observe donc une évolution considérable dans le niveau d'incertitude entre les BDOT MMU 0,5 ha et celles avec MMU 0,8 ha, en faveur de celles avec MMU 0,8 ha.

Donc pour tout l'exercice de calcul des Données d'activités pour le NRF on a utilisé les BDOT MMU 0,8 ha.

Source : BDOT IGB, 2019

3.3 Calcul des Facteurs d'émissions

3.3.1 Analyse statistique des estimations des volumes de l'IFN 2

Pour utiliser de façon optimale les données de l'IFN 2 dans le cadre de l'estimation du NRF il a été procédé à une analyse statistique pour consolider les résultats.

Pour ce faire, la démarche méthodologique suivante a été adoptée :

Une analyse préliminaire de la répartition des volumes suggère qu'il y a deux facteurs discriminants dans la détermination du volume de bois des formations ligneuses, c'est à dire :

- Le type de formation ligneuse, et
- Le domaine phytogéographique.

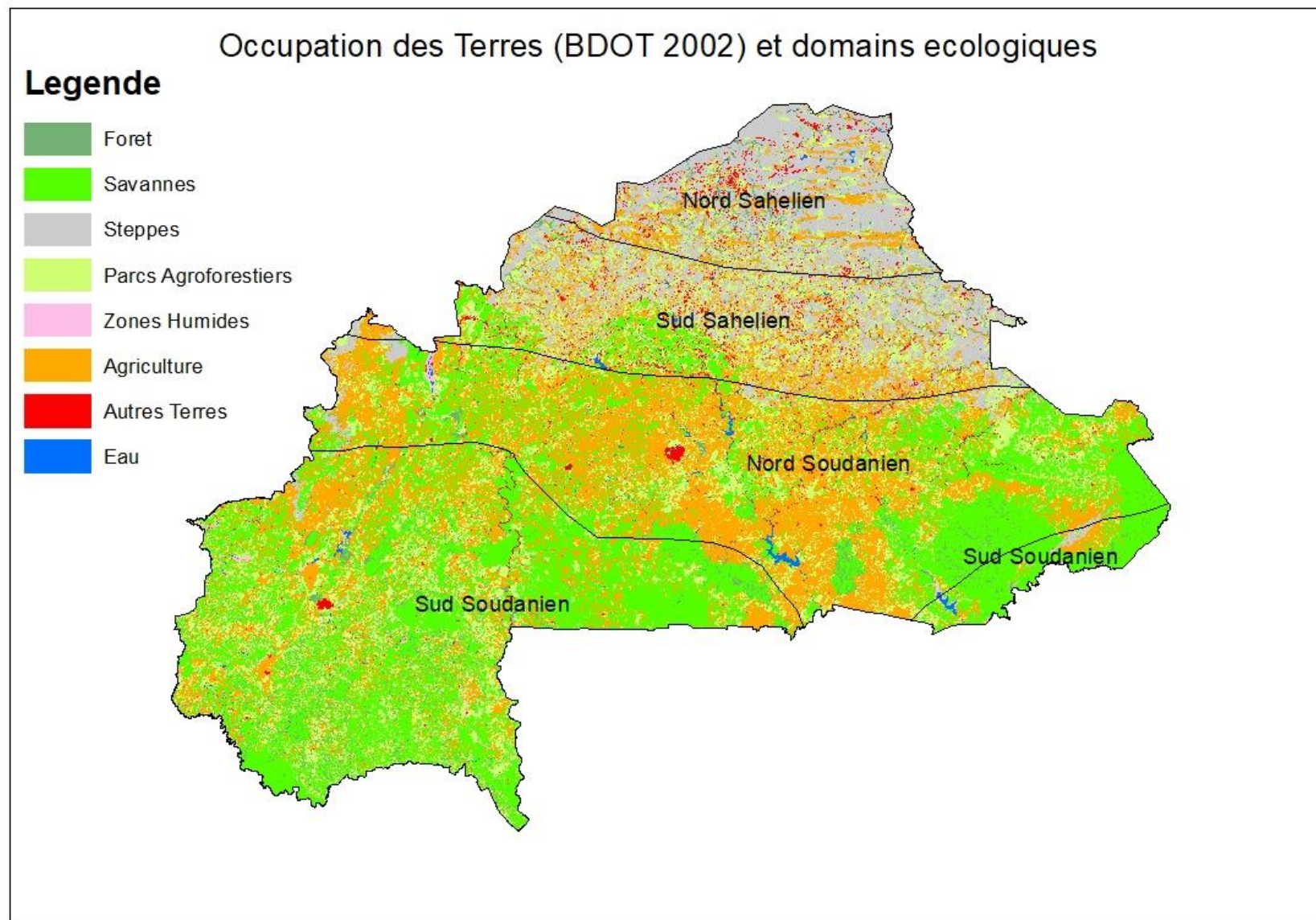


Figure 7: Occupation des terres et domaines écologiques

Pour vérifier statistiquement cette hypothèse, nous avons procédé à une analyse statistique de variance pour les deux facteurs de stratification identifiés (ANOVA). Utilisant le logiciel SAS JMP, et on a obtenu les résultats suivants :

Tableau 11: Analyse de la variance

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	319626,1	25	12785,05	9,053549	1,4E-33	1,508033
Within Groups	8056363	5705	1412,158			
Total	8375990	5730				

Les résultats de l'analyse statistique confirment la validité des hypothèses formulées.

Pour le model de stratification choisi, la valeur du paramètre F (Student Fisher) est de

F = 9,053549 Prob > F: 0,0001

Le tableau suivant résume les résultats de l'analyse stratifiée et comprend non seulement les moyennes mais aussi l'Écart-type et les limites de confiance inferieur et supérieur à une probabilité de 95%.

Tableau 12: Résultat des analyses stratifiées

Strate	Nombre d'observations	Somme	Moyenne	Varianc e	Ecart type	Erreur standar d	Err%	Inférieur à 95%	Supérieur à 95%
Forêt claire SUD SOUDANIEN	11	471	42,8	3098	55,7	16,78	0,39	9,9	75,7
Forêt galerie NORD SOUDANIEN	5	257	51,4	2488	49,9	22,31	0,43	7,7	95,1
Forêt galerie SUD SOUDANIEN	18	1019	56,6	1736	41,7	9,82	0,17	37,3	75,8
Parc agroforestier NORD SOUDANIEN	192	3249	16,9	499	22,3	1,61	0,10	13,8	20,1
Parc agroforestier SAHELIEN STRICT	8	52	6,5	85	9,2	3,25	0,50	0,1	12,9

Strate	Nombre d'observatio ns	Somm e	Moyenn e	Varianc e	Ecart type	Erreur standar d	Err%	Inférieu r à 95%	Supérie ur à 95%
Parc agroforestier SUD SAHELIEN	46	519	11,3	232	15,2	2,24	0,20	6,9	15,7
Parc agroforestier SUD SOUDANIEN	481	1092 8	22,7	669	25,9	1,18	0,05	20,4	25,0
Savane arborée NORD SOUDANIEN	48	1174	24,5	403	20,1	2,90	0,12	18,8	30,1
Savane arborée SUD SOUDANIEN	93	3187	34,3	542	23,3	2,41	0,07	29,5	39,0
Savane arbustive NORD SOUDANIEN	617	1451 0	23,5	4764	69,0	2,78	0,12	18,1	29,0
Savane arbustive SUD SOUDANIEN	985	2777 7	28,2	711	26,7	0,85	0,03	26,5	29,9
Savane herbeuse NORD SOUDANIEN	123	1847	15,0	468	21,6	1,95	0,13	11,2	18,8
Savane herbeuse SUD SOUDANIEN	132	2695	20,4	310	17,6	1,53	0,08	17,4	23,4
Steppe arborée NORD SOUDANIEN	4	180	45,0	1061	32,6	16,28	0,36	13,1	76,9
Steppe arborée SAHELIEN STRICT	24	476	19,8	464	21,5	4,40	0,22	11,2	28,4
Steppe arborée SUD SAHELIEN	68	1560	22,9	1094	33,1	4,01	0,17	15,1	30,8
Steppe arbustive NORD SOUDANIEN	59	886	15,0	151	12,3	1,60	0,11	11,9	18,1
Steppe arbustive SAHELIEN STRICT	171	1548	9,1	771	27,8	2,12	0,23	4,9	13,2
Steppe arbustive SUD SAHELIEN	289	3456	12,0	426	20,6	1,21	0,10	9,6	14,3
Steppe herbeuse NORD SOUDANIEN	8	82	10,3	97	9,9	3,49	0,34	3,4	17,1
Steppe herbeuse	168	345	2,1	41	6,4	0,49	0,24	1,1	3,0

Strate	Nombre d'observations	Somme	Moyenne	Varianc	Ecart type	Erreur standard	Err%	Inférieur à 95%	Supérieur à 95%
SAHELIEN STRICT									
Steppe herbeuse SUD SAHELIEN	138	946	6,9	523	22,9	1,95	0,28	3,0	10,7
Terres cultivées NORD SOUDANIEN	941	15956	17,0	791	28,1	0,92	0,05	15,2	18,8
Terres cultivées SAHELIEN STRICT	194	1268	6,5	1066	32,6	2,34	0,36	1,9	11,1
Terres cultivées SUD SAHELIEN	500	7195	14,4	4227	65,0	2,91	0,20	8,7	20,1
Terres cultivées SUD SOUDANIEN	408	7563	18,5	665	25,8	1,28	0,07	16,0	21,0

Les résultats obtenus de l'analyse statistique ci-dessus constituent la base des estimations des Facteurs d'émissions. Comme présenté dans l'approche méthodologique, le NRF est une combinaison des Données d'activités et de Facteurs d'émissions. Pour effectuer les calculs du NRF il faut que les deux paramètres soient cohérents, comme dans notre cas.

L'approche statistique adoptée permet aussi de calculer la valeur moyenne et le niveau d'incertitude associée. L'analyse statistique pour le calcul des incertitudes de ce facteur d'émissions est présentée dans l'Annexe 2.

3.3.2 Estimation de la biomasse aérienne

Comme discuté plus haut, les équations allométriques développées par l'IFN 2 étaient limitées à l'estimation des paramètres de production de bois (bois d'œuvre, bois de service, bois de feu, etc.), ce qui était justement le mandat de l'Inventaire national.

En fait, les nombreuses équations allométriques qui ont été développées pour supporter l'IFN 2 se concentrent sur les volumes des fûts, branches (> 2cm), et la biomasse des feuilles. A l'exception du Karité qui a fait l'objet de développement d'équations allométriques pour l'estimation de la biomasse aérienne.

Il est donc nécessaire d'adapter ces estimations aux paramètres définis pour les facteurs d'émissions, notamment la biomasse et sa transformation en Carbone, pour déterminer la teneur en Carbone et les émissions de CO₂.

Pour l'estimation de la biomasse aérienne l'approche méthodologique a été la suivante :

La conversion des résultats de volume en biomasse en utilisant la relation

$$M = V \times \rho$$

Où M représente la biomasse sèche en kg, V le volume en m³ et ρ la densité ou masse volumique en kg/m³.

Cette option nécessite d'avoir la densité de chaque espèce retenue soit à partir des valeurs obtenues lors de l'IFN 2 soit à partir de la littérature. Les valeurs de densité n'avaient pas été rapportées dans les résultats de l'IFN 2, faisant de la littérature l'alternative pour les données de densité. De même, les volumes obtenus ne comprennent pas les valeurs de la biomasse foliaire, ce qui nécessite de les intégrer si cette option est retenue.

Pour avoir une estimation moyenne du facteur densité des bois nous avons considéré les 10 espèces d'importance majeure selon l'IVI calculé par l'IFN 2. Pour chaque espèce choisie, la valeur moyenne de sa densité a été recherchée en littérature. Ensuite, les valeurs de densité ont été pondérées en fonction des volumes totaux par chaque espèce, calculés par l'IFN 2. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 13: Densité moyenne des 10 espèces plus importantes

Espèces	(WD) masse volumique en kg/dm ³	(Weigth) Volume total (m3)	WD*Weigth
<i>Vitellaria paradoxa</i>	0,95	114 257 967	108 545 069
<i>Combretum nigricans</i>	0,87	10 655 380	9 312 802
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	0,98	28 019 155	27 318 676
<i>Detarium microcarpum</i>	0,77	6 502 493	4 974 407
<i>Combretum glutinosum</i>	0,90	5 570 508	5 013 457
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0,78	9 666 303	7 491 385
<i>Lannea microcarpa</i>	0,54	19 301 639	10 461 488
<i>Lannea acida</i>	0,54	7 985 522	4 328 153
<i>Pilostigma thonningii</i>	0,70	3 468 445	2 427 912
<i>Terminalia avicennioides</i>	0,80	6 020 433	4 816 346
<i>Combretum micranthum</i>	0,87	2 572 780	2 248 610
<i>Parkia biglobosa</i>	0,61	22 718 307	13 858 167
<i>Acacia dudgeoni</i>	0,77	2 920 243	2 248 587

Espèces	(WD) masse volumique en kg/dm ³	(Weigth) Volume total (m3)	WD*Weigth
<i>Terminalia laxiflora</i>	0,65	5 285 159	3 435 353
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	0,70	3 955 502	2 776 762
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	0,80	11 029 776	8 823 821
<i>Burkea africana</i>	0,94	6 402 915	5 986 726
Sommes		266 332 527 (1)	224 067 721 (2)

Moyenne pondérée de la masse volumique = (2) / (1) = 0,841308134

Un autre aspect à considérer est que la biomasse ligneuse doit s'exprimer comme poids sec après l'étuvage. Des travaux de recherche sont en cours au SN-SIF en collaboration avec le BUNASOLS pour déterminer directement les poids secs.

Quand les données nationales seront disponibles, elles seront utilisées. Dans ce document, les facteurs standards disponibles dans la littérature (Reyes, 1992) ont été utilisés.

$$Y = 0.0134 + 0.800X \quad (r^2 = 0.988)$$

where

Y = wood density at oven-dry weight/green volume; g/cm³

X = wood density at air-dry weight/volume at 12-percent moisture; g/cm³

L'application de cette équation à la densité moyenne pondérée, donne le résultat suivant :

Poids sec moyen après l'étuvage (Oven dry weight) = 0,689873

Finalement, ce facteur moyen a été utilisé pour la conversion entre volume et biomasse aérienne ligneuse, pour chaque strate de végétation et domaine écologique.

La biomasse foliaire issue de l'IFN 2 pour chaque strate a été ensuite intégrée pour le calcul de la biomasse aérienne totale.

3.3.3 Estimation de la biomasse racinaire

Comme déjà mentionné, en ce moment nous ne disposons pas d'observations directes de la biomasse racinaire. Il faut tout de même remarquer que dans le cadre de la mise en œuvre du Projet BKF/015 – IFN 2, une méthodologie d'estimation de la biomasse racinaire des arbres avait été élaborée et validée en 2012. Celle-ci n'a pas pu être mise en œuvre car les moyens prévus par le Projet ne permettaient pas d'atteindre des résultats tangibles pour la mesure du carbone racinaire.

Pour combler ces écarts, la Direction Générale des Eaux et Forêts (DGEF) a été chargée de mettre à disposition des données fiables sur le carbone racinaire séquestré par les formations forestières et des arbres hors forêts (parcs agro forestiers) au niveau national. Les résultats ne sont pas disponibles au moment de la finalisation du présent rapport. Ils pourront donc être intégrés dans les versions ultérieures du NRF. Par conséquent, ne disposant pas d'estimations directes de la biomasse racinaire, pour ce travail, on fait référence aux valeurs par défaut (Tier 1) suivants :

Tableau 14: Ratio entre biomasse aérienne et biomasse souterraine

TABLE 4.4 RATIO OF BELOW-GROUND BIOMASS TO ABOVE-GROUND BIOMASS (R)				
Domain	Ecological zone	Above-ground biomass	R [tonne root d.m. (tonne shoot d.m.)⁻¹]	References
Tropical	Tropical rainforest		0.37	Fittkau and Klinge, 1973
	Tropical moist deciduous forest	above-ground biomass <125 tonnes ha ⁻¹	0.20 (0.09 - 0.25)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		above-ground biomass >125 tonnes ha ⁻¹	0.24 (0.22 - 0.33)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	Tropical dry forest	above-ground biomass <20 tonnes ha ⁻¹	0.56 (0.28 - 0.68)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		above-ground biomass >20 tonnes ha ⁻¹	0.28 (0.27 - 0.28)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	Tropical shrubland		0,4	Poupon, 1980
	Tropical mountain systems		0.27 (0.27 - 0.28)	Singh <i>et al.</i> , 1994
Subtropical	Subtropical humid forest	above-ground biomass <125 tonnes ha ⁻¹	0.20 (0.09 - 0.25)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		above-ground biomass >125 tonnes ha ⁻¹	0.24 (0.22 - 0.33)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	Subtropical dry forest	above-ground biomass <20 tonnes ha ⁻¹	0.56 (0.28 - 0.68)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		above-ground biomass >20 tonnes ha ⁻¹	0.28 (0.27 - 0.28)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	Subtropical steppe		0.32 (0.26 - 0.71)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	Subtropical mountain systems		no estimate available	

Source : 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Chapter 4: Forest Land

Les facteurs utilisés pour le Burkina Faso sont les suivants :

Tropical dry forest	above-ground biomass <20 tonnes ha ⁻¹	0.56 (0.28 - 0.68)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	above-ground biomass >20 tonnes ha ⁻¹	0.28 (0.27 - 0.28)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
Subtropical steppe		0.32 (0.26 - 0.71)	Mokany <i>et al.</i> , 2006

Ces coefficients ont été appliqués aux données de la biomasse aérienne pour déterminer la biomasse racinaire.

3.3.4 Carbone organique du sol

La méthodologie et les résultats pour l'estimation du Carbone organique du sol (COS) sont présentés dans le document '*Développement d'un modèle de pertes du COS cohérent avec la méthodologie du NRF*', PIF 2019.

Le livrable 1.10 a pour objectif de développer un modèle de pertes du COS cohérent avec la méthodologie du NRF dans le cadre de l'élaboration d'un plan d'action pour le développement du système MNV/REDD+, le développement du système MNV/REDD+ détaillé et de l'établissement d'un scénario de référence MNV/REDD+ pour répondre aux demandes du MEEVCC.

TIMESIS, partenaire d'AESA, a apporté une contribution technique aux activités dans le domaine de la pédologie en tenant compte de l'expérience qu'il a acquis dans l'enquête, la gestion et l'interprétation des données pédologiques.

Grâce à la disponibilité des données pédologiques (1397 points géo référencés et analysés et 42 provinces couvertes par des cartes morpho pédologiques) assurée par la compétence technique du Bureau National des Sols du Burkina Faso (BUNASOLS), il a été possible de poursuivre les travaux en utilisant des données locales et en évitant de recourir à des valeurs bibliographiques.

Les données du BUNASOLS ont été intégrées avec les informations trouvées sur des sites web spécialisés. Cette intégration s'est avérée nécessaire pour certains éléments, notamment :

1. Informations sur les éléments grossiers des sols.

Les éléments grossiers des sols n'étaient pas indiqués dans les données fournies par BUNASOLS, chiffre très important pour le calcul de la teneur en carbone organique du sol en poids. Il était possible de trouver ces données sur l'ISRIC Data Hub :

<https://data.isric.org/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/4ef1fe75-44f2-4f12-b0a4-dad9d90a61b9>

2. Informations sur la densité apparente des sols

La densité apparente des sols ne figure pas dans les données fournies par BUNASOLS, est aussi indispensable pour calculer la teneur en carbone organique du sol. Également dans ce cas, le hub de données ISRIC a été utilisé

<https://data.isric.org/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/e4869de3-eb72-49fe-8b66-d3546a07ac99>

À travers le contrôle de la qualité et l'harmonisation des données des analyses de congruence ont été effectuées sur toutes les données fournies et les valeurs du carbone organique du sol ont été calculées et pesées pour les 30 premiers centimètres du sol.

Le défi central des calculs consistait à attribuer une teneur en carbone organique des sols aux différentes classes d'utilisation des terres des BDOT afin de pouvoir renseigner le calcul du niveau de référence MNV/REDD+ avec la composante sol et les modifications d'utilisation des sols trouvées dans l'analyse diachronique.

Parallèlement, la création d'un seul niveau pour la cartographie morpho pédologique a permis de croiser et de vérifier les données ponctuelles de l'analyse du carbone organique du sol avec les informations des cartes des 42 provinces.

Avec les résultats de ce croisement, le territoire a été classé selon les caractéristiques du sol, essentielles pour le calcul de la teneur en carbone organique en poids : % de carbone, densité apparente et quantité d'éléments grossiers.

En appliquant aux données ainsi organisées la formule universellement reconnue de calcul de la teneur en carbone du sol en t/ha, il a été possible de procéder à la détermination de la contribution du composant sol au NRF détaillé pour chaque classe de végétation de la BDOT et de l'IFN 2 et pour chaque domaine phytogéographique.

L'attribution du COS aux différentes catégories d'utilisation des terres a été faite en tenant compte des critères de stratification adoptés.

Les critères de stratification pour le COS sont les mêmes ressortis de l'analyse statistique des volumes de l'IFN 2, notamment :

1. Classes de végétation BDOT et IFN 2
2. Domaine phytogéographique

Les résultats suivants ont été obtenus

Tableau 15: Carbone Organique du Sol t/ha

Classe de végétation	Domaine (*)	C Organique du Sol t/ha
Autres terres	NSH	0
Etablissements humains	NSH	0
Forêt galerie	NSH	14,248
Savanes arbustive et herbeuse	NSH	17,505
Sols nus	NSH	10,177
Steppe arborée	NSH	14,248
Steppes arbustive et herbeuse	NSH	10,992
Terres cultivées	NSH	13,027
Territoire agroforestier	NSH	12,62
Vergers	NSH	12,62
Zones humides	NSH	24,833
Autres terres	SSH	0
Etablissements humains	SSH	0
Forêt galerie	SSH	21,966
Savane arborée	SSH	22,78
Savanes arbustive et herbeuse	SSH	21,56
Sols nus	SSH	9,356
Steppe arborée	SSH	21,966
Steppes arbustive et herbeuse	SSH	19,932
Terres cultivées	SSH	21,56
Territoire agroforestier	SSH	21,56
Vergers	SSH	19,526
Zones humides	SSH	25,221
Autres terres	NSD	0
Etablissements humains	NSD	0
Forêt claire	NSD	19,258
Forêt galerie	NSD	26,223
Plantation forestière	NSD	15,57
Savane arborée	NSD	29,092
Savanes arbustive et herbeuse	NSD	29,092
Sols nus	NSD	9,014
Steppe arborée	NSD	26,223
Steppes arbustive et herbeuse	NSD	23,765
Terres cultivées	NSD	24,584
Territoire agroforestier	NSD	25,404
Vergers	NSD	19,668
Zones humides	NSD	34,418
Autres terres	SSD	0
Etablissements humains	SSD	0
Forêt claire	SSD	19,836
Forêt galerie	SSD	27,123
Plantation forestière	SSD	17,003

Classe de végétation	Domaine (*)	C Organique du Sol t/ha
Savane arborée	SSD	29,147
Savanes arbustive et herbeuse	SSD	27,123
Sols nus	SSD	11,335
Steppes arbustive et herbeuse	SSD	27,528
Terres cultivées	SSD	26,314
Territoire agroforestier	SSD	24,29
Vergers	SSD	24,29
Zones humides	SSD	37,649

3.3.5 Estimation du Carbone Total

Pour cette étude de calcul du NRF les réservoirs de Carbone pris en compte sont les suivants :

BLA = Biomasse ligneuse aérienne (comprend le bois vivant et mort sur pied) en tonne/ha
FEU = Biomasse des feuilles en tonne/ha
BRA = Biomasse racinaire en tonne/ha

La Biomasse Totale (BIOMT) est égale a

$BIOMT = BLA + FEU + BRA$

Pour le calcul de la teneur en Carbone on a utilisé la formule suivante :

$C_BIOMT = BIOMT * 0,47$

Finalement on a ajouté les valeurs calculées pour le COS.

$C_TOT = C_BIOMT + COS$

Et pour les calculs, les strates considérées sont les suivantes :

Les résultats obtenus pour le contenu de Carbone total pour chaque domaine écologique et classe de végétations seront utilisés en combinaison avec les données d'activités dérivées de trois BDOT (1992, 2002 et 2014) pour calculer le niveau des émissions.

Tableau 16: Base des données pour le calcul des Facteurs d'Émissions

Domaine	Occupation des terres	Volume Inclus les futs, les branches (>=2 cm) et le bois mort sur pied (m3/ha)	Biomasse ligneuse aérienne (t/ha)	Biomasse des feuilles (t/ha)	Total Biomasse aérienne (t/ha)	Biomasse racinaire (t/ha)	Biomasse ligneuse totale (t/ha)	Contenu de Carbone biomasse ligneuse (t/ha)	COS (t/ha)	Carbone Total (t/ha)
Nord sahélien	Forêt galerie	19,13	13,19	1,88	15,07	8,44	23,51	11,05	14,25	25,30
	Steppe arborée	19,83	13,68	0,93	14,61	4,68	19,29	9,06	14,25	23,31
	Culture annuelle	6,53	4,50	0,34	4,84	2,71	7,55	3,55	13,03	16,58
	Culture permanente	6,53	4,50	0,34	4,84	2,71	7,55	3,55	13,03	16,58
	Parc agroforestier	6,53	4,50	0,34	4,84	2,71	7,55	3,55	12,62	16,17
	Verger	28,69	19,79	0,99	20,78	5,82	26,60	12,50	16,92	29,42
	Steppe arbustive	9,05	6,24	0,31	6,56	2,10	8,65	4,07	10,99	15,06
	Steppe herbeuse	2,05	1,41	0,31	1,73	0,55	2,28	1,07	10,99	12,06
	Surface en eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Zone humide	7,05	4,86	0,97	5,83	3,27	9,10	4,28	30,53	34,81
	Habitat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cuirasse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Dune de sable	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Roche nue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sol nu (érodé, dénudé)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Forêt galerie	51,42	35,47	2,14	37,62	10,53	48,15	22,63	26,22	48,85
	Plantation forestière	28,69	19,79	0,99	20,78	5,82	26,60	12,50	16,92	29,42

Domaine	Occupation des terres	Volume Inclus les futs, les branches (≥2 cm) et le bois mort sur pied (m3/ha)	Biomasse ligneeuse aérienne (t/ha)	Biomasse des feuilles (t/ha)	Total Biomasse aérienne (t/ha)	Biomasse racinaire (t/ha)	Biomasse ligneeuse totale (t/ha)	Contenu de Carbone biomasse ligneeuse (t/ha)	COS (t/ha)	Carbone Total (t/ha)
Nord soudanien	Savane arborée	24,46	16,88	1,61	18,48	10,35	28,83	13,55	29,09	42,64
	Savane arbustive	23,52	16,23	1,01	17,24	9,65	26,89	12,64	29,09	41,73
	Steppe arborée	45,01	31,05	1,06	32,11	10,28	42,39	19,92	26,22	46,14
	Culture annuelle	16,96	11,70	0,52	12,22	6,84	19,06	8,96	24,58	33,54
	Culture permanente	16,96	11,70	0,52	12,22	6,84	19,06	8,96	24,58	33,54
	Parc agroforestier	16,92	11,67	0,52	12,19	6,83	19,01	8,94	25,40	34,34
	Rizière	3,93	2,71	0,00	2,71	1,52	4,22	1,99	21,37	23,36
	Verger	28,69	19,79	0,99	20,78	5,82	26,60	12,50	16,92	29,42
	Savane herbeuse	15,01	10,36	1,01	11,37	6,37	17,74	8,34	29,09	37,43
	Steppe arbustive	15,02	10,36	0,50	10,86	3,48	14,34	6,74	23,76	30,50
	Steppe herbeuse	10,26	7,08	0,31	7,39	2,37	9,76	4,59	23,76	28,35
	Surface en eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Zone humide	7,05	4,86	0,97	5,83	3,27	9,10	4,28	30,53	34,81
	Habitat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cuirasse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Roche nue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sol nu (érodé, dénudé)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sud sahélien	Forêt galerie	32,39	22,35	1,88	24,23	6,78	31,01	14,57	21,97	36,54
	Plantation forestière	28,69	19,79	0,99	20,78	5,82	26,60	12,50	16,92	29,42
	Savane arborée	15,41	10,63	1,01	11,64	6,52	18,16	8,54	22,78	31,32
	Savane arbustive	6,81	4,70	1,01	5,71	3,20	8,91	4,19	21,56	25,75
	Steppe arborée	22,94	15,83	1,06	16,88	5,40	22,29	10,48	21,97	32,44

Domaine	Occupation des terres	Volume Inclus les futs, les branches (≥2 cm) et le bois mort sur pied (m3/ha)	Biomasse ligneeuse aérienne (t/ha)	Biomasse des feuilles (t/ha)	Total Biomasse aérienne (t/ha)	Biomasse racinaire (t/ha)	Biomasse ligneeuse totale (t/ha)	Contenu de Carbone biomasse ligneeuse (t/ha)	COS (t/ha)	Carbone Total (t/ha)
	Culture annuelle	14,39	9,93	0,39	10,32	5,78	16,09	7,56	21,56	29,12
	Culture permanente	14,39	9,93	0,39	10,32	5,78	16,09	7,56	21,56	29,12
	Parc agroforestier	11,29	7,79	0,39	8,18	4,58	12,76	6,00	21,56	27,56
	Verger	28,69	19,79	0,99	20,78	5,82	26,60	12,50	16,92	29,42
	Savane herbeuse	9,46	6,52	1,01	7,54	4,22	11,76	5,53	21,56	27,09
	Steppe arbustive	11,96	8,25	0,50	8,75	2,80	11,55	5,43	19,93	25,36
	Steppe herbeuse	6,86	4,73	0,31	5,05	1,61	6,66	3,13	19,93	23,06
	Surface en eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Zone humide	7,05	4,86	0,97	5,83	3,27	9,10	4,28	30,53	34,81
	Habitat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cuirasse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Roche nue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sol nu (érodé, dénudé)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sud soudanien	Forêt claire	42,81	29,53	1,98	31,52	8,82	40,34	18,96	19,84	38,80
	Forêt galerie	56,59	39,04	2,44	41,48	11,61	53,09	24,95	27,12	52,08
	Plantation forestière	28,69	19,79	0,99	20,78	5,82	26,60	12,50	16,92	29,42
	Savane arborée	34,27	23,64	2,08	25,72	7,20	32,92	15,47	29,15	44,62
	Savane arbustive	28,20	19,45	1,32	20,77	5,82	26,59	12,50	27,12	39,62
	Culture annuelle	18,54	12,79	0,66	13,45	7,53	20,98	9,86	26,31	36,18
	Culture permanente	18,54	12,79	0,66	13,45	7,53	20,98	9,86	26,31	36,18
	Parc agroforestier	22,72	15,67	0,66	16,33	9,15	25,48	11,98	24,29	36,27
	Rizière	3,93	2,71	0,00	2,71	1,52	4,22	1,99	21,37	23,36

Domaine	Occupation des terres	Volume Inclus les futs, les branches (≥2 cm) et le bois mort sur pied (m3/ha)	Biomasse ligneeuse aérienne (t/ha)	Biomasse des feuilles (t/ha)	Total Biomasse aérienne (t/ha)	Biomasse racinaire (t/ha)	Biomasse ligneeuse totale (t/ha)	Contenu de Carbone biomasse ligneeuse (t/ha)	COS (t/ha)	Carbone Total (t/ha)
	Verger	28,69	19,79	0,99	20,78	5,82	26,60	12,50	16,92	29,42
	Savane herbeuse	20,42	14,09	1,01	15,10	8,45	23,55	11,07	27,12	38,19
	Surface en eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Zone humide	7,05	4,86	0,97	5,83	3,27	9,10	4,28	30,53	34,81
	Habitat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cuirasse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sol nu (érodé, dénudé)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Les résultats obtenus pour le contenu de Carbone total pour chaque domaine écologique et classe de végétations seront utilisés en combinaison avec les données d'activités dérivées des deux BDOT (1992, et 2014) pour calculer le niveau des émissions.

Pendant la procédure d'évaluation les experts de la CCNUCC ont posé la question suivante :

Comparaison des facteurs d'émissions avec les valeurs par défaut des lignes directrices du GIEC

Le Burkina Faso pourrait-il préciser et expliquer les différences observées entre les facteurs d'émissions utilisés pour élaborer le NRF et les valeurs par défaut fournies par les lignes directrices du GIEC ?

Pour répondre à cette question on reprend ici les résultats principaux de notre analyse pour les forêts basées sur les résultats de l'IFN 2.

Tableau 17: Résultats principaux de l'analyse pour les forêts basés sur les résultats de l'IFN 2

catégorie BDOT	Domaine	Nombre d'observations	Biomasse aérienne (t/ha)
Forêt claire	Sud soudanien	11	31,5
Forêt claire	Moyenne pondérée	11	31,5
Forêt galerie	Nord soudanien	5	37,6
Forêt galerie	Sud soudanien	18	41,5
Forêt galerie	Moyenne pondérée	23	40,6
Savane arborée	Nord soudanien	48	18,5
Savane arborée	Sud soudanien	93	25,7
Savane arborée	Moyenne pondérée	141	23,3
Savane arbustive	Sud sahélien	1	5,7
Savane arbustive	Nord soudanien	617	17,2
Savane arbustive	Sud soudanien	985	20,8
Savane arbustive	Moyenne pondérée	1603	19,4
Steppe arborée	Nord sahélien	24	14,6
Steppe arborée	Sud sahélien	68	16,9
Steppe arborée	Nord soudanien	4	32,1
Steppe arborée	Moyenne pondérée	96	16,9
Total forêt	Moyenne pondérée	1874	19,9

On peut noter une bonne correspondance avec les résultats logiquement attendus. Les forêts proprement dites (forêt claire et forêt galerie) montrent un niveau de biomasse supérieur à celui des savanes et des steppes.

En plus, chaque formation végétale montre un gradient négatif important Nord-Sud à cause de la faible productivité liée à la quantité des précipitations.

Une synthèse des résultats pour la comparaison avec les valeurs par défaut fournies par les lignes directrices du GIEC est présentée dans les tableaux et graphique suivants.

Tableau 18: Biomasse aérienne moyenne par type de végétation

Type de végétation	Biomasse aérienne moyenne (t/ha)
Forêt claire	31,5
Forêt galerie	40,6
Savane arborée	23,3
Savane arbustive	19,4
Steppe arborée	16,9

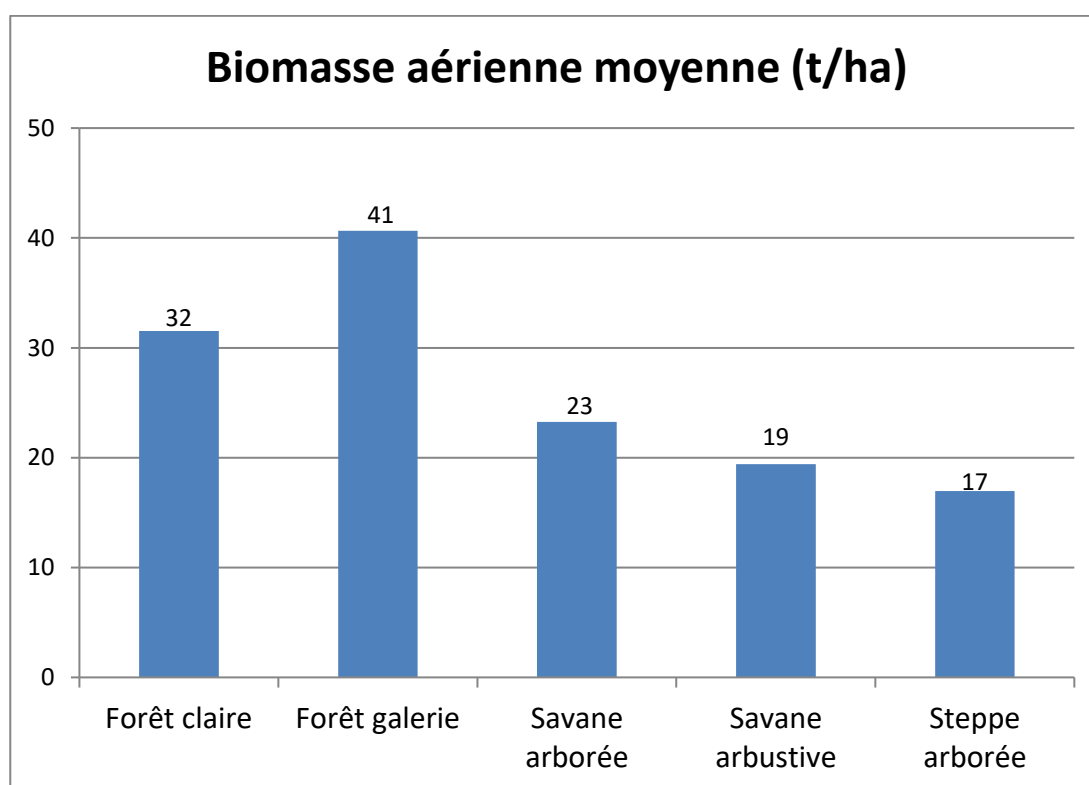


Figure 8: Diagramme de la biomasse aérienne moyenne par type de végétation

Pour la comparaison les différences observées entre les facteurs d'émissions utilisés pour élaborer le NRF et les valeurs par défaut fournies par les lignes directrices du GIEC on reprend ici les recommandations du GIEC pour les valeurs par défaut du Tier 1.

Source : 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 4 : Agriculture, Forestry and Other Land Use.

Global ecological zones, based on observed climate and végétation patterns (FAO, 2001). Data for geographic information systems available at <http://www.fao.org>.

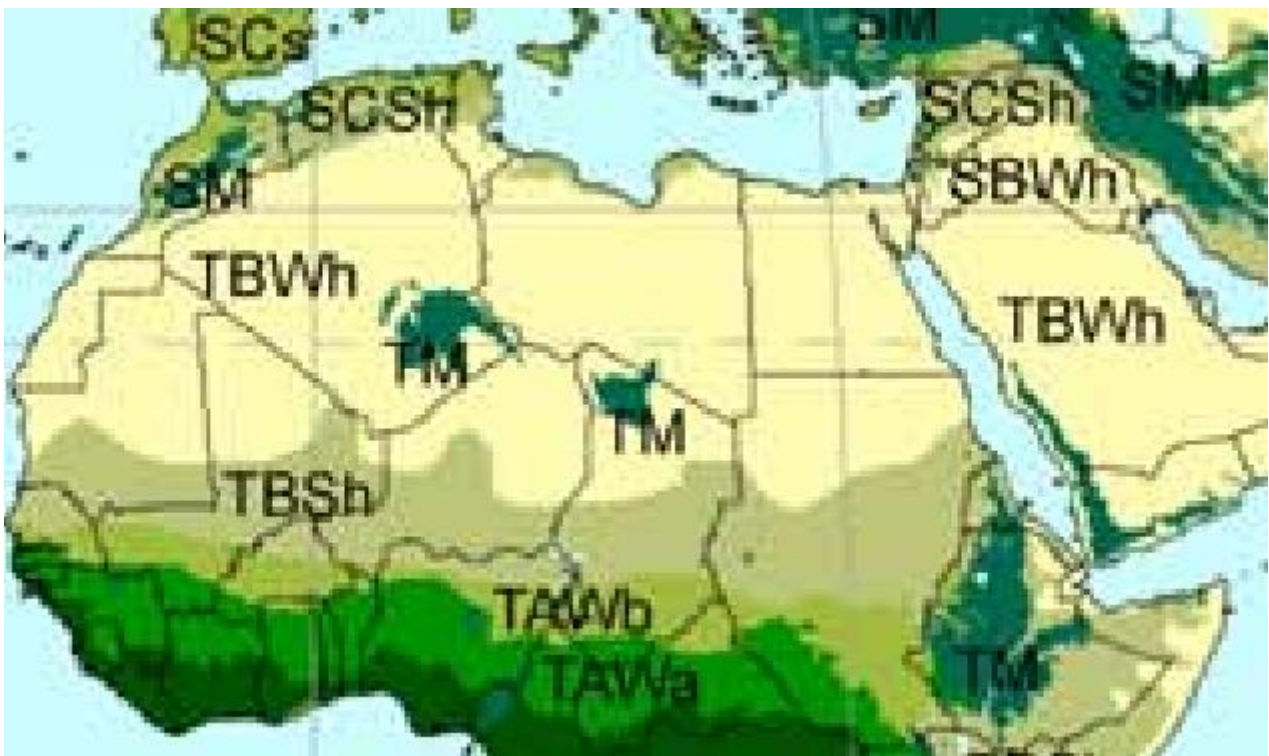


TABLE 4.1 CLIMATE DOMAINS (FAO, 2001), CLIMATE REGIONS (CHAPTER 3), AND ECOLOGICAL ZONES (FAO, 2001)					
Climate domain		Climate region	Ecological zone		
Domain	Domain criteria		Zone	Code	Zone criteria
Tropical	all months without frost; in marine areas, temperature >18°C	Tropical wet	Tropical rain forest	TAr	wet: ≤ 3 months dry, during winter
		Tropical moist	Tropical moist deciduous forest	TAwa	mainly wet: 3-5 months dry, during winter
		Tropical dry	Tropical dry forest	TAWb	mainly dry: 5-8 months dry, during winter
			Tropical shrubland	TBSh	semi-arid: evaporation > precipitation
			Tropical desert	TBWh	arid: all months dry
		Tropical montane	Tropical mountain systems	TM	altitudes approximately >1000 m, with local variations

Selon la classification de la FAO, adopté par le GIEC, les zones correspondantes pour le Burkina Faso sont Tropical shrubland (TBSh) et Tropical desert (TBWh), et les valeurs correspondantes sont les suivants.

TABLE 4.7 ABOVE-GROUND BIOMASS IN FORESTS				
Domain	Ecological zone	Continent	Above-ground biomass (tonnes d.m. ha ⁻¹)	References
Tropical	Tropical rain forest	Africa	310 (130-510)	IPCC, 2003
		North and South America	300 (120-400)	Baker <i>et al.</i> , 2004a; Hughes <i>et al.</i> , 1999
		Asia (continental)	280 (120-680)	IPCC, 2003
		Asia (insular)	350 (280-520)	IPCC, 2003
	Tropical moist deciduous forest	Africa	260 (160-430)	IPCC, 2003
		North and South America	220 (210-280)	IPCC, 2003
		Asia (continental)	180 (10-560)	IPCC, 2003
		Asia (insular)	290	IPCC, 2003
	Tropical dry forest	Africa	120 (120-130)	IPCC, 2003
		North and South America	210 (200-410)	IPCC, 2003
		Asia (continental)	130 (100-160)	IPCC, 2003
		Asia (insular)	160	IPCC, 2003
	Tropical shrubland	Africa	70 (20-200)	IPCC, 2003
		North and South America	80 (40-90)	IPCC, 2003
		Asia (continental)	60	IPCC, 2003
		Asia (insular)	70	IPCC, 2003
	Tropical mountain systems	Africa	40-190	IPCC, 2003
		North and South America	60-230	IPCC, 2003
		Asia (continental)	50-220	IPCC, 2003
		Asia (insular)	50-360	IPCC, 2003

Les valeurs par défaut (Tier 1) pour les zones correspondantes au Burkina Faso sont de 70 t/ha pour Tropical shrubland avec un intervalle de confiance 20-200 t/ha pour le domaine soudanien. La deuxième zone écologique du Pays, le domaine sahélien, pour cette classification est assimilé au désert, apparemment, avec une biomasse égale à zéro.

Donc on peut conclure que la moyenne des valeurs du Tier 1 pour le Burkina est en moyenne de 35 t/ha avec un intervalle de confiance de 10 à 100 t/ha.

Notre estimation d'une moyenne pondérée d'environ 20 t/ha rentre bien dans les intervalles de confiance prévus.

Enfin il faut remarquer que l'estimation nationale basée sur plus de 5'000 placettes de terrain et soutenue par une analyse statistique donne des résultats certainement plus précis que l'approche du Tier 1.

4. RESULTATS

4.1 Calcul des émissions de CO₂

Les calculs seront effectués en utilisant le schéma suivant,

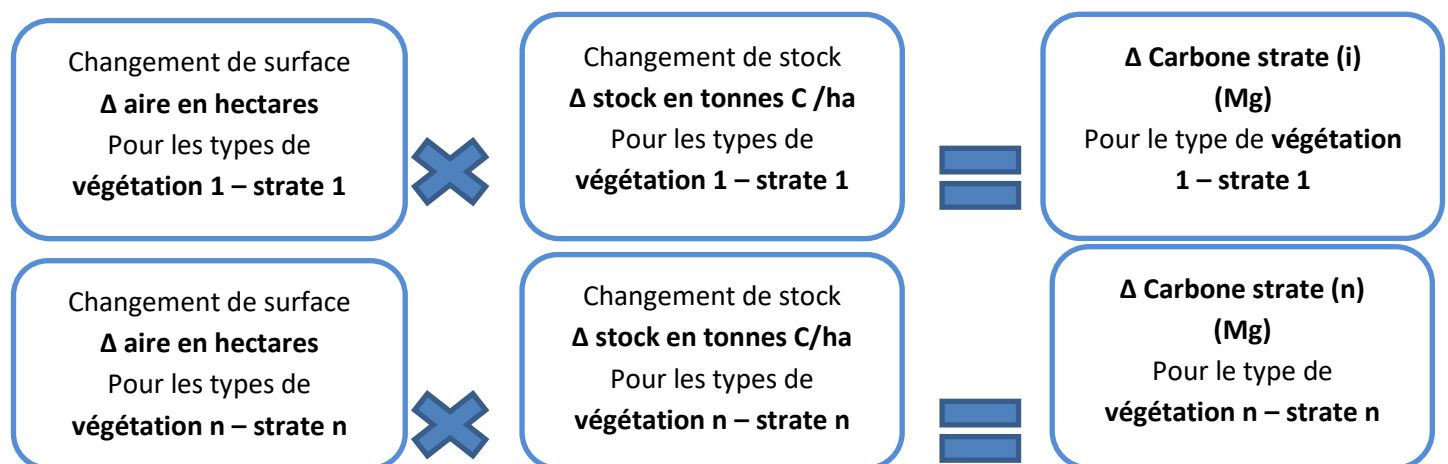


Figure 9: Combinaison des Données d'activités et Facteurs d'émissions

Enfin, le changement total de contenu de Carbone sera $\Delta \text{ Carbone total} = \sum_1^n \Delta \text{ Carbone strate}$

Dans notre cas la stratification se base sur une combinaison de types de végétation et domaines phytogéographiques.

Les valeurs des émissions sont ensuite transformées en équivalent dioxyde de carbone à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Équivalent CO}_2 = \Delta \text{ Carbone total} \times 44 / 12$$

4.1.1 Émissions forestières

Suivant la méthodologie proposée par le GIEC, nous avons procédé au calcul des niveaux d'émissions / absorption de CO₂ en multipliant

$$\text{Données d'activités} \times \text{Facteurs d'émissions}$$

Après calcul nous avons obtenu les résultats suivants :

Pour le calcul du NRF, il faudra prendre en considération seulement les changements (positifs ou négatifs) qui affectent les terres forestières, comme présenté dans le Tableau suivant.

Tableau 19: Estimation des émissions forestières 1992-2014

Catégorie 1992	Catégorie 2014	Émissions / Absorptions de CO ₂ en milliers de tonnes par an (*)
Terres forestières	Terres forestières	251,0
Terres forestières	Terres cultivées	5714,5
Terres forestières	Prairies	786,5
Terres forestières	Terres humides	259,7
Terres forestières	Établissements humains	464,7
Terres forestières	Autres terres	124,3
Émissions annuelles		7600,8
Terres cultivées	Terres forestières	-594,2
Prairies	Terres forestières	-307,1
Terres humides	Terres forestières	-23,2
Établissements humains	Terres forestières	-5,2
Autres terres	Terres forestières	-19,3
Séquestration annuelle		-949,0
Émissions nettes		6651,8

(*) Les valeurs positives représentent les émissions annuelles pour chaque transition, les valeurs négatives les absorptions annuelles de CO₂.

Pour la période 1992-2014 les émissions forestières nettes totalisent 6,65 millions de tonnes équivalentes de CO₂ par an, dont 7,6 millions de tonnes d'émissions et 0,95 million de tonnes par an de séquestration.

La plupart des émissions (75%) sont liées à la conversion de terres forestières en terres cultivées, suivi de la conversion en prairies (10%), de la conversion en établissement humains (6%), terres humides (3%) et autres terres (2%). Une faible fraction des émissions, 0,25 million de tonne par an (3%) est liée aux terres forestières restant terres forestières pouvant être qualifiée comme dégradation forestière.

Parallèlement on assiste aussi à des phénomènes de séquestration de CO₂, soit 0,95 million de tonne par an (12,5% du total) liés surtout à la conversion de terres cultivées et prairies en terres forestières par régénération naturelle ou artificielle.

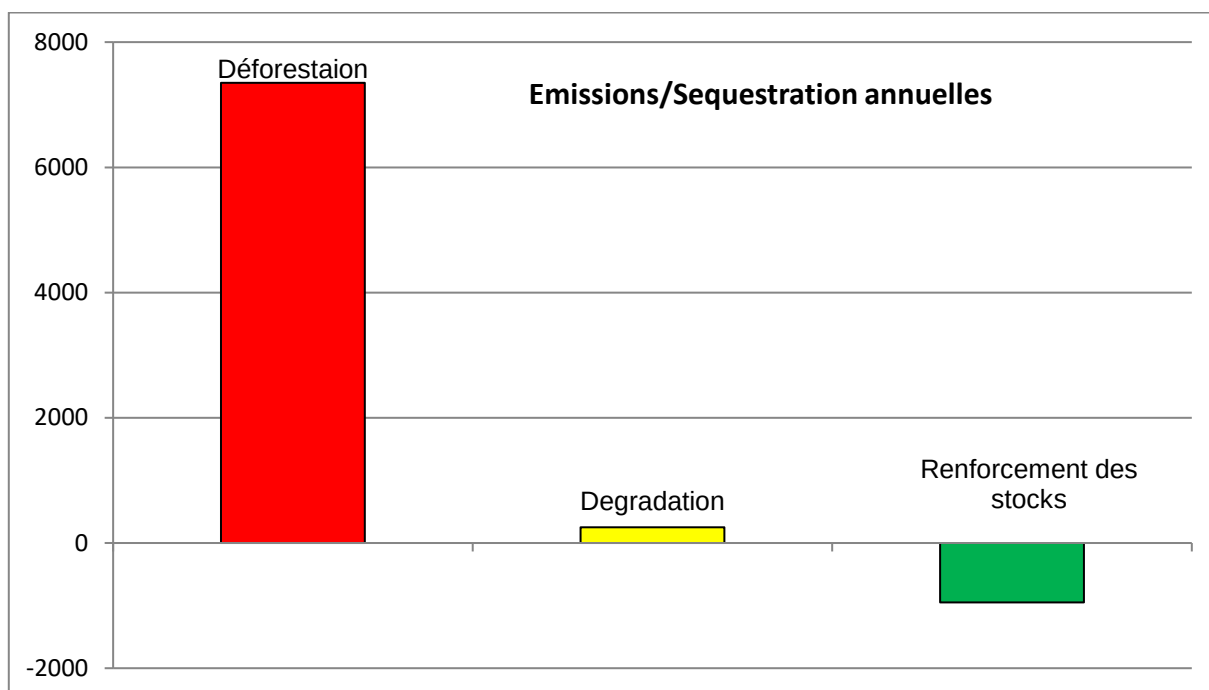


Figure 10: Émissions / Absorptions annuelles de CO₂ 1992-2014

Tableau 20: Récapitulatif des Émission en milliers de tonne

	Émissions de CO ₂ en milliers de tonnes par an		
	Biomasse ligneuse	Carbone Organique du Sol	Émissions Totales
Emissions nettes	3426,9	3224,9	6651,8

Environ 51,5% des émissions sont imputables aux émissions liées à la conversion de la biomasse ligneuse tandis que les émissions de CO₂ liées aux Carbone organique du sol représentent environ 48,5%.

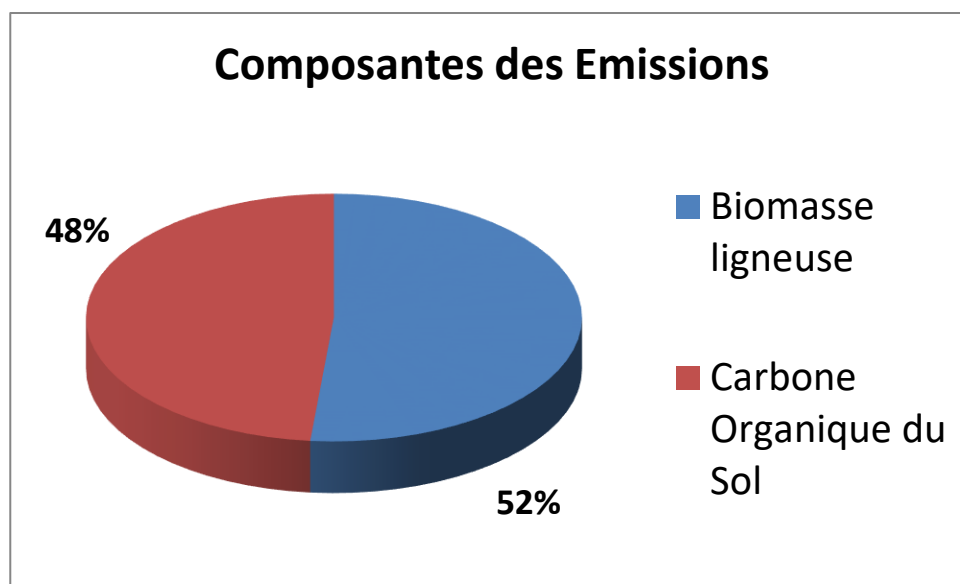


Figure 11: Composantes des émissions

4.1.2 Calcul du NRF par domaine phytogéographique

La méthodologie utilisée (spatialement explicite) dans cette étude nous permet aussi de produire des estimations préliminaires non seulement au niveau national mais aussi, suivant le schéma de stratification adopté, des estimations au niveau des domaines phytogéographiques identifiés, pour mieux comprendre les dynamiques et leurs implications.

Tableau 21 : Calcul du NRF par domaine phytogéographique

Domaine	Emissions nettes annuelles (milliers de tonnes de CO ₂)			Pourcentage du total
	Biomasse ligneuse	Carbone Organique du Sol	Émissions Totales	%
Nord sahélien	57,0	23,6	80,6	1,2%
Sud sahélien	27,7	4,6	32,4	0,5%
Nord soudanien	2116,0	2075,7	4191,7	63,0%
Sud soudanien	1226,1	1121,0	2347,1	35,3%
Total	3426,9	3224,9	6651,8	100,0%

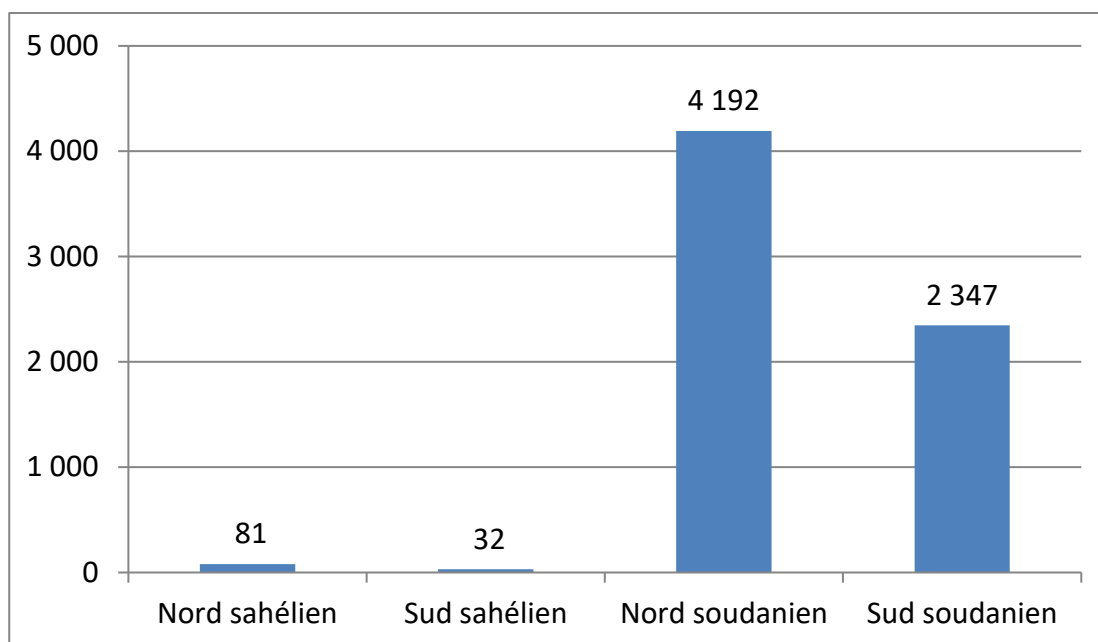


Figure 12: NRF par domaine phytogéographique

Les émissions forestières se concentrent largement dans les domaines Soudaniens, respectivement Nord Soudanien (63% du total) et Sud Soudanien (35%). Ces deux régions phytogéographiques totalisent 98% des émissions annuelles. Les émissions des zones Sahéliennes sont marginales (2% du total).

4.1.3 Calcul du NRF par région administrative

Comme dit plus haut, avec l'approche spatialement explicite du Tier 3, qui implique une analyse spatiale des changements en combinant des variables spatiales, sous forme de vecteurs géoréférencés à l'aide d'un SIG, et variables ponctuelles d'inventaire forestier et du Carbone organique du sol, il est possible d'effectuer des calculs pour différentes unités de rapportage.

En fait, outre les rapports au niveau des domaines phytogéographiques, qui représentent principalement l'impact écologique des changements du couvert forestier, nous avons estimé aussi utile d'élaborer les émissions au niveau des régions administratives, suivant le concept selon lequel les régions sont des unités politiques d'intervention pour réduire les émissions.

Pour cela nous avons procédé aux calculs des émissions par Régions administratives, et nous avons obtenu les résultats suivants :

Tableau 22: Synthèse des émissions nettes par Région administrative

Région	Emissions nettes annuelles (milliers de tonnes de CO ₂)		
	Biomasse ligneeuse	Carbone organique du Sol	Émissions Totales
EST	744,1	590,0	1334,1
BOUCLE DU MOUHOUN	504,1	460,3	964,5
HAUTS-BASSINS	291,1	361,8	652,9
CENTRE-OUEST	362,9	282,7	645,5
CASCADES	266,3	339,7	606,0
CENTRE-EST	291,9	283,7	575,7
PLATEAU-CENTRAL	257,1	274,2	531,3
SUD-OUEST	225,7	204,4	430,1
CENTRE	109,4	155,1	264,5
CENTRE-SUD	160,9	99,6	260,5
NORD	88,5	95,6	184,1
CENTRE-NORD	67,7	59,6	127,3
SAHEL	57,1	18,2	75,3
Total	3426,9	3224,9	6651,8

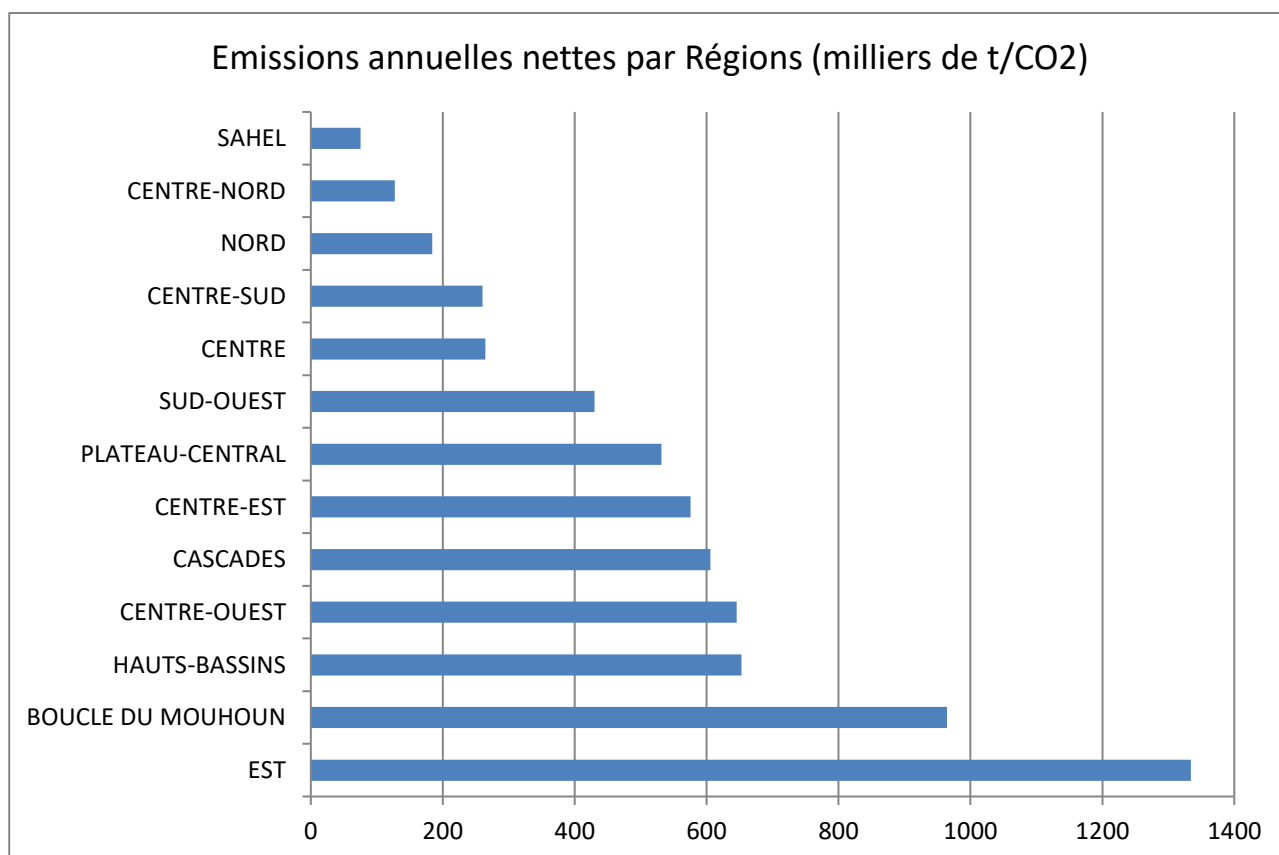


Figure 13: Émissions annuelles par Région

4.2 Estimation des émissions forestières liées aux feux de brousse

Les experts AFAT de la Troisième Communication Nationale(TCN), ont fourni une série historique (1995-2017) sur les observations des feux de brousse obtenu à partir de la station MESA/ONDD.

Les données d'activités fournies concernent les **forêts** ("forêts restées forêts" et "autres terres transformées en forêts") et les **prairies** ("Prairie restées Prairie" et "autres terres transformées en Prairie").

Pour l'intégration des émissions de GES dans le NRF pour la présente étude on a considéré les variables suivantes :

- 1) les données sur les **superficies brûlées** pour "forêts restées forêts" et "autres terres transformées en forêts".
- 2) les données sur les **densités de la biomasse** pour "forêts restées forêts" et "autres terres transformées en forêts" et
- 3) les données sur la **biomasse effectivement brûlée** "globale" pour la catégorie forêts.

1) et 2) donnent le potentiel de combustible pour "forêts restées forêts" et "autres terres transformées en forêts" (en faisant Superficies brûlées x Densité de biomasse). Comme les combustibles ne sont généralement pas totalement consommés lors des feux de brousse, le 3) donne la fraction du potentiel effectivement brûlée.

Les lignes directrices du GIEC - Chapitre 2 : Méthodologies génériques applicables à plusieurs catégories d'utilisation des terres donnent les indications suivantes pour l'estimations des émissions des feux.

Une méthodologie générique pour estimer les émissions de gaz à effet de serre individuels pour tout type d'incendie est résumée dans l'équation suivante :

EQUATION 2.27
ESTIMATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM FIRE

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

Où :

L_{fire} = quantité d'émissions de gaz à effet de serre provenant du feu, tonnes de chaque GES, par exemple CH₄, N₂O, etc.

A = superficie brûlée

M_B = masse de combustible disponible pour la combustion, en tonnes ha⁻¹ Cela comprend la biomasse, la litière et le bois mort. Lorsque les méthodes de niveau 1 sont utilisées, les stocks de litière et de bois mort sont supposés nuls, sauf en cas de changement d'affectation des sols.

C_f = facteur de combustion, sans dimension

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

Les données disponibles couvrent les 3 premiers paramètres A x M_B x C_f .

Le quatrième paramètre G_{ef} est pris du tableau ci-dessous :

TABLE 2.5 EMISSION FACTORS (g kg⁻¹ DRY MATTER BURNT) FOR VARIOUS TYPES OF BURNING. VALUES ARE MEANS ± SD AND ARE BASED ON THE COMPREHENSIVE REVIEW BY ANDREAE AND MERLET (2001) (To be used as quantity 'G _{ef} ' in Equation 2.27)					
Category	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x
Savanna and grassland	1613 ± 95	65 ± 20	2.3 ± 0.9	0.21 ± 0.10	3.9 ± 2.4
Agricultural residues	1515 ± 177	92 ± 84	2.7	0.07	2.5 ± 1.0
Tropical forest	1580 ± 90	104 ± 20	6.8 ± 2.0	0.20	1.6 ± 0.7
Extra tropical forest	1569 ± 131	107 ± 37	4.7 ± 1.9	0.26 ± 0.07	3.0 ± 1.4
Biofuel burning	1550 ± 95	78 ± 31	6.1 ± 2.2	0.06	1.1 ± 0.6
Note: The "extra tropical forest" category includes all other forest types. Note: For combustion of non-woody biomass in Grassland and Cropland, CO ₂ emissions do not need to be estimated and reported, because it is assumed that annual CO ₂ removals (through growth) and emissions (whether by decay or fire) by biomass are in balance (see earlier discussion on synchrony in Section 2.4.					

Dans notre cas les GES considérés sont CO₂, CH₄, N₂O.

Pour pouvoir intégrer les différents GES dans les calculs du NRF il faut qu'ils soient transformés en tonnes de CO₂ équivalents, utilisant les facteurs de conversion suivants.

Tableau 23: Potentiel de réchauffement global des gaz à effet de serre

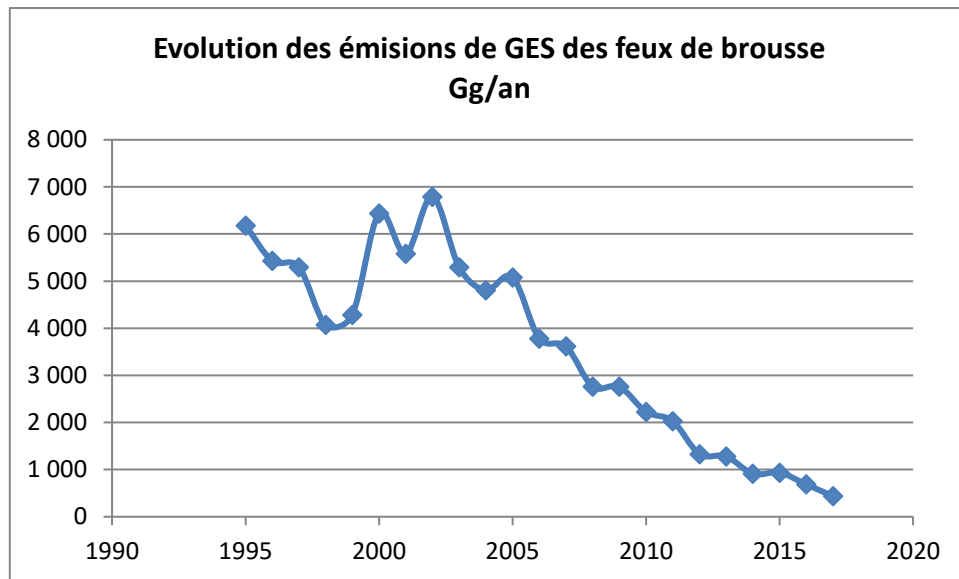
Gaz à effet de serre (GES)	Formules	Potentiel de réchauffement global (PRG) 100
Dioxyde de carbone	CO ₂	1
Méthane	CH ₄	21
Hémioxyde d'Azote	N ₂ O	310

En utilisant les formules ci-dessus on a obtenu les résultats suivants.

Tableau 24: Emissions annuelles de GES par les feux de brousse (Milliers de tonnes CO₂ équivalent)

Année	Biomasse effectivement brûlée kg	CO ₂ Milliers de tonnes	CH ₄ Milliers de tonnes CO ₂ équivalentes	N ₂ O Milliers de tonnes CO ₂ équivalentes	Emissions totales Milliers de tonnes CO ₂ équivalentes
1995	3588972	5777	173	233	6183
1996	3154493	5074	152	205	5431
1997	3080218	4951	148	200	5299
1998	2368067	3803	114	153	4071
1999	2496439	4006	120	162	4288
2000	3750889	6013	180	243	6436
2001	3256262	5214	156	210	5581
2002	3969210	6348	190	256	6795
2003	3098199	4948	148	200	5296
2004	2816752	4492	135	181	4807
2005	2982799	4748	142	192	5082
2006	2225096	3534	106	143	3783
2007	2134601	3382	101	136	3620
2008	1634188	2581	77	104	2763
2009	1638544	2578	77	104	2760
2010	1337594	2080	62	84	2226
2011	1217388	1896	57	77	2029
2012	802418	1243	37	50	1330
2013	781570	1198	36	48	1282
2014	564310	852	26	34	912
2015	580781	875	26	35	937
2016	437534	642	19	26	687
2017	294286	408	12	16	437
Moyenne	1974626	3133	94	126	3353

Les feux de brousse représentent une importante source d'émission de GES pour le secteur forestier. La moyenne annuelle pour la période 1995-2017 est de 3'353 Milliers de tonnes CO₂ équivalents.



On observe un pic des émissions autour de l'année 2002, tandis qu'il y a une diminution progressive à partir de l'année 2005. Ceci est dû probablement à l'efficacité des politiques environnementales du Gouvernement.

Intégration des émissions des feux de brousse dans le NRF

On peut intégrer les séries historiques du NRF (biomasse ligneuse, COS) avec celles des émissions des feux de brousse.

Pour l'harmonisation des périodes historiques les données disponibles permettent de choisir la période 1995-2017 ce qui est aussi en ligne avec les exigences de la TCN.

L'estimation du nouveau NRF est la suivante.

Tableau 25: Estimation du nouveau NRF

Année	NRF (milliers de tonnes de CO ₂)		
	Biomasse, COS	Feux	Total
1995	6652	6183	12835
1996	6652	5431	12082
1997	6652	5299	11951
1998	6652	4071	10722
1999	6652	4288	10939
2000	6652	6436	13088
2001	6652	5581	12233
2002	6652	6795	13446
2003	6652	5296	11948
2004	6652	4807	11459
2005	6652	5082	11733
2006	6652	3783	10434
2007	6652	3620	10271
2008	6652	2763	9415
2009	6652	2760	9412
2010	6652	2226	8878
2011	6652	2029	8681
2012	6652	1330	7982
2013	6652	1282	7934
2014	6652	912	7564
2015	6652	937	7588
2016	6652	687	7339
2017	6652	437	7089
Moyenne	6652	3567	10218

La moyenne du NRF incluant les feux de brousse s'élève à 10218 Gg/an et les feux de brousse constituent 35% des émissions forestières totales.

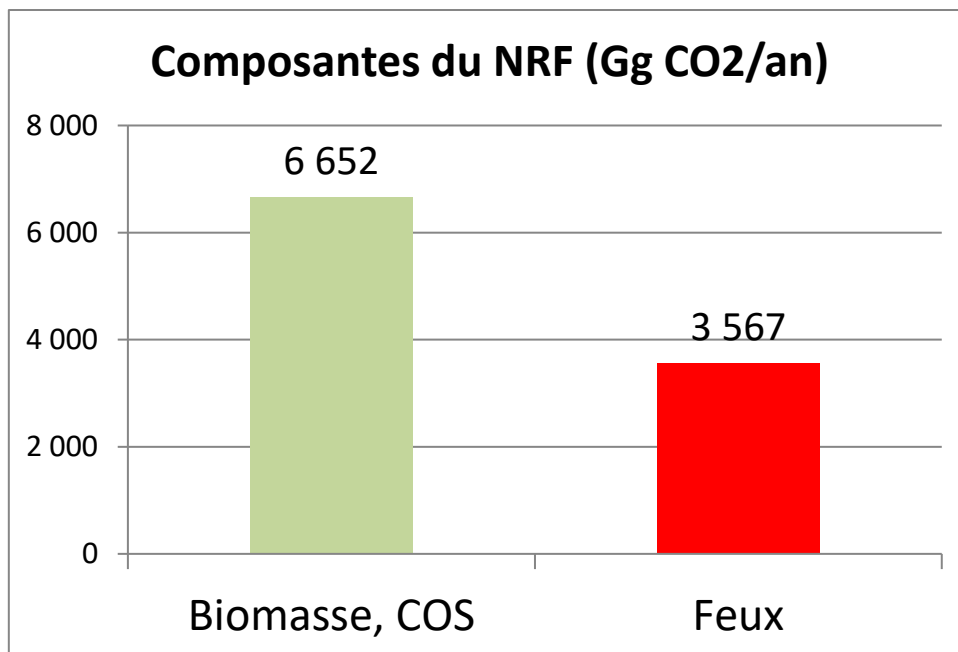


Figure 14: Composantes du NRF

5. ESTIMATION DES INCERTITUDES

Les données disponibles pour le calcul des incertitudes sont :

Facteurs d'émissions

- L'incertitude du volume moyen à l'hectare ;
- L'incertitude du COS moyen à l'hectare ;

Les calculs des limites de confiance pour ces deux paramètres sont présentés dans l'Annexe 2.

Pour combiner ces deux paramètres on utilise la formule suivante

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 * x_1)^2 + (U_2 * x_2)^2 \dots (U_n * x_n)^2}}{|x_1 + x_2 \dots + x_n|}$$

Où :

U_i = % d'incertitude associée à chaque paramètre

X = valeur du paramètre

U_{total} = % d'incertitude de la somme des paramètres

Dans notre cas l'incertitude de facteurs d'émissions est la somme de la somme de l'incertitude du volume + l'incertitude du COS.

Les analyses statistiques présentées dans l'Annexe 2 donnent les résultats suivants :

Volume moyen = 19,9

Limite de confiance du volume = 5,5%

COS moyen = 24,3

Limite de confiance du COS = 2,8%

Donc

Utotal =

$$\frac{\sqrt{(5,5 * 19,9)^2 + (2,8 * 24,3)^2}}{(19,9 + 24,3)}$$

Utotal = 2,9%

Donc l'incertitude estimée pour les facteurs d'émissions est de ±2,9%

Les incertitudes calculées sont ± 8 % pour les données d'activités.

L'incertitude totale est calculée à l'aide de la formule suivante

$$U_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Où :

Ui = % d'incertitude associée à chaque paramètre

U total = % d'incertitude de la somme des paramètres

Dans notre cas l'incertitude totale du NRF est :

$$\sqrt{2,9^2\% + 8^2\%} = 4,2 \%$$

6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Ce document présente une contribution technique pour rendre disponible une estimation du NRF pour le Burkina Faso, et aussi pour aider le Pays dans la soumission de la Troisième communication nationale du Burkina Faso à la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

D'après notre analyse l'élaboration du niveau de référence des forêts présente des atouts intéressants.

A notre avis les atouts principaux sont :

- La disponibilité d'un grand nombre de placettes d'inventaire forestier géo-localisées pour l'estimation du volume de bois ;
- La disponibilité d'observations fiables sur le Carbone organique du sol ;
- La disponibilité de bases cartographiques pour la stratification des types forestiers ;
- Un niveau d'incertitude faible (<3%) pour les facteurs d'émissions.

Néanmoins, les améliorations suivantes demeurent :

- Élaborer des équations allométriques spécifiques pour la biomasse aérienne ;
- Produire des données de Tier 3 pour la biomasse racinaire ;
- Améliorer le niveau de précision du COS.

Annexe 1 : Matrices de transition pour toutes les catégories des BDOT

Tableau 8 : Matrice de transition d'occupation des terres 1992-2014 (surfaces en milliers d'hectares)

Gridcode_9 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Total 1992
1	0,4	0,2		2,1		0,1	2,6			0,0				0,0	0,0	0,2		0,1				5,8
2	0,0	110,8	0,0	57,8	45,3	39,6	151,1	24,5	0,4	55,9	0,4	2,3	2,0	3,8	10,9	11,6	6,2	2,1	0,0	0,0	0,0	524,6
3		0,2	3,8	3,9		0,2	2,2		0,0	0,3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,1		0,0				10,9
4	0,0	0,7	0,3	119,8	0,6	81,0	349,9	1,7	7,3	146,5	2,8	1,4	9,3	1,9	2,4	40,8	0,1	1,0	0,2			767,6
5			0,0	0,2	73,7	16,4	0,8	113,9	0,7	87,7		0,7	0,1	0,0	3,1	0,2	32,6	1,2	0,1	0,0	0,4	331,8
6	0,0	0,4	0,7	11,3	14,9	602,6	196,6	57,0	49,6	1220,2	9,5	3,9	9,1	1,0	13,1	42,4	18,5	9,9	0,2	0,0	0,1	2261,1
7	0,0	9,0	1,9	482,3	4,2	2041,2	6373,7	34,9	59,3	3156,4	11,8	6,7	69,9	17,5	17,5	898,1	3,2	11,5	1,7			13200,9
8			0,1	0,2	195,8	203,0	3,7	2031,4	16,2	1771,2		1,8	0,1	0,6	8,4	1,5	979,2	41,1	2,6	0,3	12,4	5269,6
9		0,0	0,0	0,2	0,0	0,7	0,5	0,5	46,6	2,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,0	0,0		0,0	51,7
10		0,3	0,6	20,2	32,4	300,5	311,4	179,6	66,9	2663,3	1,4	8,2	3,2	4,4	14,6	46,6	100,7	33,2	0,6	0,0	1,0	3788,9
11		0,1		0,2		1,8	2,2		0,2	1,2	17,8	0,0	0,1	1,2	0,2	0,2		0,0				25,1
12		0,0	0,0	0,2	0,1	1,9	0,8	0,1	0,3	1,6	1,0	10,1	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0	0,0			0,0	17,1
13			0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	0,4	0,0	0,2	1,0		0,0	0,0	0,0					2,1
14		0,0	0,0	1,5	0,2	1,2	4,0	0,3	0,2	1,1	1,6	0,5	0,0	26,1	3,7	0,4	0,3	0,0	0,0		0,0	41,2
15		0,0	0,0	0,4	1,5	0,8	1,0	1,7	0,1	3,0	0,1	1,3	0,1	1,8	55,0	0,3	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	68,0
16		0,1	0,0	3,4	0,1	21,4	34,7	1,3	2,4	90,3	0,3	0,1	0,6	0,4	0,5	100,4	1,0	0,2	0,0			257,0

Gridcode_9 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Total 1992
17				0,0	11,3	12,5	0,0	78,1	3,5	154,4		0,1	0,0	0,0	1,3	0,1	321,7	19,3	0,7	0,2	5,7	609,1
18		0,0		0,1	0,2	0,8	2,0	1,1	0,3	2,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,3	1,3	20,2	0,0		0,0	29,3
19		0,0		0,0	0,3	0,3	0,2	1,1	0,0	1,9		0,0		0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	37,2		0,0	42,5
20					0,0	0,0		0,2	0,0	0,1					0,0		0,5	0,0		5,5	0,0	6,3
21				0,0	0,2	0,1	0,0	0,9	0,1	1,3			0,0			0,1	3,5	0,0	0,0		24,0	30,2
Total 2014	0,4	121,9	7,4	703,8	380,8	3326,1	7437,6	2528,4	254,6	9361,0	46,8	37,5	95,8	59,0	132,0	1143,7	1471,0	140,1	43,3	6,2	43,7	27341,0

Annexe 2 : Calculs de l'incertitude pour les facteurs d'émissions

Paramètre	volume				
	SUD SOUDANIEN	NORD SOUDANIEN	SUD SAHELIEEN	SAHELIEEN STRICT	ALL
Stratum					
Forêt claire	28.4 (206.8 %)	---	---	---	28.4 (206.8 %)
Forêt galerie	53.2 (19.5 %)	54.6 (27.9 %)	48.1 (39.5 %)	---	52.7 (14.5 %)
Plantations forestières et vergers	24.0 (43.7 %)	21.8 (130.3 %)	77.0 (430.7 %)	---	24.0 (47.6 %)
Savane arborée	37.1 (8.5 %)	30.1 (18.4 %)	---	---	36.4 (8.0 %)
Savane arbustive et herbeuse	21.9 (14.4 %)	20.5 (14.8 %)	---	---	21.2 (10.3 %)
Steppe arborée	---	---	24.8 (36.4 %)	12.1 (109.6 %)	15.1 (67.2 %)
Steppe arbustive et herbeuse	---	---	9.4 (41.2 %)	4.6 (98.8 %)	7.0 (42.6 %)
Territoires agroforestiers	18.9 (12.3 %)	16.4 (12.7 %)	13.7 (22.8 %)	8.7 (61.7 %)	16.2 (8.5 %)
Zones érodées, dénudées ou cuirassées	9.6 (274.3 %)	6.5 (201.1 %)	1.7 (471.8 %)	2.6 (280.0 %)	3.8 (141.8 %)
Zones humides	26.2 (50.8 %)	15.5 (122.2 %)	31.0 (85.3 %)	21.3 (100.1 %)	23.7 (41.0 %)
Summary					
ALL	26.8 (6.4 %)	20.2 (9.4 %)	12.4 (19.7 %)	5.8 (60.2 %)	19.9 (5.5 %)

Les limites de confiance total pour le paramètre volume à l'hectare est de $\pm 5,5\%$ et la moyenne pondérée est de 19,9 m³/ha.

Paramètre COS

	Nord Sahelien	Nord Soudanien	Sud Sahelien	Sud Soudanien	ALL
Stratum					
AG	0.3 (20.2 %)	0.6 (7.6 %)	0.5 (11.3 %)	0.6 (8.5 %)	0.6 (5.0 %)
FC	---	0.5 (426.7 %)	---	---	0.5 (426.7 %)
PA	---	0.6 (6.4 %)	0.5 (6.4 %)	0.6 (6.1 %)	0.6 (3.7 %)
PF	---	0.4 (213.6 %)	---	---	0.4 (213.6 %)
SABUH	0.3 (14.9 %)	0.7 (7.9 %)	0.5 (9.5 %)	0.7 (8.1 %)	0.7 (5.4 %)
SAVARBO	---	0.7 (13.3 %)	0.6 (15.9 %)	0.7 (8.1 %)	0.7 (7.4 %)
STABUH	0.3 (14.7 %)	0.5 (14.4 %)	0.5 (26.8 %)	0.7 (18.3 %)	0.4 (14.9 %)
VG	---	0.5 (164.1 %)	0.8 (603.8 %)	---	0.5 (96.4 %)
ZH	0.6 (67.9 %)	1.0 (22.3 %)	0.6 (124.3 %)	0.9 (14.0 %)	0.9 (10.8 %)
Summary					
ALL	0.3 (10.1 %)	0.6 (4.3 %)	0.5 (9.6 %)	0.7 (4.0 %)	0.6 (2.8 %)

Les limites de confiance total pour le paramètre volume à l'hectare est de $\pm 2,8\%$ et la moyenne pondérée est de 0,6.

Pour le calcul de la combinaison des incertitudes des facteurs d'émissions on a adopté la valeur transformée en t/COS ha qui est de 24,3 t/ha

Références

1. Burkina Faso Ministère de l'Environnement et du cadre de Vie, 2010 - Deuxième communication nationale du Burkina Faso, à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
2. Burkina Faso Ministère de l'Environnement et du Développement Durable – Burkina Faso, 2012 - Plan de préparation à la REDD du Burkina Faso
3. Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques - Communication Nationale du Burkina Faso, 2001
4. CPDN Burkina Faso - Rapport CPDN Final, 2015, Intended Nationally Determined Contributions INDC
5. FAO, 2012 Document de travail de l'évaluation des ressources forestières 180 - FRA 2015 – Termes et Définitions
6. FAO, 2015, Technical considerations for Forest Reference Emission Level and/or Forest Reference Level construction for REDD+ under the UNFCCC
7. FAO, 2016 Nouvelles approches des niveaux d'émissions de référence pour les forêts et/ou niveaux de référence pour les forêts dans le contexte de la REDD+
8. FPCF, 2016 Cadre méthodologique du Fonds de partenariat pour le carbone forestier, Final révisée, 22 juin 2016
9. GFOI 2016, Intégration des données de télédétection et d'observation au sol pour l'estimation des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre dans les forêts : Méthodes et pratiques recommandées par l'Initiative mondiale pour l'observation des forêts, Version 2.0, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome
10. GOFC-GOLD, 2012, A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting anthropogenic greenhouse gas emissions and removals associated with deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation, GOFC-GOLD Report version COP18-1, (GOFC-GOLD Land Cover Project Office, Wageningen University, The Netherlands)
11. IPCC 2014, 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds) Published: IPCC, Switzerland
12. IPCC, 2016 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 4 : Agriculture, Forestry and Other Land Use
13. Picard N., Saint-André L., Henry M. 2012. Manuel de construction d'équations allométriques pour l'estimation du volume et la biomasse des arbres : de la mesure de terrain à la prédiction, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, et Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Rome, Montpellier, 220pp,
14. République De Côte D'ivoire Ministère de l'environnement et du Développement Durable - République De Côte D'ivoire, 2016 Atelier technique sur les modalités de représentation de la définition de la forêt dans le cadre de la REDD+

15. Simula, M, 2009 Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - Département des forêts - Évaluation des ressources forestières - Document de travail 154 Vers une définition de la dégradation des forêts : Analyse comparative des définitions existantes